Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по молодежной политике и
развитию образования
_____ А. В. Легостев
14 июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ВОСПИТАНИЯ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

для всех направлений подготовки и специальностей

СОГЛАСОВАНО
Председатель Объединенного совета
обучающихся ФГБОУ ВО «УГГУ»
(протокол № 25 от 15.11.2023)
_____ А. А. Кухарева

Председатель Первичной профсоюзной
организации ФГБОУ ВО «УГГУ»
(протокол № 5 от 24.10.2023)
_____ П. А.Коновалов

Председатель Совета родителей
ФГБОУ ВО «УГГУ»
(протокол № 3/1 от 04.10.2023
_____ В. А. Пивова

Составитель: начальник управления по внеучебной
и социальной работе Шехтман Д.А.

Екатеринбург

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Наименование программы

Рабочая программа воспитания ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет» (далее – УГГУ, университет).

Рабочая программа воспитания ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет» представляет собой ценностно-нормативную, методологическую, методическую и технологическую основы организации воспитательной деятельности.

Рабочая программа воспитания (далее – Программа) ориентирована на организацию воспитательной деятельности субъектов образовательного и воспитательного процессов.

Воспитательная работа в университете направлена на создание благоприятных условий для личностного и профессионального развития студенческой молодёжи, формирование профессиональных и общекультурных/универсальных компетенций, таких как гражданственность, трудолюбие, ответственность, организованность, самостоятельность, инициативность, дисциплинированность.

Разработчик и координатор программы

Управление по внеучебной и социальной работе.

Нормативно-правовые основания программы

- Конституция Российской Федерации;
- Федеральный закон от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральный закон от 05.02.2018 № 15-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам добровольчества (волонтерства)»;
- Указ Президента Российской Федерации от 19.12. 2012 г. № 1666 «Стратегия государственной национальной политики Российской Федерации на период до 2025 года»;
- Указ Президента Российской Федерации от 24.12.2014 № 808 «Основы государственной культурной политики»;
- Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы»;
- Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»;
- Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»;
- Указ Президента Российской Федерации от 02.07.2021 № 400 «Стратегия национальной безопасности Российской Федерации»;
- Указ Президента Российской Федерации от 09.11.2022 № 809 «Об утверждении основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 26.12.2017 № 1642 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования»;
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.11.2014 № 2403-р «Основы государственной молодежной политики Российской Федерации на период до 2025 года»;
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.05.2015 № 996-р «Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»;
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27.12.2018 № 2950-р «Концепция развития добровольчества (волонтерства) в Российской Федерации до 2025 года»;
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12.11.2020 № 2945-р «Об утверждении Плана мероприятий по реализации в 2021-2025 годах Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»;
- Устав ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет».

Сроки реализации программы - период реализации образовательной программы.

Ожидаемые результаты:

- исполнение положений Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся;
- реализация приоритетных направлений государственной молодежной политики по созданию условий для успешной социализации и эффективной самореализации обучающихся;
- привлечение к воспитательной работе в университете заинтересованных субъектов университетского сообщества;
- формирование у обучающихся духовных, социальных и профессиональных ценностей;
- обогащение личностного и социального опыта обучающихся;
- совершенствование форм и методов воспитательной работы;
- повышение степени вовлеченности обучающихся в организацию и проведение мероприятий воспитательного характера;
- совершенствование системы контроля и оценки воспитательной работы;
- расширение взаимодействия субъектов воспитательной работы с органами государственной власти и местного самоуправления, международными, всероссийскими, межрегиональными, региональными общественными объединениями, ключевыми стейкхолдерами;
- развитие традиций корпоративной культуры университета;
- повышение эффективности и качества реализуемых мероприятий;
- выпуск конкурентоспособных специалистов, обладающих высоким уровнем социально-личностных и профессиональных компетенций.

РАЗДЕЛ 1. ЦЕЛЕВОЙ

Воспитательная деятельность в университете, реализующем программы высшего и среднего профессионального образования, является одной из основных частей образовательного процесса, планируется и осуществляется в соответствии с приоритетами государственной политики в сфере воспитания.

Участниками образовательных отношений в части воспитания в университете являются:

- ректор;
- проректор по молодежной политике и развитию образования;
- начальник управления по внеучебной и социальной работе;
- заместители начальника управления по внеучебной и социальной работе;
- специалисты по социальной работе с молодежью;
- деканы факультетов;
- заведующие кафедрами;
- педагогические работники;
- академические кураторы;
- педагоги-психологи;
- члены Объединенного совета обучающихся;
- представители Совета родителей.

1.1 Цель и задачи воспитания обучающихся

Цель воспитания обучающихся ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет» - развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства,

формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде.

Задачи воспитания:

– усвоение обучающимися знаний о нормах, духовно-нравственных ценностях, которые выработало российское общество (социально значимых знаний);

– формирование и развитие осознанного позитивного отношения к ценностям, нормам и правилам поведения, принятым в российском обществе (их освоение, принятие), современного научного мировоззрения, мотивации к труду, непрерывному личностному и профессиональному росту;

– приобретение социокультурного опыта поведения, общения, межличностных и социальных отношений, в том числе в профессионально ориентированной деятельности;

– подготовка к самостоятельной профессиональной деятельности с учетом получаемой квалификации (социально-значимый опыт) во благо своей семьи, народа, Родины и государства;

– подготовка к созданию семьи и рождению детей.

1.2 Направления воспитания

Рабочая программа воспитания УГГУ реализуется в единстве учебной и воспитательной деятельности с учётом направлений воспитания:

гражданское воспитание — формирование российской идентичности, чувства принадлежности к своей Родине, ее историческому и культурному наследию, многонациональному народу России, уважения к правам и свободам гражданина России; формирование активной гражданской позиции, правовых знаний и правовой культуры;

патриотическое воспитание — формирование чувства глубокой

привязанности к своей малой родине, родному краю, России, своему народу и многонациональному народу России, его традициям; чувства гордости за достижения России и ее культуру, желания защищать интересы своей Родины и своего народа;

духовно-нравственное воспитание — формирование устойчивых ценностно-смысловых установок, обучающихся по отношению к духовно-нравственным ценностям российского общества, к культуре народов России, готовности к сохранению, преумножению и трансляции культурных традиций и ценностей многонационального российского государства;

эстетическое воспитание — формирование эстетической культуры, эстетического отношения к миру, приобщение к лучшим образцам отечественного и мирового искусства;

физическое воспитание, формирование культуры здорового

образа жизни и эмоционального благополучия — формирование осознанного отношения к здоровому и безопасному образу жизни, потребности физического самосовершенствования, неприятия вредных привычек;

профессионально-трудовое воспитание — формирование позитивного и добросовестного отношения к труду, культуры труда и трудовых отношений, трудолюбия, профессионально значимых качеств личности, умений и навыков; мотивации к творчеству и инновационной деятельности; осознанного отношения к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной деятельности, к профессиональной деятельности как средству реализации собственных жизненных планов;

экологическое воспитание — формирование потребности экологически целесообразного поведения в природе, понимания влияния социально-экономических процессов на состояние окружающей среды, важности рационального природопользования; приобретение опыта эколого-направленной деятельности;

ценности научного познания — воспитание стремления к познанию себя и других людей, природы и общества, к получению знаний, качественного образования с учётом личностных интересов

и общественных потребностей.

1.3 Целевые ориентиры воспитания

1.3.1 Инвариантные целевые ориентиры

Согласно «Основам государственной политики по сохранению и укреплению духовно-нравственных ценностей» (Указ Президента Российской Федерации от 09.11.2022 № 809) ключевым инструментом государственной политики в области образования, необходимым для формирования гармонично развитой личности, является воспитание в духе уважения к традиционным ценностям, таким как патриотизм, гражданственность, служение Отечеству и ответственность за его судьбу, высокие нравственные идеалы, крепкая семья, созидательный труд, приоритет духовного над материальным, гуманизм, милосердие, справедливость, коллективизм, взаимопомощь и взаимоуважение, историческая память и преемственность поколений, единство народов России.

В соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» воспитательная деятельность направлена на формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде».

Эти законодательно закрепленные требования в части формирования у обучающихся системы нравственных ценностей отражены в инвариантных целевых ориентирах воспитания выпускников университета и соотносятся с общими/универсальными компетенциями, формирование которых является результатом освоения образовательных программ в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов.

Инвариантные целевые ориентиры воспитания выпускников университета

Гражданское воспитание
– Осознанно выражающий свою российскую гражданскую принадлежность (идентичность) в поликультурном, многонациональном и многоконфессиональном российском обществе, в мировом сообществе. – Сознающий своё единство с народом России как источником власти и субъектом тысячелетней российской государственности, с российским государством, ответственность за его развитие в настоящем и будущем на основе исторического просвещения, российского национального исторического сознания. – Проявляющий гражданско-патриотическую позицию, готовность к защите Родины, способный аргументированно отстаивать суверенитет и достоинство народа России и российского государства, сохранять и защищать историческую правду. – Ориентированный на активное гражданское участие в социально-политических процессах на основе уважения закона и правопорядка, прав и свобод сограждан. – Осознанно и деятельно выражающий неприятие любой дискриминации по социальным, национальным, расовым, религиозным признакам, проявлений экстремизма, терроризма, коррупции, антигосударственной деятельности. – Обладающий опытом гражданской социально значимой деятельности (в студенческом самоуправлении, добровольческом движении, предпринимательской деятельности, экологических, военно-патриотических и др. объединениях, акциях, программах.
Патриотическое воспитание
– Осознающий свою национальную, этническую принадлежность, демонстрирующий приверженность к родной культуре, любовь к своему народу.

– Сознающий причастность к многонациональному народу Российской Федерации, Отечеству, общероссийскую идентичность. – Проявляющий деятельное ценностное отношение к историческому и культурному наследию своего и других народов России, их традициям, праздникам. – Проявляющий уважение к соотечественникам, проживающим за рубежом, поддерживающий их права, защиту их интересов в сохранении общероссийской идентичности.
Духовно-нравственное воспитание
– Проявляющий приверженность традиционным духовно-нравственным ценностям, культуре народов России с учётом мировоззренческого, национального, конфессионального самоопределения. – Проявляющий уважение к жизни и достоинству каждого человека, свободе мировоззренческого выбора и самоопределения, к представителям различных этнических групп, традиционных религий народов России, их национальному достоинству и религиозным чувствам с учётом соблюдения конституционных прав и свобод всех граждан. – Понимающий и деятельно выражающий понимание ценности межнационального, межрелигиозного согласия, способный вести диалог с людьми разных национальностей и вероисповеданий, находить общие цели и сотрудничать для их достижения. – Ориентированный на создание устойчивой семьи на основе российских традиционных семейных ценностей, рождение и воспитание детей и принятие родительской ответственности. – Обладающий сформированными представлениями о ценности и значении в отечественной и мировой культуре языков и литературы народов России.
Эстетическое воспитание
– Выражающий понимание ценности отечественного и мирового искусства, российского и мирового художественного наследия. – Проявляющий восприимчивость к разным видам искусства, понимание эмоционального воздействия искусства, его влияния на душевное состояние и поведение людей, умеющий критически оценивать это влияние. – Проявляющий понимание художественной культуры как средства коммуникации и самовыражения в современном обществе, значение нравственных норм, ценностей, традиций в искусстве. – Ориентированный на осознанное творческое самовыражение, реализацию творческих способностей, на эстетическое обустройство собственного быта, профессиональной среды.
Физическое воспитание, формирование культуры здоровья и эмоционального благополучия
– Понимающий и выражающий в практической деятельности понимание ценности жизни, здоровья и безопасности, значение личных усилий в сохранении и укреплении своего здоровья и здоровья других людей. – Соблюдающий правила личной и общественной безопасности, в том числе безопасного поведения в информационной среде. – Выражающий на практике установку на здоровый образ жизни (здоровое питание, соблюдение гигиены, режим занятий и отдыха, регулярную физическую активность), стремление к физическому совершенствованию. – Проявляющий сознательное и обоснованное неприятие вредных привычек (курения, употребления алкоголя, наркотиков, любых форм зависимостей), деструктивного поведения в обществе и цифровой среде, понимание их вреда для физического и психического здоровья. – Демонстрирующий навыки рефлексии своего состояния (физического, эмоционального, психологического), понимания состояния других людей. – Демонстрирующий и развивающий свою физическую подготовку, необходимую для избранной профессиональной деятельности, способности адаптироваться к стрессовым ситуациям в общении, в изменяющихся условиях (профессиональных, социальных, информационных, природных), эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях. – Использующий средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.
Профессионально-трудовое воспитание

– Понимающий профессиональные идеалы и ценности, уважающий труд, результаты труда, трудовые достижения российского народа, трудовые и профессиональные достижения своих земляков, их вклад в развитие своего поселения, края, страны. – Участвующий в социально значимой трудовой и профессиональной деятельности разного вида в семье, образовательной организации, на базе производственной практики, в своей местности. – Выражающий осознанную готовность к непрерывному образованию и самообразованию в выбранной сфере профессиональной деятельности. – Понимающий специфику профессионально-трудовой деятельности, регулирования трудовых отношений, готовый учиться и трудиться в современном высокотехнологичном мире на благо государства и общества. – Ориентированный на осознанное освоение выбранной сферы профессиональной деятельности с учётом личных жизненных планов, потребностей своей семьи, государства и общества. – Обладающий сформированными представлениями о значении и ценности выбранной профессии, проявляющий уважение к своей профессии и своему профессиональному сообществу, поддерживающий позитивный образ и престиж своей профессии в обществе.
Экологическое воспитание
– Демонстрирующий в поведении сформированность экологической культуры на основе понимания влияния социально-экономических процессов на природу, в том числе на глобальном уровне, ответственность за действия в природной среде. – Выражающий деятельное неприятие действий, приносящих вред природе, содействующий сохранению и защите окружающей среды. – Применяющий знания из общеобразовательных и профессиональных дисциплин для разумного, бережливого производства и природопользования, ресурсосбережения в быту, в профессиональной среде, общественном пространстве. – Имеющий и развивающий опыт экологически направленной, природоохранной, ресурсосберегающей деятельности, в том числе в рамках выбранной специальности, способствующий его приобретению другими людьми.
Ценности научного познания
– Деятельно выражающий познавательные интересы в разных предметных областях с учётом своих интересов, способностей, достижений, выбранного направления профессионального образования и подготовки. – Обладающий представлением о современной научной картине мира, достижениях науки и техники, аргументированно выражающий понимание значения науки и технологий для развития российского общества и обеспечения его безопасности. – Демонстрирующий навыки критического мышления, определения достоверности научной информации, в том числе в сфере профессиональной деятельности. – Умеющий выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам. – Использующий современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности. – Развивающий и применяющий навыки наблюдения, накопления и систематизации фактов, осмысления опыта в естественнонаучной и гуманитарной областях познания, исследовательской и профессиональной деятельности.

1.3.2 Вариативные целевые ориентиры

Вариативные целевые ориентиры воспитания обучающихся университета сформулированы с учётом этнокультурных и региональных особенностей и не противоречат инвариантным целевым ориентирам.

Вариативные целевые ориентиры воспитания

Гражданское воспитание
– Осознающий себя членом общества на региональном и локальном уровнях, имеющим представление о родном крае как субъекте Российской Федерации.

– Демонстрирующий понимание значимости выбранной профессии для развития страны, проявляющий уважение к своей профессии и профессиональному сообществу. – Знающий и соблюдающий нормы профессиональной этики работника, поддерживающий благоприятный образ профессии в обществе. – Разделяющий традиционные российские ценности, проявляющий активную гражданскую позицию, готовый к защите Родины. – Знающий государственные устои и символику России, родного края, города, района и муниципальных образований. – Проявляющий нетерпимость к коррупционному поведению, умеющий принимать решения и нести за них ответственность. – Обладающий культурой межнационального общения в студенческой среде и обществе в целом. – Проявляющий уважительное отношение к национальному достоинству людей, их чувствам, религиозным убеждениям.
Патриотическое воспитание
– Понимающий свою сопричастность к прошлому, настоящему и будущему родного края, своей Родины — России, Российского государства. – Понимающий значение гражданских символов (государственная символика России, своего региона), праздников, мест почитания героев и защитников Отечества, проявляющий к ним уважение. – Изучающий и владеющий знаниями по истории родного края и своей малой родины.
Духовно-нравственное воспитание
– Уважающий духовно-нравственную культуру своей семьи, своего народа, семейные ценности с учётом национальной, религиозной принадлежности. – Сознающий ценность каждой человеческой жизни, признающий индивидуальность и достоинство каждого человека. – Умеющий оценивать поступки с позиции их соответствия нравственным нормам, осознающий ответственность за свои поступки.
Эстетическое воспитание
– Проявляющий ценностное отношение к культуре и искусству, к культуре речи и культуре поведения, к красоте и гармонии. – Обладающий знаниями о культурном наследии родного края. – Способный воспринимать и чувствовать прекрасное в быту, природе, искусстве, творчестве людей, профессиональном мастерстве. – Проявляющий стремление к самовыражению в разных видах художественной деятельности, искусстве, профессиональной деятельности.
Физическое воспитание, формирование культуры здоровья и эмоционального благополучия
– Владеющий знаниями о физической культуре и спорте, их истории, современном развитии в родном крае. – Ведущий и пропагандирующий здоровый образ жизни. – Проявляющий интерес к самообучению умениям и навыкам физкультурно-оздоровительной и спортивно-оздоровительной деятельности. – Бережно относящийся к физическому здоровью, соблюдающий основные правила здорового и безопасного для себя и других людей образа жизни, в том числе в информационной среде. – Владеющий основными навыками личной и общественной гигиены, безопасного поведения в быту, природе, обществе. – Ориентированный на физическое развитие с учётом возможностей здоровья, занятия физкультурой и спортом
Профессионально-трудовое воспитание
– Проявляющий уважение к труду, людям труда, бережное отношение к результатам труда, ответственное потребление. – Проявляющий интерес к разным профессиям. – Участвующий в различных видах трудовой деятельности.

– Владеющий комплексом знаний, умений и навыков, качеств личности, обеспечивающих возможность профессионального роста. – Обладающий основами экономической культуры и финансовой грамотности.
Экологическое воспитание
– Понимающий ценность природы, зависимость жизни людей от природы, влияние людей на природу, окружающую среду. – Выражающий готовность в своей профессиональной деятельности придерживаться экологических норм. – Содействующий сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действующий в чрезвычайных ситуациях. – Демонстрирующий экологическую культуру. – Проявляющий интерес к экологической обстановке в родном крае, вносящий свой вклад в ее улучшение.
Ценности научного познания
– Ориентированный на ценности непрерывного образования, в том числе и на самообразование. – Проявляющий интерес к участию в поисковой и исследовательской деятельности, техническому творчеству.

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ

2.1 Уклад университета

Уральский государственный горный университет был учрежден 3 (16) июля 1914 года законом, утвержденным российским Императором Николаем II, как Екатеринбургский горный институт, который стал первым высшим учебным заведением на Урале.

Собранием Узаконений и Распоряжений Правительства, издаваемым при Правительствующем Сенате, от 27 января 1917 г. № 28 горный институт в городе Екатеринбурге был переименован в Уральский горный институт Императора Николая II, который приказом Главного управления учебными заведениями Народного Комиссариата тяжелой промышленности СССР от 18 декабря 1934 г. № 26/644 переименован в Свердловский горный институт, которому постановлением Совета Министров СССР от 13 января 1947 г, № 52 присвоено имя В.В. Вахрушева.

Указом Президиума Верховного Совета СССР от 12 мая 1969 года Свердловский горный институт им. В.В. Вахрушева был переименован в Свердловский ордена Трудового Красного Знамени горный институт им. В.В. Вахрушева, который распоряжением Совета Министров РСФСР от 10 июля 1991 г. № 736-р и приказом Государственного Комитета СССР по народному образованию от 22 июля 1991 г. № 346 был переименован в Уральский ордена Трудового Красного Знамени горный институт имени В.В. Вахрушева, переименованный приказом Государственного Комитета Российской Федерации по высшему образованию от 28 октября 1993 г. № 298 в Уральскую государственную горно-геологическую академию.

11 февраля 2003 года Уральская государственная горно-геологическая академия была внесена в Единый государственный реестр юридических лиц как государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Уральская государственная горно-геологическая академия, которое приказом Федерального агентства по образованию от 5 октября 2004 г. № 156 было переименовано в государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный горный университет».

Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 мая 2011 г. № 1724 государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный горный университет» переименовано в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального

образования «Уральский государственный горный университет», которое приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 октября 2015 г. №1261 переименовано в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный горный университет».

За 106 лет своей деятельности вуз подготовил для работы на горнодобывающих и геологоразведочных предприятиях, в научно-исследовательских и проектно-конструкторских институтах отрасли более 110 000 горных инженеров, талантом и трудом которых создавался Уральский горнопромышленный комплекс.

В 2024 году УГГУ - первый вуз Урала празднует 110 лет со дня учреждения.

Университет реализует программы высшего, среднего профессионального, дополнительного и послевузовского профессионального образования в области геологии, геофизики, горного дела, экологии, экономики, информатики, автоматизации, горного машиностроения, художественного проектирования и обработки материалов.

В университете представлены все уровни высшего образования: бакалавриат, специалитет, магистратура и аспирантура.

В университете обучаются около 10 000 студентов.

Отличительной особенностью университета являются сильные связи с производством. Вуз сотрудничает более чем с 300 предприятиями – партнерами со всей России, в их числе — крупнейшие компании горнодобывающей отрасли. Подписаны договоры о совместной работе в рамках подготовки кадров с крупнейшими отраслевыми предприятиями страны и региона: Русской медной компанией, Уральской горно-металлургической компанией, Уралмашзаводом, ЕВРАЗ-холдингом и др. Ведется системная подготовка специалистов для предприятий зарубежных стран: Китая, Гвинеи, Македонии, Узбекистана, Таджикистана, Туркменистана, Монголии, Казахстана и др.

Университет славится своим сильным профессорско-преподавательским составом. На 38 кафедрах работают более 350 педагогических работников, из них более 250 кандидатов наук, порядка 60 докторов наук.

Вековая история позволила университету создать не только мощные образовательные традиции, но и научные школы. Их коллективы регулярно участвуют в масштабных государственных программах. С 1976 г. в диссертационных советах вуза защищено свыше 750 диссертаций.

В университете выпускается два журнала, внесенных Высшей аттестационной комиссией в Перечень научных журналов, публикация в которых является обязательной для защиты диссертаций.

Студенты вуза регулярно побеждают на Всероссийских олимпиадах и инженерных соревнованиях. Горняки трижды становились триумфаторами Международного чемпионата по решению инженерных кейсов «Case-In». Свыше сорока студентов УГГУ каждый год удостаиваются стипендий Президента РФ, Правительства РФ и Губернатора Свердловской области. Одним из знаковых научных мероприятий УГГУ является Уральская горнопромышленная декада. Сотни специалистов из России и зарубежных стран ежегодно приезжают в Горный университет, чтобы обсудить актуальные вопросы отрасли и найти партнеров для решения производственных задач.

В университете есть свои корпоративные знаки отличия – это герб, гимн, флаг и форменная одежда, которые используются при проведении мероприятий в масштабах университета, городского, регионального и всероссийского уровней с целью формирования корпоративного сознания у обучающихся.

Наиболее значимыми традиционными мероприятиями, событиями, составляющими основу воспитательной системы, являются День знаний, День солидарности в борьбе с терроризмом, День первокурсника, День Героев Отечества, День матери, День студента, День защитников Отечества, конкурс красоты «Мисс и Мистер Горный университет» и многие другие.

2.2 Воспитательные модули: виды, формы, содержание воспитательной деятельности

Модуль «Образовательная деятельность»

Реализация воспитательного потенциала образовательной деятельности предусматривает:

– использование воспитательных возможностей содержания учебных дисциплин и профессиональных модулей для формирования у обучающихся позитивного отношения к российским традиционным духовно-нравственным и социокультурным ценностям, подбор соответствующего тематического содержания, текстов для чтения, задач для решения, проблемных ситуаций для обсуждений и т. п., отвечающих содержанию и задачам воспитания;

– привлечение внимания обучающихся к ценностному аспекту изучаемых на аудиторных занятиях объектов, явлений, событий и т. д., инициирование обсуждений, высказываний обучающимися своего мнения, выработки личностного отношения к изучаемым событиям, явлениям;

– использование учебных материалов (образовательного контента, художественных фильмов, литературных произведений и проч.), способствующих повышению статуса и престижа рабочих профессий, прославляющих трудовые достижения, повествующих о семейных трудовых династиях;

– инициирование и поддержка исследовательской деятельности при изучении учебных дисциплин и профессиональных модулей в форме индивидуальных и групповых проектов, исследовательских работ воспитательной направленности;

– реализация курсов, дополнительных факультативных занятий исторического просвещения, патриотической, гражданской, экологической, научно-познавательной, краеведческой, историко-культурной, туристско-краеведческой, спортивно-оздоровительной, художественно-эстетической, духовно-нравственной направленности, а также курсов, направленных на формирование готовности обучающихся к вступлению в брак и осознанному родительству;

– организация и проведение экскурсий (в музеи, картинные галереи, технопарки, на предприятия и др.), экспедиций, походов.

Модуль «Кураторство»

Реализация воспитательного потенциала кураторства как особого вида педагогической деятельности, направленной в первую очередь на решение задач воспитания и социализации обучающихся, предусматривает:

– организацию социально-значимых совместных проектов, отвечающих потребностям обучающихся, дающих возможности для их самореализации, установления и укрепления доверительных отношений внутри учебной группы и между группой и куратором;

– сплочение коллектива группы через игры и тренинги на командообразование, походы, экскурсии, празднования дней рождения, тематические вечера и т. п.;

– организацию и проведение регулярных родительских собраний, информирование родителей об академических успехах и проблемах обучающихся, их положении в студенческой группе, о жизни группы в целом; помощь родителям и иным членам семьи во взаимодействии с педагогическим коллективом и администрацией;

– работа со студентами, вступившими в ранние семейные отношения, проведение консультаций по вопросам этики и психологии семейной жизни, семейного права;

– планирование, подготовку и проведение праздников, фестивалей, конкурсов, соревнований и т. д. с обучающимися.

Модуль «Наставничество»

Реализация воспитательного потенциала наставничества как универсальной технологии передачи опыта и знаний предусматривает:

– разработку программы наставничества;

– содействие осознанному выбору оптимальной образовательной траектории, в том числе для обучающихся с особыми потребностями (детей с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья, одаренных, обучающихся, находящихся в трудной жизненной ситуации);

– оказание психологической и профессиональной поддержки наставляемому в реализации им индивидуального маршрута и в жизненном самоопределении;

– определение инструментов оценки эффективности мероприятий по адаптации и стажировке наставляемого;

– привлечение к наставнической деятельности признанных авторитетных специалистов, имеющих большой профессиональный и жизненный опыт (работников предприятий и организаций-партнеров).

Модуль «Основные воспитательные мероприятия»

Реализация воспитательного потенциала основных воспитательных мероприятий предусматривает:

– проведение общих для всей образовательной организации праздников, ежегодных творческих (театрализованных, музыкальных, литературных и т. п.) мероприятий, связанных с общероссийскими, региональными, местными праздниками, памятными датами;

– проведение торжественных мероприятий, связанных с завершением образования, переходом на следующий курс, а также совместных мероприятий с организациями-партнерами, направленных на знакомство и приобщение к корпоративной культуре предприятия, организации;

– разработку и реализацию обучающимися социальных, социально-профессиональных проектов, в том числе с участием социальных партнёров университета;

– организацию тематических мероприятий, нацеленных на формирование уважительного отношения к противоположному полу, понимания любви как основы таких отношений и готовности к вступлению в брак (День матери, День семьи, любви и верности и т. д.);

Модуль «Организация предметно-пространственной среды»

Реализация воспитательного потенциала предметно-пространственной среды предусматривает совместную деятельность педагогов, обучающихся, других участников образовательных отношений по её созданию, поддержанию, использованию в воспитании:

– организация в доступных для обучающихся и посетителей местах музейно-выставочного пространства, содержащего экспозиции об истории и развитии университета с использованием исторических символов государства, региона, местности в разные периоды, о значимых исторических, культурных, природных, производственных объектах России, региона, местности;

– размещение карт России, регионов, муниципальных образований (современных и исторических, точных и стилизованных, географических, природных, культурологических, художественно оформленных, в том числе материалами, подготовленными обучающимися) с изображениями значимых культурных объектов своей местности, региона, России; портретов выдающихся государственных деятелей России, деятелей культуры, науки, производства, искусства, военных деятелей, героев и защитников Отечества;

– размещение, обновление художественных изображений (символических, живописных, фотографических, интерактивных) объектов природного и культурного наследия региона, местности, предметов традиционной культуры и быта;

– организацию и поддержание в университете звукового пространства позитивной духовно-нравственной, гражданско-патриотической воспитательной направленности (звонки-мелодии, музыка, информационные сообщения), исполнение гимна Российской Федерации (в начале учебной недели);

– оформление и обновление «мест новостей», стендов в помещениях общего пользования (холл первого этажа, рекреации и др.), содержащих в доступной, привлекательной форме новостную информацию позитивного профессионального, гражданско-патриотического, духовно-нравственного содержания;

– размещение материалов, отражающих ценность труда как важнейшей нравственной категории, представляющих трудовые достижения в профессиональной области, прославляющих героев и ветеранов труда, выдающихся деятелей производственной сферы, имеющей отношение к УГГУ, предметов-символов профессиональной сферы, размещение информационных справочных материалов о предприятиях профессиональной сферы, имеющих отношение к профилю университета;

– размещение, поддержание, обновление на территории университета выставочных объектов, ассоциирующихся с профессиональными направлениями обучения;

– создание и обновление книжных выставок профессиональной литературы, пространства свободного книгообмена;

– оборудование, оформление, поддержание и использование спортивных и игровых пространств, площадок, зон активного и спокойного отдыха;

– совместная с обучающимися популяризация символики УГГУ (флаг, гимн, эмблема, логотип и т. п.), используемой как повседневно, так и в торжественных ситуациях;

– разработка и обновление материалов (стендов, плакатов, инсталляций и др.), акцентирующих внимание обучающихся на важных для воспитания правилах, традициях, укладе образовательной организации, актуальных вопросах профилактики и безопасности.

Модуль «Взаимодействие с родителями (законными представителями)»

Реализация воспитательного потенциала взаимодействия с родителями (законными представителями) обучающихся предусматривает:

– организацию взаимодействия между родителями обучающихся и преподавателями, администрацией в области воспитания и профессиональной реализации студентов;

– проведение родительских собраний по вопросам воспитания, взаимоотношений обучающихся и педагогов, условий обучения и воспитания;

– привлечение родителей к подготовке и проведению мероприятий воспитательной направленности.

Модуль «Самоуправление»

Реализация воспитательного потенциала самоуправления обучающихся в университете, реализующем образовательные программы высшего и среднего профессионального образования, предусматривает:

– организацию и деятельность в университете органов самоуправления обучающихся (совет обучающихся и др.);

– представление органами самоуправления интересов обучающихся в процессе управления образовательной организацией, защита законных интересов, прав обучающихся;

– участие представителей органов самоуправления обучающихся в разработке, обсуждении и реализации рабочей программы воспитания, в анализе воспитательной деятельности;

– привлечение к деятельности студенческого самоуправления выпускников, работающих по специальности, добившихся успехов в профессиональной деятельности и личной жизни.

Модуль «Профилактика и безопасность»

Реализация воспитательного потенциала профилактической деятельности в целях формирования и поддержки безопасной и комфортной среды предусматривает:

– организацию деятельности педагогического коллектива по созданию в университете безопасной среды как условия успешной воспитательной деятельности;

– вовлечение обучающихся в проекты, программы профилактической направленности, реализуемые в УГГУ и в социокультурном окружении (антинаркотические, антиалкогольные, против курения, вовлечения в деструктивные детские и молодёжные объединения, культы, субкультуры, группы в социальных сетях; по безопасности в цифровой среде, на транспорте, на воде, безопасности дорожного движения, противопожарной безопасности, антитеррористической и антиэкстремистской безопасности, гражданской обороне и т. д.);

– сбор информации и регулярный мониторинг семей обучающихся, находящихся в сложной жизненной ситуации, профилактическая работа с неблагополучными семьями;

– организация психолого-педагогической поддержки обучающихся групп риска;

– организацию работы по развитию у обучающихся навыков саморефлексии, самоконтроля, устойчивости к негативному воздействию, групповому давлению;

– поддержку инициатив обучающихся, педагогов в сфере укрепления безопасности жизнедеятельности.

Модуль «Социальное партнёрство и участие работодателей»

Реализация воспитательного потенциала социального партнёрства университетом, реализующем образовательные программы высшего и среднего профессионального образования, в том числе во взаимодействии с предприятиями рынка труда, предусматривает:

– участие представителей организаций-партнёров, предприятий (организаций) и работодателей, в том числе в соответствии с договорами о сотрудничестве, в проведении отдельных производственных практик и мероприятий в рамках рабочей программы воспитания и календарного плана воспитательной работы (дни открытых дверей, ярмарки вакансий, государственные, региональные праздники, торжественные мероприятия и т. п.);

– участие представителей организаций-партнёров в проведении мастер-классов, аудиторных и внеаудиторных занятий, мероприятий профессиональной направленности;

– проведение на базе организаций-партнёров отдельных аудиторных и внеаудиторных занятий, презентаций, лекций, акций воспитательной направленности;

– проведение открытых дискуссионных площадок (студенческих, педагогических, родительских, совместных), куда приглашаются представители организаций-партнёров, на которых обсуждаются актуальные проблемы, касающиеся профессиональной сферы и рынка труда, жизни университета, муниципального образования, региона, страны;

– реализация социальных проектов, разрабатываемых и реализуемых обучающимися и педагогами совместно с организациями-партнёрами (профессионально-трудовой, благотворительной, экологической, патриотической, духовно-нравственной и т. д. направленности), ориентированных на воспитание обучающихся, преобразование окружающего социума, позитивное воздействие на социальное окружение.

Модуль «Профессиональное развитие, адаптация и трудоустройство»

Реализация воспитательного потенциала работы по профессиональному развитию, адаптации и трудоустройству в университете предусматривает:

– участие в конкурсах, фестивалях, олимпиадах профессионального мастерства (в т. ч. международных), работе над профессиональными проектами различного уровня (регионального, всероссийского, международного) и др.;

– циклы мероприятий, направленных на подготовку обучающихся к осознанному планированию своей карьеры, профессионального будущего (посещения центра содействия профессиональному трудоустройству выпускников, профессиональных выставок, ярмарок вакансий, дней открытых дверей на предприятиях и др.);

– экскурсии (на предприятия, в организации), дающие углублённые представления о выбранной специальности и условиях работы;

– организацию мероприятий, посвященных истории организаций/предприятий-партнёров; встреч с представителями коллективов, с работниками-стажистами, представителями трудовых династий, авторитетными специалистами, героями и ветеранами труда, представителями профессиональных династий;

– использование обучающимися интернет-ресурсов, способствующих более глубокому изучению отраслевых технологий, способов и приёмов профессиональной деятельности, профессионального инструментария, актуального состояния профессиональной области; онлайн курсов по интересующим темам и направлениям профессионального образования;

– консультирование обучающихся по вопросам построения ими профессиональной карьеры и планов на будущую жизнь с учётом индивидуальных особенностей, интересов, потребностей;

– проведение тренингов, нацеленных на формирование рефлексивной культуры, совершенствование умений в области анализа и оценки результатов деятельности.

Дополнительные модули

Модуль «Воспитание здорового образа жизни»

Реализация воспитательного потенциала работы по созданию условий для сохранения, укрепления и развития духовного, эмоционального, интеллектуального, личностного и физического здоровья обучающихся предусматривает:

– воспитание здоровой личности, формирование способности ставить цели и строить жизненные планы;

– формирование у обучающихся ответственного отношения к своему здоровью и потребности в здоровом образе жизни, физическом самосовершенствовании, занятиях спортивно-оздоровительной деятельностью, развитие культуры безопасной жизнедеятельности, профилактику наркотической и алкогольной зависимости, табакокурения и других вредных привычек;

– формирование бережного, ответственного и компетентного отношения к физическому и психологическому здоровью – как собственному, так и других людей, развитие культуры здорового питания.

Модуль «Художественно-эстетическое воспитание»

Реализация воспитательного потенциала работы по формированию культурно-эстетических взглядов, нравственных принципов обучающихся, повышению общего уровня культуры, формированию способности воспринимать и понимать произведения искусства во взаимосвязи с окружающим миром предусматривает:

– воспитание эстетического отношения к миру, включая эстетику быта, научного и технического творчества, спорта, общественных отношений;

– формирование способности к общему развитию, реализации творческого потенциала в учебной, профессиональной деятельности, самовоспитания и универсальной духовно-нравственной компетенции – «становиться лучше»;

– формирование чувства любви к Родине на основе изучения культурного наследия многонационального народа России;

– формирование художественно-эстетического мировоззрения, основанного на диалоге культур.

Модуль «Экологическое воспитание»

Реализация воспитательного потенциала работы по формированию экологической культуры, содействию сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, воспитанию и развитию у обучающихся любви к окружающей природе предусматривает:

– развитие у обучающихся экологической культуры, бережного отношения к родной земле, природным богатствам России и мира, понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды;

– воспитание чувства ответственности за состояние природных ресурсов, формирование умений и навыков разумного природопользования, нетерпимого отношения к действиям, приносящим вред экологии; приобретение опыта эколого-направленной деятельности.

Модуль «Волонтерское движение»

Реализация воспитательного потенциала работы по формированию готовности к добровольчеству (волонтёрству) предусматривает:

– развитие навыков волонтерской деятельности через участие в подготовке и проведении социально-значимых мероприятий;

– развитие мотивации к активному и ответственному участию в общественной жизни страны, региона, университета, государственному управлению через организацию добровольческой деятельности;

– развитие способностей к сопереживанию и формированию позитивного отношения к людям, в том числе к лицам с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья;

– развитие компетенций сотрудничества со сверстниками, детьми младшего возраста, взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности.

РАЗДЕЛ 3. ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ

3.1 Кадровое обеспечение

Реализация рабочей программы воспитания осуществляется квалифицированными специалистами университета, в частности Управления по внеучебной и социальной работе, которое несёт ответственность за организацию воспитательной работы в университете; Студенческого культурного центра, Студенческого спортивного клуба «Горная машина», Студенческого центра патриотического воспитания «Святогор», Волонтерского центра УГГУ, которые проводят с обучающимися мероприятия воспитательного характера; психолого-педагогической службы, кураторами, педагогом-психологом, преподавателями, функционал которых регламентируется требованиями профессиональных стандартов, должностными инструкциями и иными нормативными документами.

3.2 Нормативно-методическое обеспечение

Нормативно-методическое обеспечение воспитательной деятельности осуществляется следующим образом: воспитательная деятельность ведется в соответствии с нормативно-правовыми документами федеральных органов исполнительной власти в сфере образования, требованиями федеральных государственных образовательных стандартов, Уставом университета и локальными актами университета с учетом сложившегося опыта воспитательной деятельности, и имеющимися ресурсами в университете.

3.3 Требования к условиям работы с обучающимися с особыми образовательными потребностями

В воспитательной работе с категориями обучающихся, имеющих особые образовательные потребности: обучающиеся с инвалидностью, ограниченными возможностями здоровья, из социально уязвимых групп (воспитанники детских домов, обучающиеся из семей мигрантов, билингвы и др.), одарённые, с отклоняющимся поведением, создаются особые условия.

В системе организации воспитательной деятельности с категориями обучающихся, имеющих особые образовательные потребности, устанавливаются сотрудничество препо-

давателей, кураторов, педагогов-психологов, родителей (законных представителей) обучающихся с целью устранения нарушенных функций, развития функциональных систем обучающихся, коррекции поведения, формирования социально-значимых качеств.

При организации воспитательного пространства создаются благоприятные условия для развития социально значимых отношений обучающихся, и, прежде всего, ценностных отношений к семье, труду, своему отечеству, своей малой и большой Родине, природе, миру, знаниям, культуре, здоровью, окружающим людям, к самим.

Формирование доброжелательного отношения к обучающимся, имеющим особые образовательные потребности и их семьям со стороны всех участников образовательных отношений, а также индивидуальный подход позволяет получить им необходимые социальные навыки, знания и умения необходимые для дальнейшей профессиональной деятельности.

При организации воспитания обучающихся с особыми образовательными потребностями осуществляется ориентация на:

– налаживание эмоционально-положительного взаимодействия с окружающими для их успешной социальной адаптации и интеграции как в университете, так и в профессиональной деятельности;

– формирование доброжелательного отношения к обучающимся и их семьям со стороны всех участников образовательных отношений;

– построение воспитательной деятельности с учётом индивидуальных особенностей и возможностей каждого обучающегося;

– обеспечение психолого-педагогической поддержки семей обучающихся, содействие повышению уровня их педагогической, психологической, социальной компетентности;

– формирование личности обучающегося с особыми образовательными потребностями с использованием адекватных физическому и психическому состоянию методов воспитания;

– создание оптимальных условий совместного воспитания и обучения обучающихся с особыми образовательными потребностями и их сверстников, с использованием адекватных вспомогательных средств и педагогических приёмов, организацией совместных форм работы с педагогом-психологом и другими специалистами университета;

– личностно-ориентированный подход в организации всех видов деятельности обучающихся с особыми образовательными потребностями.

3.4 Система поощрения профессиональной успешности и проявлений активной жизненной позиции обучающихся

Поощрение профессиональной успешности и проявлений активной жизненной позиции обучающихся осуществляется следующим образом:

– выплачивается повышенная государственная академическая стипендия;

– предоставляются путевки на летний отдых и оздоровление;

– представляются кандидатуры обучающихся на стипендию Правительства Российской Федерации;

– представляются кандидатуры обучающихся на стипендию Губернатора Свердловской области;

– вручаются благодарственные письма, письма участников.

Основания для поощрения обучающихся:

– успехи в учебной деятельности;

– успехи научной деятельности;

– успехи в культурно-творческой деятельности;

– успехи в общественной деятельности;

– успехи в физкультурной деятельности;

– победы в конкурсах, олимпиадах, фестивалях, соревнованиях различного уровня;

– активное участие в культурно-массовых мероприятиях на уровне университета, округа, региона, Российской Федерации, на международном уровне;

– спортивные достижения на различных уровнях.

3.5 Анализ воспитательного процесса

Основные направления анализа воспитательного процесса:

3.5.1 Анализ условий воспитательной деятельности

Анализ воспитательной деятельности проводится по следующим позициям:

– кадровое обеспечение воспитательной деятельности (наличие специалистов, прохождение курсов повышения квалификации);

– наличие и количество студенческих объединений, клубов, предметных кружков, кружков технического творчества, спортивных секций и кружков;

– количество социальных партнеров, вовлечённых в воспитательную деятельность (предприятия, учреждения культуры, здравоохранения, правоохранительные органы, образовательные организации др.);

– участие педагогических работников университета в конкурсах, семинарах, конференциях, вебинарах по направлениям воспитательной деятельности;

– оформление предметно-пространственной среды университета.

3.5.2 Анализ состояния воспитательной деятельности

Анализ состояния воспитательной деятельности проводится по следующим позициям:

– проводимые в университете дела и реализованные проекты;

– уровень вовлеченности обучающихся в проекты и мероприятия на уровне университета, районном, городском, региональном и федеральном уровнях;

– включенность обучающихся и преподавателей в деятельность различных объединений;

– участие обучающихся в конкурсах различного уровня и направленности;

– профессионально-личностное развитие обучающихся (анализ портфолио);

– снижение негативных факторов (уменьшение числа обучающихся, состоящих на различных видах профилактического учета/контроля, снижение/отсутствие совершенных правонарушений и преступлений).

Основным способом получения информации являются: педагогическое наблюдение, анкетирование, тестирование, беседы с обучающимися и их родителями (законными представителями), педагогическими работниками, представителями студенческого совета.

Анализ проводится проректором по молодежной политике и развитию образования, начальником управления по внеучебной и социальной работе, педагогом-психологом, кураторами академических групп.

Итогом самоанализа является перечень выявленных проблем, над решением которых предстоит работать коллективу университета.

Приложение к рабочей программе воспитания

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по молодежной политике и развитию образования
_____ А. В. Легостев

14.11.2024

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
на 2024-2025 учебный год

В ходе планирования воспитательной деятельности университет учитывает воспитательный потенциал участия обучающихся в мероприятиях, проектах, конкурсах, акциях, проводимых на уровне:

Российской Федерации, в том числе:

«
Р «Большая перемена» https://bolshayaperemena.online/;
о «Лидеры России» https://лидерыроссии.рф/;
с «Мы Вместе» (волонтерство) https://onf.ru;
с отраслевые конкурсы профессионального мастерства;
и движения «Ворлдскиллс Россия»;
я движения «Абилимпикс»;

субъектов Российской Федерации, а также **отраслевые профессионально значимые события и праздники.**

№	Модуль	Курсы, группы	Сроки	Ответственные
	1. Образовательная деятельность			
1	Дисциплина «Основы российской государственности	I,II,III	01.09.2024-31.05.2025	Зубов В. В.
	2. Кураторство			
1	Воспитательное мероприятие «Час куратора»	I	01.09.2024-31.05.2025	Шехтман Д. А.
	3. Наставничество			
1	Подготовка и проведение адаптационного мероприятия «Неделя первокурсника 2024»	I	30.08.2024 - 04.09.2024	Шехтман Д. А.
	4. Основные воспитательные мероприятия			
1	Презентация студенческих общественных, спортивных, научных, творческих объединений	I	30.08.2024-04.09.2024	Шехтман Д. А.
2	Профориентационные мероприятия для студентов I курса	I	12.08.2024-17.08.2024	Коновалов П. А.
3	Спортивно-массовое мероприятие «Неделя футбола» и межнациональный футбольный турнир к Дню народного единства	I-V	01.11.2024-05.11.2024	Сухомлин С. Д.
4	Культурно-массовое мероприятие «Новогодний ректорский прием»	I-V	23.12.2024	Нижников Е. В.
5	Празднование дня Российского студенчества, Молебен святой мученице Татьяне	I-V	25.01.2025	Бачинин И. В.
6	Организация игры «Патриот»	I-V	19.02.2025-23.02.2025	Комаров А. А.
7	Праздничный концерт «День защитника отечества»	I-V	22.02.2025	Нижников Е. В.
8	Праздничный концерт «Международный женский день»	I-V	07.03.2025	Нижников Е. В.

9	Участие в первомайской демонстрации	I-V	01.05.2025	Коновалов П. А.
10	Патриотическая акция «Бессмертный полк Горного»	I-V	08.05.2025	Комаров А. А.
11	Праздничные мероприятия, посвященные 80 годовщине Победы в ВОВ	I-V	09.05.2025	Нижников Е. В.
12	Легкоатлетическая эстафета «Горняк»	I-V	17.05.2025	Сидоров С. Г.
	5. Организация предметно-пространственной среды			
13	Оформление и обновление новостных стендов	I-V	01.09.2024-30.05.2025	Пономарева Т. В.
14	Популяризация символики образовательной организации	I-V	01.09.2024-10.11.2024	Пономарева Т. В.
15	Подготовка и обновление тематических экспозиций в библиотеке университета	I-V	01.09.2024-30.05.2025	Справцева Е. А.
16	Разработка и реализация коворкинг зон для студентов	I-V	01.09.2024-30.05.2025	Коновалов П. А.
17	Оформление зданий университета, холлов, с использованием государственной символики России	I-V	10.09.2024	Комаров А. А.
	6. Взаимодействие с родителями (законными представителями)			
18	Деятельность Службы примирения университета и работа с конфликтными ситуациями	I-V	01.09.2024 – 30.05.2025	Первушина А. А.
	7. Самоуправление			
19	Обучающие мероприятия для студенческого актива УГГУ	I-V	01.09.2024-20.11.2024	Шехтман Д. А.
20	Обучающие мероприятия для активистов организационно-массовой комиссии ПСО УГГУ	I-V	14.09.2024-16.09.2024	Коновалов П. А.
21	Отчетно – выборные конференции профбюро факультетов	I-V	10.10.2024-25.10.2024	Коновалов П. А.
22	Проведение мероприятия среди студенческой молодёжи, направленного на повышение уровня медиа грамотности "Медиадиктант"	I-V	18.10.2024	Пономарева Т. В.
23	Обучающее мероприятие «ПРОФшкола Горно-механического факультета»	I-V	08.11.2024-12.11.2024	Коновалов П. А.
24	Обучающие мероприятия для активистов ФГХ	I-V	08.11.2024-12.11.2024	Коновалов П. А.
25	Интеллектуальная игра для обучающихся УГГУ «Интуиция»	I-V	10.11.2024	Коновалов П. А.

26	Интеллектуальная игра для обучающихся УГГУ «Квиз-турнир»	I-V	16.12.2024	Коновалов П. А.
27	Новогодняя студенческая елка «Елка желаний»	I-V	24.12.2024	Коновалов П. А.
28	Традиционная новогодняя лотерея среди членов профсоюза	I-V	25.12.2024	Коновалов П. А.
29	Культурно-массовое мероприятие для обучающихся УГГУ «Турнир по киберспорту»	I-V	25.12.2024	Коновалов П. А.
30	Образовательный проект «MediaLife»	I-V	10.01.2025–28.03.2025	Сухомлин С. Д.
31	Интеллектуальная онлайн игра «Что? Где? Когда?», посвященная Всероссийскому дню студента	I-V	25.01.2025	Коновалов П. А.
32	Встреча ректора университета со студенческим активом	I-V	25.01.2025	Шехтман Д. А.
33	Традиционное исполнение студенческих желаний ректором УГГУ А.В. Душиным	I-V	25.01.2025	Шехтман Д. А.
34	Образовательный проект АССК.про	I-V	15.02.2025-01.04.2025	Сухомлин С. Д.
35	Образовательный проект «GM School» для студентов и активистов УГГУ	I-V	04.04.2025-08.04.2025	Сухомлин С. Д.
36	Очный этап образовательного проекта АССК.про	I-V	01.05.2025-30.05.2025	Сухомлин С. Д.
	8. Профилактика и безопасность			
37	Подготовка к социально-психологическому тестированию (сбор сведений, проверка технических возможностей)	I-V	01.08.2024-31.08.2024	Первушина А. А.
38	Размещение информационных материалов по вопросам антитеррористической защищённости	I-V	01.09.2024-25.12.2024	Волков С. А., Пономарева Т. В.
39	Профилактика деструктивных явлений в студенческой среде (подготовка и размещение публикаций на сайте ФГХ, в сообществе «Педагог-психолог УГГУ» и подготовка информационных листов-вкладышей)	I-V	01.09.2024-25.12.2024	Первушина А.А.
40	Подготовка к социально-психологическому тестированию	I-V	01.09.2024-30.09.2024	Первушина А .А.

	(подготовка списков, генерация паролей, информационная кампания)			
41	Размещение информационных материалов об антикоррупционных мероприятиях и нормативной базе в сфере противодействия коррупции	I-V	01.09.2024-25.12.2024	Волков С. А., Пономарева Т. В.
42	Патриотическая акция, посвященная Дню солидарности в борьбе с терроризмом	I-V	03.09.2024	Старостин А. Н. Суслонов П. Е
43	Проведение социально-психологического тестирования	I-V	01.10.2024-30.10.2024	Первушина А. А.
44	Основы безопасного общения и способы защиты от негативного влияния со стороны лиц и групп деструктивной и экстремистской направленности (беседа-тренинг с обучающимися)	I-V	01.10.2024-30.10.2024	Старостин А. Н. Суслонов П. Е
45	Подготовка документации по итогам социально-психологического тестирования	I-V	01.11.2024-30.11.2024	Первушина А. А.
46	Разговор на равных (Тема: профилактика межнациональных и межконфессиональных конфликтов)	I-V	12.11.2024	Старостин А. Н.
47	Организация процедуры получения результатов социально-психологического тестирования и подготовка плана работы с лицами «группы риска»	I-V	01.12.2024-30.12.2024	Первушина А. А.
48	Профилактика деструктивных явлений в период сессии: публикация «От сессии до сессии… Продолжение»	I-V	10.01.2025	Первушина А. А.
49	Профилактика деструктивных явлений в студенческой среде: публикации информационно-просветительского, профилактического характера на психологическую тематику: «Моя свобода и/или свобода другого?» (профилактика буллинга/кибербуллинга)	I-V	01.03.2025-31.03.2025	Первушина А. А.

50	Профилактика деструктивных явлений в студенческой среде: публикации информационно-просветительского, профилактического характера на психологическую тематику: «Кому выгодно кормить наше ЭГО?» (профилактика правонарушений и экстремистских проявлений)	I-V	01.04.2025-30.04.2025	Первушина А. А.
	9. Социальное партнёрство и участие работодателей			
51	Уральский горнопромышленный форум	I-V	01.10.2024-31.10.2024	Костюк П. А.
52	Экскурсионные мероприятия (Альфа-банк)	I-V	04.12.2024	Коновалов П. А.
53	VIII Международный инженерный чемпионат Case-in	I-V	01.03.2025-31.03.2025	Костюк П. А.
54	Экскурсионные мероприятия (Екатеринбургский метрополитен)	I-V	29.03.2025	Коновалов П. А., Коренькова М. А.
55	Всероссийский фестиваль по робототехнике	I-V	01.04.2025-30.04.2025	Кухарева А. А.
56	Ярмарка студентов	I-V	20.04.2025	Коренькова М. А.
57	Уральская горнопромышленная декада	I-V	01.05.2025-30.05.2025	Валиев Н. Г. Лебзин М. С.
	10. Профессиональное развитие, адаптация и трудоустройство			
58	Профориентационные презентации для абитуриентов	I-V	01.09.2024-25.12.2024	Кухарева А. А.
59	Экскурсии по УГГУ для абитуриентов	I-V	01.09.2024-25.12.2024	Кухарева А. А.
60	Культурно-массовое мероприятие «Межвузовский Since-Slame»	I-V	02.11.2024-03.11.2024	Шехтман Д. А.
61	День памяти погибших при исполнении служебных обязанностей сотрудников органов внутренних дел	I-V	08.11.2024	Мальцев Н. В.
62	Культурно-массовое мероприятие «Экскурсия в Уральский геологический музей»	I-V	17.11.2024	Иванова Н. С.
63	Отборочный этап студенческих проектов «Проектный конвейер»	I-V	19.11.2024	Шехтман Д. А.
64	Лекция от приглашенного спикера для обучающихся о развитии личностных качеств	I-V	24.11.2024	Коновалов П. А.
65	День юриста	I-V	03.12.2024	Мальцев Н. В.

66	Тематическая выставка «Пожарное и спасательное дело в России»	I-V	09.01.2025-31.01.2025	Справцева Е. А.
67	Конкурс профессионального мастерства «Студенческий лидер УГГУ»	I-V	25.03.2025	Коновалов П. А.
68	День открытых дверей УГГУ	I-V	26.03.2025	Гензель О. В.
69	Организация и проведение мероприятия «Встреча выпускников всех поколений и День геолога»	I-V	01.04.2025-30.04.2025	Нижников Е. В.
70	Тематическая выставка «Нефтегазовая отрасль – поле для инноваций»	I-V	01.04.2025-15.04.2025	Справцева Е. А.
71	Поход студентов геологов «Тур де ФГиГ»	I-V	04.05.2025	Коновалов П. А.
72	Организация и проведение мероприятия «Торжественное вручение дипломов выпускникам УГГУ»	I-V	01.07.2025-10.07.2025	Нижников Е. В.
	11. Воспитание здорового образа жизни			
73	Проект «Уральская студенческая баскетбольная лига»	I-V	01.09.2024-25.12.2024	Сухомлин С. Д.
74	Психологическое консультирование	I-V	01.09.2024-25.06.2025	Первушина А. А.
75	Спортивно-массовое мероприятие «Турнир по Пейнтболу среди обучающихся УГГУ»	I-V	20.09.2024-24.09.2024	Сухомлин С. Д.
76	Осенний турслет	I-V	24.09.2024-26.09.2024	Комаров А. А.
77	Чемпионат УГГУ по стрельбе «Меткий стрелок»	I-V	25.10.2024-31.10.2024	Комаров А. А.
78	Спортивно-массовое мероприятие «День Рождение ССК УГГУ «Горная Машина»	I-V	07.11.2024	Сухомлин С. Д.
79	Профилактическое мероприятие «Экспресс-тестирование на ВИЧ»	I-V	18.11.2024-19.11.2024	Медянникова Н. Г.
80	Спортивно-массовое мероприятие для обучающихся УГГУ «Неделя баскетбола»	I-V	13.12.2024-20.12.2024	Сухомлин С. Д.
81	Студенческий спортивный баттл	I-V	17.12.2024	Сухомлин С. Д
82	Фестиваль зимних видов спорта, посвященный Всемирному дню снега	I-V	15.01.2025-16.01.2025	Сухомлин С. Д.
83	Внутривузовский отборочный этап чемпионата АССК России по 5-и видам спорта	I-V	15.02.2025–01.03.2025	Сухомлин С. Д.

84	Спортивно-массовое мероприятие Турнир по страйкболу среди факультетов УГГУ, посвященный 23 февраля	I-V	21.02.2025	Коновалов П. А.
85	Спортивный турнир среди женских команд факультетов УГГУ, посвященный «Международному женскому дню»	I-V	04.03.2025	Коновалов П. А.
86	Проект «От Студзачета к знаку отличия ГТО»	I-V	14.03.2025-21.03.2025	Сухомлин С. Д.
87	Ежегодная спартакиада общежитий УГГУ по баскетболу	I-V	15.03.2025	Коновалов П. А.
88	Профилактическое мероприятие для обучающихся УГГУ «Экспресс-тестирование на ВИЧ»	I-V	16.03.2025	Медянникова Н. Г.
89	Ежегодная спартакиада общежитий УГГУ по настольному теннису	I-V	16.03.2025	Коновалов П. А.
90	Ежегодная спартакиада общежитий УГГУ по стрельбе из пневматического ружья	I-V	17.03.2025	Коновалов П. А.
91	Спортивное мероприятие туристического клуба «Скалы Петра Гронского»	I-V	19.03.2025	Комаров А. А.
92	Ежегодная спартакиада общежитий УГГУ по мини-футболу	I-V	22.03.2025	Коновалов П. А.
93	Ежегодная спартакиада общежитий УГГУ по волейболу	I-V	23.03.2025	Коновалов П. А.
94	Ежегодная спартакиада общежитий УГГУ по шахматам	I-V	24.03.2025	Коновалов П. А.
95	Оценка уровня информированности и отношение к проблеме эпидемии ВИЧ-инфекции среди студентов	I-V	01.04.2025-30.04.2025	Медянникова Н. Г.
96	Поход туристического клуба «Авантюрин» - «Покорение скал»	I-V	02.04.2025-03.04.2025	Комаров А. А.
97	Мероприятие, приуроченное к Всемирному дню здоровья	I-V	07.04.2025	Коновалов П. А.
98	Профилактическая акция для обучающихся УГГУ «Что выберешь ты?»	I-V	14.04.2025	Коновалов П. А.
99	Фестиваль летних уличных видов спорта «Горный X-games»	I-V	06.06.2025	Сухомлин С. Д.
	12. Художественно-эстетическое воспитание			

100	Культурно-массовое мероприятие «День знаний»	I-V	01.09.2024	Нижников Е. В
101	Участие университетской команды КВН в центральной/официальной лиге МС КВН (полуфинал)	I-V	01.09.2024 30.10.2024	Нижников Е. В
102	Участие коллектива УГГУ «ГрандMajor» в Международном фестивале по «Мажореткам»	I-V	01.10.2024-30.10.2024	Нижников Е. В.
103	Культурно-массовое мероприятие для обучающихся УГГУ «Литературный вечер»	I-V	07.10.2024	Коновалов П. А.
104	Культурно-массовое мероприятие «День культуры африканских стран»	I-V	12.10.2024	Иванова Н. С.
105	Культурно-массовое мероприятие для обучающихся УГГУ – Флешмоб, посвященный Дню первокурсника	I-V	14.10.2024-21.10.2024	Коновалов П. А.
106	Культурно-массовое мероприятие Смотр Художественной Самодеятельности для обучающихся первого курса	I-V	20.10.2024	Коновалов П. А.
107	Культурно-массовое мероприятие «День первокурсника»	I-V	21.10.2024	Нижников Е. В.
108	Международная просветительская акция «Большой этнографический диктант»	I-V	01.11.2024-30.11.2024	Старостин А. Н., Суслонов П. Е.
109	Участие университетской команды КВН в центральной/официальной лиге МС КВН (финал)	I-V	01.11.2024-30.11.2024	Нижников Е. В.
110	Фестиваль команд КВН «Уральские горы юмора»	I-V	25.11.2024	Нижников Е. В.
111	Культурно-массовое мероприятие для обучающихся УГГУ «Зимний бал 2024»	I-V	23.12.2024	Коновалов П. А.
112	Культурно-массовое мероприятие «Новый Год для детей работников УГГУ»	I-V	23.12.2024	Шехтман Д. А.
113	Культурно-массовое мероприятие «Новый год для иностранных студентов УГГУ». Конкурс рассказов о национальных новогодних традициях	I-V	24.12.2024	Иванова Н. С.
114	Конкурс красоты «Мисс и Мистер УГГУ-2025»	I-V	24.03.2025	Нижников Е. В.
115	Культурно-массовое мероприятие для обучающихся	I-V	21.04.2025	Коновалов П. А.

	УГГУ «Смотр художественной самодеятельности»			
116	Отчетный концерт студенческого культурного центра	I-V	26.05.2025	Нижников Е. В.
	13. Экологическое воспитание			
117	Экологическая акция по сбору отработанных батареек и пластиковых крышечек	I-V	01.09.2024-30.09.2024	Ершова А. А.
118	Реализация проекта «Экодворы» с Всероссийским экологическим движением «Делай!»	I-V	01.09.2024-30.12.2024	Ершова А. А.
119	Проведение субботников, совместно с Всероссийским экологическим движением «Делай!»	I-V	20.09.2024-20.10.2024	Ершова А. А.
120	Посадки саженцев деревьев с Всероссийским экологическим движением «Делай!»	I-V	20.09.2024-20.11.2024	Ершова А. А.
121	Экологические занятия в школах г. Екатеринбург	I-V	01.01.2025-30.04.2025	Ершова А. А.
122	Выезд эковолонтеров университета ИЭФ-TRIP “Источники”	I-V	17.02.2025	Коновалов П. А.
123	Проведение субботников, совместно с Всероссийским экологическим движением «Делай!»	I-V	01.04.2025-30.04.2025	Ершова А. А.
124	Выезд эковолонтеров университета ИЭФ-TRIP «Челябинская область»	I-V	11.05.2025	Коновалов П. А.
	14. Волонтерское движение			
125	Ежегодная благотворительная акция «Полезная макулатура»	I-V	01.11.2024-01.12.2024	Коновалов П. А., Ершова А. А.
126	День добровольца (волонтера) в России	I-V	05.12.2024	Ершова А. А.
127	Акция, приуроченная к национальному дню донора в России	I-V	26.04.2025	Коновалов П. А.
128	Посещение волонтерами ветеранов ВОВ и тружеников тыла, приуроченное ко «Дню Победы»	I-V	02.05.2025-11.05.2025	Ершова А. А.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С. А. Упоров

ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

Год набора: 2024

Автор: Козин В. З., профессор, д.т.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Обогащения полезных ископаемых	горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Козин В. З.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 4.09.2023	Протокол № 2 от 15.11.2023
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
I МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ 3
1.1 ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ 3
1.2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ 16
II КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ 18
III ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ 19
3.1 Тематика выпускных квалификационных работ 19
3.2 Теоретические вопросы государственной итоговой аттестации, оценивающие сформированность общекультурных компетенций 19
3.3 Теоретические вопросы государственной итоговой аттестации, оценивающие сформированность общепрофессиональных компетенций 20
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Пример оформления заявления на утверждение темы ВКР 22
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Пример оформления титульного листа ВКР 23
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Пример оформления задания на выполнение ВКР 24
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Пример оформления реферата ВКР 26
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Пример отзыва руководителя на ВКР 27
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Форма отзыва рецензента о ВКР 28
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Пример оформления документа, подтверждающего использование результатов ВКР 29
ПРИЛОЖЕНИЕ И. Справка о результатах проверки на наличие заимствований (ВКР-ВУЗ) 30
ПРИЛОЖЕНИЕ К. Пример оформления списка использованных источников 31

ВВЕДЕНИЕ

Программа государственной итоговой аттестации по основной профессиональной образовательной программе по специальности 21.05.04 Горное дело направленности (профиля) «Обогащение полезных ископаемых» составлена в соответствии с требованиями:

- Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29.06.2015 № 636;
- Федерального государственного образовательного стандарта - специалитета по специальности 21.05.04 Горное дело, утвержденного приказом от 12.08.2020 № 987;
- локальных нормативных актов университета, регламентирующих порядок проведения государственной итоговой аттестации.

Программа государственной итоговой аттестации включает:

I. Требования к выпускным квалификационным работам и порядку их выполнения;

II. Критерии оценки выпускных квалификационных работ;

III. Оценочные материалы.

IV. Приложения

I МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

1.1 ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

1.1.1 Общие положения

Государственная итоговая аттестация представляет собой процесс итоговой проверки и оценки компетенций выпускника, полученных в результате обучения. Государственная итоговая аттестация выпускника высшего учебного заведения является обязательной и осуществляется после освоения образовательной программы в полном объеме. Цель итоговой государственной аттестации выпускников – установление уровня готовности выпускника к выполнению профессиональных задач.

Государственная итоговая аттестация выпускников, завершивших освоение основной профессиональной образовательной программы по специальности 21.05.04 Горное дело, направленности (профиля) «Обогащение полезных ископаемых» осуществляется в форме подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы.

Трудоемкость государственной итоговой аттестации – 18 з. е.:

- Выполнение ВКР – 6 з. е.;
- подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы – 6 з.е.;
- процедура защиты выпускной квалификационной работы – 6 з.е.

Трудоемкость государственной итоговой аттестации				
кол-во з. е.	часы			Наименование вида работы
	общая	контактная работа	СР	
6	216		216	Выполнение выпускной квалификационной работы (ВКР)
6	216	35	181	Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
6	216		216	Процедура защиты ВКР

1.1.2 Цели и задачи выпускной квалификационной работы

Цель выполнения выпускной квалификационной работы:

систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по специальности 21.05.04 Горное дело и применение этих знаний при решении конкретных производственных задач;

развитие навыков ведения самостоятельной работы и применения методик исследования и экспериментирования;

выяснение подготовленности обучающихся для самостоятельной работы по задачам профессиональной деятельности, определенных ФГОС ВО специальности 21.05.04 Горное дело и соответствующей ОПОП.

Выпускная квалификационная работа выполняется на материалах организаций (баз практики) с учетом проблем, требующих решения в данной организации.

Основными задачами, которые должен решить обучающийся при выполнении выпускной квалификационной работы являются:

обоснование актуальности и значимости выбранной темы работы;

изучение теоретических положений по проблеме, сущности проблемы, нормативной документации;

обоснование необходимости и возможности применения определенных (в том числе) современных методик в решении задачи, поставленной в работе;

сбор необходимой информации с привлечением первичных и вторичных источников;

разработка практических рекомендаций и предложений, их экономическое и технологическое обоснование;

оформление ВКР в соответствии с нормативными требованиями.

В ходе государственной итоговой аттестации проверяется сформированность следующих компетенций:

универсальных:

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Выбирает информационные ресурсы для поиска информации в соответствии с поставленной задачей УК-1.2 Оценивает соответствие выбранного информационного ресурса критериям полноты и аутентичности УК-1.3 Систематизирует обнаруженную информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи УК-1.4 Использует системный подход для решения поставленных задач.
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.	УК-2.1 Разрабатывает план осуществления проекта на всех этапах его жизненного цикла с учетом потребностей в необходимых ресурсах, имеющихся ограничений, возможных рисков; УК-2.2 Осуществляет мониторинг реализации проекта на основе структуризации всех процессов и определения зон ответственности его участников. УК-2.3 Публично представляет результаты проекта, вступает в обсуждение хода и результатов проекта
УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1 Взаимодействует с другими членами команды для достижения поставленной задачи УК-3.2 Вырабатывает стратегию командной работы и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели УК-3.3 Организует и корректирует работу команды в том числе на основе коллегиальных решений
УК-4. Способен применять современные коммуникатив-	УК-4.1 Ведет обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке.

ные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.2 Ведет обмен деловой информацией в устной и письменной формах не менее чем на одном иностранном языке. УК-4.3 Использует современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации.
УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1 Толерантно воспринимает социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия УК-5.2 Анализирует современное состояние общества на основе знания истории. УК-5.3 Интерпретирует проблемы современности с позиций этики и философских знаний.
УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни	УК-6.1 Эффективно планирует собственное время. УК-6.2 Планирует траекторию своего профессионального развития и предпринимает шаги по ее реализации УК-6.3 Адекватно определяет свою самооценку, осуществляет самопрезентацию, составляет резюме
УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	УК-7.1 Использует основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внутренних и внешних условий реализации конкретной профессиональной деятельности. УК-7.2 Выполняет индивидуально подобранные комплексы оздоровительной или адаптивной физической культуры. УК-7.3 Выбирает и применяет рациональные способы и приемы сохранения физического здоровья, профилактики заболеваний, психофизического и нервно-эмоционального утомления
УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1 Выявляет возможные угрозы для жизни и здоровья в повседневной и профессиональной деятельности. УК-8.2 Понимает, как создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов. УК-8.3 Демонстрирует приемы оказания первой помощи
УК-9. Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах	УК-9.1 Применяет базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах УК 9.2 Применяет навыки взаимодействия в социальной и профессиональной сферах с лицами из числа инвалидов и лицами с ограниченными возможностями здоровья
УК-10. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	УК-10.1 Понимает основные проблемы, базовые принципы и законы функционирования экономики, роль государства в экономическом развитии УК-10.2 Понимает поведение потребителей и производителей экономических благ, особенности рынков факторов производства УК-10.3 Понимает цели, виды и инструменты государственной экономической политики и их влияние на субъектов экономики УК-10.4 Применяет методы личного финансового планирования, использует финансовые инструменты для управления собственным бюджетом, контролирует личные финансовые риски
УК-11. Способен формировать нетерпимое отношение к прояв-	УК-11.1. Знает законодательство, направленное на борьбу с экстремизмом, терроризмом, коррупцией

лениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности	УК-11.2. Понимает правовые нормы, обеспечивающие борьбу с экстремизмом, терроризмом, коррупцией в различных областях жизнедеятельности

общепрофессиональных:

Код и наименование общепрофессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-1. Способен применять законодательные основы в областях недропользования, обеспечения экологической и промышленной безопасности при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов	ОПК-1.1 Демонстрирует навыки поиска и использования нужной юридической информации для своей профессиональной деятельности ОПК 1.2 Применяет законодательные основы в своей профессиональной деятельности при составлении нормативной документации по промышленной безопасности
ОПК-2. Способен применять навыки анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	ОПК-2.1 Применяет навыки анализа горно-геологических условий при выборе технологий эксплуатационной разведки и добычи твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов переработки ОПК-2.2 Применяет навыки анализа горно-геологических условий при эксплуатации горнодобывающего предприятия
ОПК-3. Способен применять методы геолого-промышленной оценки месторождений твердых полезных ископаемых, горных отводов	ОПК-3.1 Применяет методы геолого-промышленной оценки месторождений твердых полезных ископаемых, горных отводов для прогноза длительности работы предприятия ОПК-3.2 Оценивает месторождения твердых полезных ископаемых, горных отводов для расчета производительности предприятия
ОПК-4. Способен с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр	ОПК-4.1 Применяет знания химического характера для оценки химического и минерального состава земной коры ОПК-4.2 Описывает физические процессы, повлиявшие на строение, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых с применением физических закономерностей
ОПК-5. Способен применять методы анализа, знания закономерностей поведения, управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	ОПК-5.1 Оценивает различия в физических и химических свойствах горных порох для использования в процессе добычи и переработки полезных ископаемых ОПК-5.2 Использует математические и физические методы анализа и описания закономерностей поведения и свойств горных пород в процессе переработки полезных ископаемых
ОПК-6. Способен применять методы анализа и знания закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при	ОПК-6.1 Оценивает различия в физических и химических свойствах горных пород для использования в процессе переработки твердых полезных ископаемых ОПК-6.2 Использует математические и физические методы анализа и описания закономерностей поведения и свойств горных пород в процессе переработки твердых полезных ископаемых

строительстве и эксплуатации подземных объектов	
ОПК-7. Способен применять санитарно-гигиенические нормативы и правила при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов	ОПК-7.1 Оценивает степень нанесения ущерба при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов ОПК-7.2 Применяет санитарно-гигиенические нормативы и правила для контроля над состоянием окружающей среды
ОПК-8 Способен работать с программным обеспечением общего, специального назначения и моделирования горных и геологических объектов	ОПК-8.1 Работает с аппаратурой и программным обеспечением специального назначения ОПК-8.2 Определяет пространственное положение объектов для дальнейшего моделирования горных и геологических объектов
ОПК-9. Способен осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций	ОПК-9.1 Применяет нормативные документы при горных и взрывных работах, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций ОПК-9.2 Управляет процессами на производственных объектах с учетом основных особенностей, рисков, и требований техники безопасности при горных и взрывных работах, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций
ОПК-10. Способен применять основные принципы технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов	ОПК-10.1 Использует принципы технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов для формирования инновационных решений. ОПК-10.2 Применяет основные принципы технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых в своей производственной деятельности
ОПК-11. Способен разрабатывать и реализовывать планы мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	ОПК-11.1 Реализует и разрабатывает планы мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду, учитывая особенности деятельности горноперерабатывающих предприятий ОПК-11.2 Подбирает технологии переработки сырья и последующего его хранения и транспортировки с наименьшим ущербом для экологии
ОПК-12. Способен определять пространственно-геометрическое положение объектов, осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты	ОПК-12.1. Определяет пространственно-геометрическое положение объектов на земной поверхности, в подземных и открытых горных выработках, осуществляют вынос проектов в натуру и их контроль, подсчет объемов горных и строительных работ с использованием маркшейдерско-геодезических приборов и инструментов. ОПК-12.2. Обрабатывает результаты маркшейдерско-геодезических измерений и осуществляет их интерпретацию. ОПК-12.3. Создает и пополняет маркшейдерско-геодезическую и горно-графическую документации.
ОПК-13. Способен оперативно устранять нарушения производственных процессов, вести первичный учет выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства,	ОПК-13.1 Проводит мониторинг производственных процессов, с целью выявления и устранения их нарушений ОПК-13.2 Совершенствует организацию производственного процесса для максимальной стабильности, безаварийности, улучшения его оперативных и текущих показателей

обосновывать предложения по совершенствованию организации производства	
ОПК-14. Способен разрабатывать проектные инновационные решения по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов	ОПК-14.1 Разрабатывает проекты с учетом инновационных технологий при эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых ОПК-14.2 Участвует в разработке проектных инновационных решений по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых
ОПК-15. Способен в составе творческих коллективов и самостоятельно, контролировать соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и документам промышленной безопасности, разрабатывать, согласовывать и утверждать в установленном порядке технические и методические документы, регламентирующие порядок, качество и безопасность выполнения горных, горностроительных и взрывных работ	ОПК-15.1 Контролирует этапы ведения горных, горностроительных и взрывных работ в соответствии с технической документацией по промышленной безопасности ОПК-15.2 Создаёт и утверждает в установленном порядке техническую документацию при выполнения горных, горностроительных и взрывных работ
ОПК-16. Способен применять навыки разработки систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов	ОПК-16.1 Принимает участие в разработке систем автоматического анализа и контроля экологической ситуации и промышленной безопасности ОПК-16.2 Продумывает и предлагает мероприятия по улучшению существующей системы контроля экологической ситуации и промышленной безопасности
ОПК-17. Способен применять методы обеспечения промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов	ОПК-17.1 Поддерживает и правильно эксплуатирует системы электроснабжения для безотказной работы промышленных объектов ОПК-17.2 Грамотно использует системы электрического и автоматического контроля для обеспечения промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайной ситуации
ОПК-18. Способен участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов	ОПК-18.1 Анализирует объекты профессиональной деятельности и их структурные элементы с последующим уяснением цели исследования ОПК-18.2 Разрабатывает и применяет методику исследований, делает выводы и рекомендации
ОПК-19. Способен выполнять маркетинговые исследования, проводить экономический анализ затрат для реализации технологических процессов и производства в целом	ОПК-19.1 Исследует деятельность предприятия с целью экономического анализа ОПК-19.2 Разрабатывает рекомендации для улучшения экономической ситуации
ОПК-20. Способен участвовать в разработке и реализации образовательных программ в сфере своей профессиональной деятельно-	ОПК-20.1 Формулирует требования к части образовательной программы в сфере своей профессиональной деятельности ОПК-20.2 Использует научные знания для разработки и реализации образовательных программ

сти, используя специальные научные знания	
ОПК-21. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-21-1 Понимает принципы работы современных информационных технологий ОПК-21-2 Использует современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности

профессиональных:

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-1.1. Способен выбирать технологии производства работ по обогащению полезных ископаемых, составлять необходимую документацию в соответствии с действующими нормативами	ПК-1.1.1 Разбирается во всех видах и способах обогащения полезных ископаемых ПК-1.1.2 Выбирает технологию обогащения в соответствии с минералогическим составом рудного сырья ПК-1.1.3 Составляет требуемую нормативную технологическую документацию
ПК-1.2. Способен выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке и обогащению минерального сырья на основе знаний принципов проектирования технологических схем обогатительного производства и выбора основного и вспомогательного оборудования	ПК-1.2.1 Подбирает основные технические характеристика нужного оборудования ПК-1.2.2 Выбирает и рассчитывает основное и вспомогательное оборудование ПК-1.2.3. Рассчитывает основные технологические параметры производства на основе принципов проектирования технологических схем
ПК-1.3. Способен разрабатывать и реализовывать проекты производства по переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования, рассчитывать производительности и определять параметры оборудования обогатительных фабрик, формировать генеральный план и компоновочные решения обогатительных фабрик	ПК-1.3.1 Работает в графических редакторах для проектирования ПК-1.3.2 Создает генеральный план, формирует компоновочные решения ПК-1.3.2 Владеет методикой расчета производительности обогатительного оборудования
ПК-1.4. Способен выполнять анализ и оптимизацию структуры, взаимосвязей, функционального назначения комплексов по добыче, переработке и обогащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов	ПК-1.4.1 Анализирует работу предприятия целью его оптимизации ПК-1.4.2 Просчитывает потенциальные улучшения в связи с внедрением оптимизирующих факторов ПК-1.4.3 Выбирает оптимальный комплекс мероприятий по улучшению технологических показателей
ПК-1.5. Способен руководствоваться в практической инженерной деятельности принципами комплексного использования георесурсного потенциала недр	ПК-1.5.1 Применяет принципы комплексного использования сырья при выборе технологии переработки ПК-1.5.3 Применяет технологии переработки техногенного сырья
ПК-1.6. Способен разрабатывать и реализовывать мероприятия по совершенствованию и повышению технического уровня горного производства, обеспечению конкуренто-	ПК-1.6.1 Определяет эффективность технического оснащения горного производства ПК-1.6.2 Проверяет соответствие технического оснащения горного производства его конечным целям ПК-1.6.3 Разрабатывает мероприятия по повышению рента-

способности организации в современных экономических условиях	бельности горного производства
ПК-1.7. Способен создавать и (или) эксплуатировать оборудование и технические системы обеспечения эффективной и безопасной реализации технологических процессов при производстве работ по переработке твердых полезных ископаемых.	ПК-1.7.1 Использует в работе основные принципы создания и эксплуатации оборудования и технических систем, необходимых для эффективной работы обогатительного предприятия ПК-1.7.2 Обеспечивает работу оборудования и технических систем в составе технологических цепей ПК-1.7.3 Проверяет эффективность и безопасность оборудования и технических систем

При выполнении выпускной квалификационной работы обучающиеся должны *показать*:

сформированные универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции;

способность самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности;

навыки постановки исследовательской проблемы, ее самостоятельного обсуждения, анализа возможных вариантов ее решения;

способность грамотно излагать специальную информацию, аргументировать и защищать свою точку зрения;

умение самостоятельного квалифицированного библиографического поиска, изучения и анализа научной литературы по теме;

навыки использования методологических, историко-философских и конкретных знаний, полученных в процессе обучения, для решения поставленной в работе проблемы;

умение написания профессионально грамотного текста и оформления его в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным публикациям;

использование в работе современных технологий.

1.1.3 Общие требования к выпускной квалификационной работе

Выпускная квалификационная работа должна отвечать следующим требованиям:

- быть актуальной (иметь теоретическое обоснование актуальности изучаемой проблемы в современных условиях хозяйственной деятельности);
- носить практический либо исследовательский характер;
- представлять самостоятельное исследование, демонстрирующее способность выпускника решать профессиональные проблемы на основе анализа существующей практики, литературы, самостоятельных исследований, формулировать соответствующие выводы и вносить предложения;
- отражать добросовестность студента в использовании опубликованных материалов других авторов.

Общие требования к выпускной квалификационной работе – целевая направленность; четкость построения; логическая последовательность изложения материала; глубина исследования и полнота освещения вопросов; убедительность аргументаций; доказательность выводов и обоснованность рекомендаций; грамотное оформление.

Текст выпускной квалификационной работы должен демонстрировать:

– знакомство автора с литературой вопроса;

– умение выделить проблему и определить методы ее решения;

– умение последовательно изложить существо рассматриваемых вопросов, грамотно цитировать ведущих исследователей, делать ссылки на использованные источники;

– умение собирать, обобщать, анализировать нормативные документы, практические материалы, полученные в результате преддипломной практики.;

– достоверность и конкретность изложения фактических и экспериментальных данных о работе организации;

– обоснование выводов и предложений по результатам исследования, их конкретный характер, практическую ценность для решения исследуемых проблем;

– владение соответствующим понятийным и терминологическим аппаратом;

– четкость и логичность изложения мыслей, доказательность целесообразности и эффективности предлагаемых решений;

– приемлемый уровень языковой грамотности, включая владение функциональным стилем научного изложения.

1.1.4 Выбор, согласование и утверждение темы выпускной квалификационной работы

Выбор темы выпускной квалификационной работы осуществляется обучающимся по согласованию с руководителем. При выборе темы ВКР необходимо исходить из:

актуальности и значимости ее для дальнейшей производственно-технологической деятельности специалиста;

производственной специализации выпускающей кафедры и ее преподавателей;

возможности получения информации для проведения анализа и обоснования предлагаемых решений.

Примерный перечень тем выпускных квалификационных работ разрабатывается выпускающей кафедрой и доводится до сведения обучающихся. Обучающийся может предложить свою тему, обосновав целесообразность ее разработки. Тема выпускной квалификационной работы может являться продолжением тем, ранее представленных обучающимся в рамках курсовых работ (проектов).

Для успешного выполнения выпускной квалификационной работы необходимо уже на первом этапе (выбор темы) четко сформулировать цель работы (отражающуюся в ее названии) и задачи.

После выбора темы, согласования ее с руководителем, студент подает заявление на имя заведующего кафедрой об утверждении темы выпускной квалификационной работы (**приложение А**).

Закрепление тем выпускных квалификационных работ за студентами оформляется приказом по университету. Следует иметь в виду, что **тема, утвержденная приказом ректора университета, изменению не подлежит**. Исключение могут составить лишь случаи возникновения объективных непреодолимых препятствий к ее разработке. Изменение оформляется приказом по университету на основании письменного заявления обучающегося и представления заведующего кафедрой.

1.1.5 Структура и содержание выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа состоит их 2-х частей: пояснительной записки и графической части.

Структурные элементы пояснительной записки выпускной квалификационной работы перечислены ниже в порядке их расположения и брошюровки.

1. Титульный лист (**приложение Б).**
2. Сопроводительные документы к выпускной квалификационной работе:
   2.1 Задание на выпускную квалификационную работу (**приложение В**).
   2.2 Реферат (**приложение Г**).
   2.3.Отзыв руководителя ВКР (**приложение Д**).
   2.4 Отзыв рецензента (**приложение Е**).
   2.5 Справка об использовании результатов (если результаты исследования нашли практическое применение) (**приложение Ж**).
   2.6 Справка «ВКР-ВУЗ» (**приложение И**).
3. Содержание.
4. Введение.
6. Общие сведения.
7. Технологическая часть.

8. Специальная часть.
9. Экономическое обоснование.
10. Безопасность производственной деятельности. Промышленная экология.
11. Заключение.
12. Список использованных источников (**приложение К**).
13. Приложения.

Титульный лист должен содержать все необходимые идентификационные признаки, в частности, название работы, указание автора работы, его группы, руководителя,.

На титульном листе подписью руководителя подтверждается допуск выпускной квалификационной работы к защите.

Форма титульного листа приведена в приложении Б.

Титульный лист учитывается в общей нумерации страниц выпускной квалификационной работы, порядковый номер на титульном листе не ставится.

Сопроводительными документами к выпускной квалификационной работе являются:

1. задание на выполнение выпускной квалификационной работы (приложение В);
2. реферат (приложение Г);
3. отзыв руководителя ВКР (приложение Д);
4. отзыв рецензента (приложение Е);
5. документ, подтверждающий использование результатов исследования (приложение Ж);
6. Справка «ВКР-ВУЗ» (приложение И).

Сопроводительные документы подшиваются следом за титульным листом работы, но в общей нумерации страниц выпускной квалификационной работы они не учитываются и порядковые номера на них не ставятся.

Цель составления *задания на выполнение выпускной квалификационной работы* – уяснение замысла работы. Оформление задания на ВКР предполагает составление под контролем руководителя ВКР плана работы. Пример задания на выпускную квалификационную работу приведен в приложении В.

Реферат составляется с целью ознакомления членов ГЭК с основными выходными данными ВКР.

Реферат должен соответствовать требованиям ГОСТ 7.9-95.

В реферате указывается объем пояснительной записки, количество иллюстраций, таблиц, использованных источников. Приводится перечень ключевых слов, характеризующих содержание пояснительной записки. Перечень должен включать от пяти до 15 ключевых слов.

Текст реферата должен характеризовать тему, характер и цель работы. В реферате необходимо указать методы исследований и обработки данных, привести основные проектные решения или результаты исследований, их новизну и эффективность.

Объем реферата не должен превышать одной страницы.

Пример оформления приведен в приложении Г.

Наличие *содержания* (плана работы) позволяет уйти от освещения вопросов, не относящихся к теме работы, обеспечить четкость и последовательность изложения материала, избежать пробелов и повторений, рационально организовать самостоятельный труд, сэкономить время.

Содержание работы помещают после справки о проверке на плагиат. Слово «СОДЕРЖАНИЕ» записывают в виде заголовка симметрично тексту прописными буквами. В содержании работы указывается перечень всех разделов (частей), пунктов и подпунктов выпускной квалификационной работы, а также номера страниц, с которых начинается каждый из них (точно по тексту). Разделы в выпускной квалификационной работе должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами, в пределах всей работы. Пункты каждого раздела должны иметь двойную нумерацию: 1-я цифра – номер раздела (части), 2-я – номер пункта в данном разделе или части, отделенного от номера раздела точкой. Заголовки содержания долж-

ны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности и соподчиненности по сравнению с заголовками в тексте нельзя.

Названия разделов и пунктов не должны дублировать друг друга, а также наименование темы работы. Каждый раздел должен раскрывать часть темы, каждый пункт – часть содержания раздела.

Введение, заключение, список использованных источников включают в содержание, но не нумеруют.

Выполнение выпускной квалификационной работы рекомендуется начинать с написания «ВВЕДЕНИЯ». Естественно, в процессе исследования первичный текст введения будет меняться, иногда очень существенно. Но это не отрицает необходимости на начальном этапе поставить перед собой задачи исследования, отражаемые во введении.

«ВВЕДЕНИЕ» в общем случае имеет следующую структуру:

актуальность темы;

связь решаемых в работе вопросов с общими задачами развития предприятий;

формулировку цели и определение задач работы;

оценка современного состояния техники и технологии в данной области;

перспективы развития при эффективном решении поставленных задач.

Цель выпускной квалификационной работы должна соответствовать названию темы. Цель работы формулируется кратко и точно. Конкретизация цели осуществляется в задачах работы. «Исходя из поставленной цели, были поставлены следующие задачи выпускной квалификационной работы..:

- …;
- …;
- …

Формулировки задач необходимо делать очень тщательно, так как описание их решения должно составить содержание последующих разделов (пунктов) выпускной квалификационной работы.

После того, как сформулированы цель и задачи, следует указать информационную базу и структуру выпускной работы, а именно:

«Выпускная квалификационная работа состоит из введения, разделов или частей основного текста, заключения, списка использованных источников, приложений».

Введение не должно превышать 2-3 страницы компьютерного набора.

Основная часть пояснительной записки ВКР состоит из разделов:

ДЛЯ ВКР, ПРЕДУСМАТРИВАЮЩЕЙ ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОЕКТА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ОБОГАЩЕНИЮ МИНЕРАЛЬНОГО ИЛИ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ:

1 Общий раздел

- географическое местоположение фабрики, климатические условия района;
- краткая геологическая характеристика месторождения;
- способ добычи и транспортировки руды на промплощадку;
- характеристика руды (гранулометрический, вещественный, минералогический и др. составы руды);
- требования к качеству продукции, практика переработки руд-аналогов

2 Технологический раздел

- обоснование и выбор основной технологической схемы переработки;
- расчет технологического баланса;
- расчет качественно-количественной схемы;
- расчет водно-шламовой схемы;
- выбор и расчет основного и вспомогательного технологического оборудования;
- опробование и контроль;
- компоновочные решения.

3 Специальная часть Изучение состава и свойств отдельно взятого продукта обогащения либо более углубленное изучение конкретного технологического параметра:

- априорная информация;
- проведенные исследования;
- выводы.

ДЛЯ ВКР, ПРЕДУСМАТРИВАЮЩЕЙ РЕШЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ (РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ СЫРЬЯ ИЛИ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ):

1 Общий раздел

- существующая практика;
- вещественный состав сырья;
- технология обогащения;
- выявление закономерностей;
- постановка задач исследования

2 Исследования

- обзор и выбор методик;
- методика выполнения работы;
- ход работы;
- обработка результатов;
- оценка результатов

3 Технологическая часть

- выбор схемы;
- расчет качественно-количественной схемы;
- компоновочное решение;
- режим работы фабрики и цехов;
- выбор и расчет основного оборудования.

ОБЩЕЕ ДЛЯ ВСЕХ:

4 Экономическое обоснование. Обоснование экономической жизнеспособности спроектированного предприятия. Расчет производственной программы, капитальных вложений, эксплуатационных затрат на обогащение сырья, объемов продаж и прибылей, технико-экономических показателей.

5 Безопасность производственной деятельности. Промышленная экология.

5.1 Перечень мероприятий по обеспечению безопасности производственной деятельности и перечень мероприятий по охране труда среды.

Промышленная безопасность:

- Класс опасности предприятия по федеральному закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 № 116-ФЗ;
- правила эксплуатации основного технологического оборудования;
- правила эксплуатации грузоподъемного оборудования;
- правила работы с опасными веществами, применяемыми на предприятии;
- вентиляция и пылеподавление.

Охрана труда:

- общие сведения об организации условий и охраны труда рабочих и служащих;
- промсанитария;
- средства индивидуальной и коллективной защиты;
- противопожарные мероприятия.

5.2 Перечень мероприятий по охране окружающей среды.

Охрана воздушного бассейна:

- источники вредных выбросов в атмосферу;
- мероприятия по снижению и предотвращению вредных выбросов в атмосферу.

Охрана водного бассейна:

- источники сбросов в водную среду;
- мероприятия по снижению и предотвращению сбросов в водную среду.

Текст работы излагается последовательно, грамотно и аккуратно, при написании работы необходимо употреблять профессиональные термины, избегать сложных грамматических оборотов.

Внутреннее содержание выпускной квалификационной работы должно демонстрировать:

знакомство студента с учебной и научной литературой по теме выпускной квалификационной работы;

умение обобщать и анализировать материалы литературных источников, делать самостоятельные выводы;

владение понятийным и терминологическим аппаратом.

В тексте выпускной квалификационной работы следует избегать использования личных местоимений, заменяя их безличными формами (вместо «я считаю» - «автор считает», «мы полагаем»).

Рекомендуется использование вводных и соединительных слов – *таким образом, из этого следует, в связи и т.д*. – для подчеркивания причинно-следственных связей и выражения личного отношения к излагаемому материалу.

«ЗАКЛЮЧЕНИЕ» содержит краткие выводы, оценку результатов проделанной работы, преимущества принятых решений, основные технико-экономические показатели. В заключении необходимо показать возможность использования результатов работы, указывается вытекающая из конечных результатов ее теоретическая и практическая ценность.

Объем заключения – 3-4 страницы.

Нумерация страниц, на которых приводится текст заключения, должна продолжать общую нумерацию страниц основного текста.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ является составной частью работы и отражает степень изученности рассматриваемых задач. В список использованных источников включаются источники, на которые в работе имеются библиографические ссылки. Использованные источники должны содержать их полное описание по требованиям стандартов.

Пример оформления списка использованных источников представлен в приложении И.

Источники располагаются в порядке упоминания их в основном тексте. Нумерация страниц, на которых приводится список использованных источников, должна продолжать общую нумерацию страниц основного текста.

В ПРИЛОЖЕНИЯ следует выносить вспомогательный материал, который при включении в основную часть работы загромождает текст. К вспомогательному материалу относятся таблицы цифровых данных, инструкции, методики, иллюстрации вспомогательного характера, заполненные формы документов и др.

Нумерация страниц, на которых даются приложения, должна продолжать общую нумерацию страниц основного текста.

Вся пояснительная записка оформляется в соответствии с ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

Объем выпускной квалификационной работы должен составлять – 70-110 страниц компьютерного набора (без приложений).

Графическая часть

Графический материал является неотъемлемой частью ВКР. Как правило, по объему составляет 6-8 листов формата А1. Графическая часть ВКР включает иллюстрационный и табличный материалы, отражающие суть и основные результаты исследований, а также проектные, конструкторские и технологические решения. Выполняется карандашом или в графическом редакторе с последующей распечаткой на принтере. Графический материал оформляется в соответствии с требованиями государственных стандартов единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и системы проектной документации для строительства (СПДС): ГОСТ 21.105-79, ГОСТ 2.316-68; ГОСТ 21.108-68; .ГОСТ 2.108-68; ГОСТ 21.103-78; ГОСТ 2.302-68; ГОСТ 2.303-68; ГОСТ 2.304-81. Выполняются в соответствии с заданием и предоставляются к защите следующие чертежи (графики, иллюстрации):

ДЛЯ ВКР, ПРЕДУСМАТРИВАЮЩЕЙ ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОЕКТА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ОБОГАЩЕНИЮ МИНЕРАЛЬНОГО ИЛИ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ:

1. Качественно-количественная и водно-шламовая схемы.
2. Схема цепи аппаратов.
3. План корпуса дробления.
4. Разрез корпуса дробления.
5. План главного корпуса.
6. Разрез главного корпуса.
7. Генеральный план промплощадки
8. Технико-экономические показатели

ДЛЯ ВКР, ПРЕДУСМАТРИВАЮЩЕЙ РЕШЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ (РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ СЫРЬЯ ИЛИ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ):

1. Результаты исследования обогатимости (технологического показателя).
2. Графики по результатам исследований.
3. Качественно-количественная схема.
4. Схема цепи аппаратов.
5. Компоновочное решение.
6. Экономические показатели.
7. План цеха обогащения
8. Разрез цеха обогащения

Данный список носит рекомендательный, но не обязательный характер, по усмотрению руководителя графическая часть может изменяться в соответствии с решаемыми в ВКР задачами.

1.1.6 Руководство выпускной квалификационной работой

Руководство и контроль выполнения ВКР осуществляет руководитель ВКР. Руководитель ВКР:

помогает обучающемуся с выбором темы и разработкой плана работы;

оказывает обучающемуся помощь в разработке календарного графика выполнения выпускной квалификационной работы;

рекомендует обучающемуся необходимую литературу, нормативные правовые акты по теме;

контролирует ход работы и информирует кафедру о состоянии дел;

дает подробный отзыв на законченную работу.

1.2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

1.2.1 Основные этапы и сроки выполнения выпускной квалификационной работы

При выдаче задания составляется календарный график работы с указанием сроков окончания и представления законченной работы.

Рекомендуется следующая последовательность выполнения выпускной квалификационной работы:

выбор темы работы, её утверждение;

подбор литературы, нормативной документации и ознакомление с ними, составление литературного обзора по проблеме исследования;

сбор и обобщение аналитических материалов, анализ;

написание работы и представление её руководителю, доработка по замечаниям руководителя;

написание введения и заключения, подготовка списка использованных источников, приложений, представление работы руководителю ВКР;

прохождение нормоконтроля, исправление замечаний по оформлению работы;

проверка в системе «ВКР-ВУЗ. ВУЗ»;

размещение работы в портфолио;

подготовка к защите выпускной квалификационной работы: подготовка презентационных материалов, оформление документов на выпускную квалификационную работу.

1.2.2 Подготовка к защите выпускной квалификационной работы

Законченная ВКР (пояснительная записка с графической частью), подписанная обучающимся, передается нормоконтролеру для проверки соответствия оформления работы предъявляемым требованиям, далее – руководителю ВКР для составления письменного отзыва руководителя. В отзыве руководителя указываются сведения об актуальности темы работы, достоинства и недостатки работы, оценка полученных результатов, оценка подготовленности студента, инициативности и самостоятельности при решении задач выпускной квалификационной работы, умение студента работать с литературными источниками, нормативными правовыми актами и способность ясно и четко излагать материал, соблюдение правил и качества оформления работы. Должно быть уделено внимание оценке выпускника по личностным характеристикам (ответственность, дисциплинированность, самостоятельность, активность, творчество, инициативность и т. д.), проявленным способностям, достигнутым результатам в формировании компетенций выпускника данной программы, мотивируется возможность или невозможность представления выпускной квалификационной работы на защиту в государственной экзаменационной комиссии.

Отзыв внешнего рецензента должен содержать оценку проделанной работы, ее практическую значимость и замечания к работе.

Текст ВКР должен быть проверен на наличие заимствований в системе «ВКР-ВУЗ». ВКР размещается в портфолио не позднее, чем за 2 дня до защиты.

Перед защитой студентом представляются в ГЭК следующие документы:

1) ВКР с титульным листом, подписанным выпускником, руководителем, рецензентом, нормоконтролером;

2) задание на выполнение работы с отметками сроков подготовки работы, подписанное руководителем;

3) отзыв руководителя ВКР;

4) отзыв рецензента;

5) отчет о проверке в системе «ВКР-ВУЗ».

Готовясь к защите работы, студент составляет тезисы выступления, содержащего наиболее важные и интересные результаты.

Доклад на защите выпускной квалификационной работы, как правило, не должен превышать 7-10 мин. Студент должен не просто излагать, а защищать положения своей работы.

1.2.3 Защита выпускной квалификационной работы

Защита выпускной квалификационной работы проводится на открытом заседании ГЭК.

Порядок защиты:

-председатель ГЭК объявляет фамилию, имя и отечество выпускника, название работы;

-доклад, в течении которого студент должен кратко сформулировать актуальность, цель и задачи работы, изложить основные результаты, выводы и рекомендации.

Студент может пользоваться заранее подготовленными тезисами доклада, но излагать основное содержание своей выпускной квалификационной работы свободно, не читая письменного текста.

Все принципиальные положения выпускной квалификационной работы должны быть представлены на демонстрационном материале. К демонстрационным материалам относится графическая часть выпускной квалификационной работы (таблицы, диаграммы, планы, схемы, иллюстрации и пр.), оформленная по всем правилам технической документации. Во время доклада необходимо ссылаться на эти материалы;

-после окончания доклада члены ГЭК и присутствующие на защите предлагают выпускнику вопросы, имеющие непосредственное отношение к теме работы. Ответ на вопрос озвучивается сразу после вопроса;

- зачитывается рецензия на выпускную квалификационную работу;

- зачитывается отзыв руководителя ВКР;

- если у руководителя и рецензента есть замечания к работе, студент должен либо признать их, либо аргументировать свою точку зрения;

- председатель ГЭК предоставляет желающим слово для выступления, после чего объявляет об окончании защиты.

После окончания защиты проводится закрытое заседание ГЭК (возможно с участием руководителей), на котором определяются итоговые оценки по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). После закрытого обсуждения председатель объявляет решение ГЭК. Протокол заседания ГЭК ведется секретарем. В него вносятся заданные вопросы, особые мнения, решение комиссии об оценке.

II КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Оценка выпускной квалификационной работы производится по пяти группам критериев:

Система оценивания государственной итоговой аттестации

Оценочное средство	Балловая стоимость	Критерии начисления баллов
Выпускная квалификационная работа	2-5 баллов	Качество и уровень выполненной работы, степень самостоятельности исполнения, правильность оформления, достоверность и обоснованность полученных результатов и выводов. Оценивается по пояснительной записке и графической части.
Отзыв руководителя ВКР	2-5 баллов	Оценивается по отзыву руководителя
Отзыв рецензента ВКР	2-5 баллов	Оценивается по отзыву рецензента
Качество доклада	2-5 баллов	Качество устного доклада: логичность, точность формулировок; презентационные навыки: последовательность изложения материала, соблюдение временных требований, контакт с аудиторией, язык изложения;
Ответы на вопросы (проверка общекультурных и общепрофессиональных компетенций)	2-5 баллов	Качество ответов на вопросы членов ГЭК: глубина, правильность и полнота ответов, аргументированность, убежденность, общая эрудиция; качество ответов на замечания рецензента: логичность, глубина, правильность и полнота ответов.
Итого средняя оценка	2-5 баллов	

Оценка ***«отлично»*** ставится, если ВКР выполнена самостоятельно имеет творческий характер, обладает элементами новизны, выполнена в полном соответствии с требованиями. Собран, обобщен и проанализирован достаточный объем теоретических и нормативных правовых источников, специальной литературы. Собран, обобщен и проанализирован достаточный объем статистической информации. При написании и защите работы выпускником продемонстриро-

ван высокий уровень сформированности общекультурных и профессиональных компетенций, глубокие теоретические знания и наличие практических навыков. ВКР хорошо оформлена и своевременно представлена на кафедру, полностью соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению ВКР. Тема полностью раскрыта. На защите освещены все вопросы, ответы на вопросы профессионально грамотны. Доклад сопровождается презентацией. ВКР имеет положительную рецензию. Средняя оценка ***от 4,5 баллов включительно до 5 баллов.***

Оценка «***хорошо***» ставится, если тема работы раскрыта, однако выводы и рекомендации не оригинальны, есть неточности при освещении отдельных вопросов темы; собран, обобщен и проанализирован необходимый объем нормативных правовых актов, специальной литературы по направлению подготовки. При написании и защите работы продемонстрирован средний уровень сформированности общекультурных и профессиональных компетенций. ВКР своевременно представлена на кафедру. Доклад сопровождается презентацией. Были неполные ответы на вопросы. ВКР имеет положительную рецензию. Средняя оценка ***от 3,5 баллов включительно до 4,5 баллов.***

Оценка «***удовлетворительно***» ставится, если тема работы раскрыта частично, но в основном правильно, допущено поверхностное изложение отдельных вопросов. При написании и защите работы выпускником продемонстрирован удовлетворительный уровень сформированности общекультурных и профессиональных компетенций. ВКР своевременно представлена на кафедру. Доклад сопровождается презентацией. В процессе защиты выпускник недостаточно полно изложил основные положения работы, испытывал затруднения при ответах на вопросы. ВКР имеет положительную рецензию. Средняя оценка ***от 2,5 баллов включительно до 3,5 баллов.***

Оценка ***«неудовлетворительно»*** выставляется, если содержание работы не раскрывает тему, нет анализа практического материала, основные положения и рекомендации не имеют обоснования; при написании и защите работы выпускником продемонстрирован неудовлетворительный уровень сформированности общекультурных и профессиональных компетенций. Работа своевременно представлена на кафедру. На защите выпускник показал поверхностные знания по исследуемой теме, ответы на вопросы неудовлетворительные. Средняя оценка ***ниже 2,5 баллов.***

III ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочными средствами результатов обучения на этапе государственной итоговой аттестации являются выпускная квалификационная работа и ее защита по установленной процедуре (доклад, презентация, ответы на вопросы), позволяющие сделать вывод о сформированности компетенций.

3.1 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ

1. Проект обогатительной фабрики производительностью_____млн т для обогащения _____ руд(ы) месторождения _____.;

2. Разработка технологии обогащения руды _____ месторождения;

3. Изучение закономерностей обогащения _____ руды _____ месторождения.

3.2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ, ОЦЕНИВАЮЩИЕ СФОРМИРОВАННОСТЬ ОБЩЕКУЛЬТУРНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

1. Каковы главные особенности научного знания в отличие от религиозных представлений о мире?

2. Что, по вашему мнению, является важнейшим фактором развития общества в современном мире?

3. В каких формах осуществляется влияние научного знания на развитие экономики, культуры, духовной жизни и общества в целом?

5. Каково значение коммуникативных навыков для успешной деятельности производственного коллектива?

6. В чем вы видите основные причины необходимости овладения навыками общения на иностранном языке для успешного решения профессиональных задач в современных условиях?

7. В чем проявляется толерантность в восприятии социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий?

8. Чем обусловлена необходимость овладения правовой культурой для достижения высоких экономических результатов в современных условиях?

9. Какая формулировка образовательных потребностей специалиста в современных условиях является более актуальной: «образование для всей жизни» или «образование в течение всей жизни»?

10. В чем состоит профессиональная самореализация работника?

11. В чем вы видите значение здорового образа жизни, овладения методами и средствами физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности?

12. Чем обусловлена в настоящее время необходимость овладения приемами первой помощи, методами защиты в условиях чрезвычайных ситуаций?

13. Каков порядок действий технолога цеха при обнаружении пожара?

14. Каков порядок действий технолога цеха в чрезвычайной ситуации (стихийное бедствие)?

15. Каковы экономические последствия недоизвлечения полезного компонента в концентрат обогащения?

16. Какие меры может предпринять технолог для повышения экономической эффективности предприятия в целом?

17. Как Вы считаете, какие методы обогащения в течение ближайших 10 лет будут наиболее востребованы?

18. Объясните, как Вы понимаете термин «техногенное сырьё». Каковы перспективы развития обогащения этого вида сырья?

19. Как Вы думаете, какие методы обогащения могут быть применены при переработке твердых бытовых отходов?

20. Какова, на Ваш взгляд, роль высшего технического образования для подготовки кадров в области обогащения полезных ископаемых?

3.3 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ, ОЦЕНИВАЮЩИЕ СФОРМИРОВАННОСТЬ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

1. Каковы, на Ваш взгляд, основные информационные источники необходимые в работе инженера-технолога на производстве?
2. Каковы, на Ваш взгляд, основные информационные источники необходимые в работе инженера-исследователя в научно-исследовательском секторе?
3. Каковы, на Ваш взгляд, основные информационные источники необходимые в работе инженера-проектировщика в проектной организации?
4. Перечислите основные требования информационной безопасности, применяемые на современных предприятиях.
5. Какие основные формы устного и письменного общения являются традиционными для инженера-технолога на производстве?
6. Какие основные формы устного и письменного общения являются традиционными для инженера-исследователя в научно- исследовательском секторе?

7. Какие основные формы устного и письменного общения являются традиционными для инженера-проектировщика в проектной организации?

8. Каковы основные права и обязанности мастера смены?

9. Каковы основные права и обязанности заведующего научно-исследовательской лабораторией?

10. Каковы основные права и обязанности главного технолога?

11. Перечислите основные направления рационального и комплексного освоения недр при переработке твёрдых полезных ископаемых.

12. Как Вы понимаете термин «ресурсосбережение»? Как это учтено в Вашей ВКР?

13. Какова величина санитарной защитной зоны предприятия, представленного в Вашей ВКР?

14. Приведите пример отечественной или зарубежной обогатительной фабрики, частично или полностью расположенной под землёй.

15. Назовите основные методы расчёта технологических схем обогащения с использованием ПК.

16. Какие критерии оценки числовых данных вы знаете?

17. Как Вы считаете, какова перспектива развития и использования облачных технологий и Интернета вещей применительно к технологическим процессам на современных обогатительных фабриках.

18. Как можно управлять качеством руды, поступающей на обогатительную фабрику после рудоподготовительного передела?

ПРИЛОЖЕНИЕ А

форма заявления на утверждение темы ВКР

Зав. кафедрой _____
Фамилия И. О.
студента группы _____
Фамилия Имя Отчество

Заявление
на утверждение темы выпускной квалификационной работы

Прошу утвердить тему выпускной квалификационной работы (из числа предложенных университетом):

_____
_____
(название темы)

Прошу утвердить самостоятельно определенную тему выпускной квалификационной работы

_____
_____
(название темы)

Руководитель ВКР: _____
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, должность)

Дата: _____

Подпись студента:_____

Подпись руководителя: _____

Решение зав. кафедрой
«Утверждаю»
_____
«___» _____20__ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

форма титульного листа ВКР

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Специальность: 21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО
Специализация: ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (ОПИ)

Кафедра ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА СПЕЦИАЛИСТА

НАЗВАНИЕ ТЕМЫ

Пояснительная записка

Студент: _____ И. О. Фамилия
подпись, дата

Группа:

Руководитель ВКР: _____ И. О. Фамилия
подпись, дата

Нормоконтроль: _____ И. О. Фамилия
подпись, дата

Рецензент: _____ И. О. Фамилия
подпись, дата

Екатеринбург
20_____

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Пример оформления задания на выполнение ВКР

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО
«УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет	Заочный
Кафедра	«Обогащение полезных ископаемых»
Специальность	21.05.04 Горное дело
Направленность (профиль)	«Обогащение полезных ископаемых»

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий кафедрой
_____ Ф. И. О
«___»_____ 20___ г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Студенту **Фамилия Имя Отчество**
(фамилия, имя, отчество полностью)

1. Тема ВКР
Обогатительная фабрика производительностью 7,0 млн тонн/год для обогащения асбестовой руды Баженовского месторождения

должность, учёное звание
Ф. И. О. руководителя ВКР
Фамилия Имя Отчество

2. Срок сдачи студентом ВКР «___»_____ 20___ г.

3. Исходные данные к ВКР

D_{max}=900 мм; массовая доля асбеста в исходной руде 2,1 %; массовую долю асбеста в продуктах обогащения и извлечение принять по данным практики

4. Содержание расчетно-пояснительной записки:

4.1.Общий раздел
Местоположение предприятия, климатические условия района. Краткая геологическая характеристика месторождения. Способ добычи и транспортировки руды на промплощадку. Характеристика руды. Практика переработки руд-аналогов

4.2. Специальный раздел

по заданию руководителя

4.3. Технологический раздел

Обоснование и выбор технологической схемы переработки.

Расчет технологического баланса. Расчет качественно-количественной схемы.

Выбор и расчет основного и вспомогательного технологического оборудования.

Опробование и контроль. Компоновочные решения.

4.4. Экономическое обоснование по заданию руководителя .

4.5. Безопасность производственной деятельности и промышленная экология

Перечень мероприятий по обеспечению безопасности производственной деятельности

Перечень мероприятий по охране окружающей среды

5. Графический материал

9. Качественно-количественная и водно-шламовая схемы.
10. Схема цепи аппаратов.
11. План корпуса дробления.
12. Разрез корпуса дробления.
13. План главного корпуса.
14. Разрез главного корпуса.
15. Генеральный план промплощадки
16. Технико-экономические показатели

Всего 8 листов формата А1

6. График выполнения выпускной квалификационной работы

Наименование раздела ВКР	Срок выполнения
1. Общий раздел	
2. Специальный раздел	
3. Технологический раздел	
4. Экономическое обоснование	
5. Безопасность производственной деятельности и промышленная экология	
Графический материал	

Дата выдачи задания "___ " _____ 20___ г.

Руководитель ВКР _____/ И. О. Фамилия /
(подпись)

Задание на ВКР получил_____/ И. О. Фамилия /
(подпись)

Примечание: Задание оформляется в 2-х экземплярах, один из которых хранится на кафедре, другой выдается студенту и подшивается к пояснительной записке.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Пример оформления реферата ВКР

РЕФЕРАТ

СТУДЕНТ: Фамилия Имя Отчество

ГРУППА: ОПИ-13

РУКОВОДИТЕЛЬ: должность, уч. звание Фамилия Имя Отчество

ТЕМА:

_____

_____

Название ВКР в соответствии с заданием

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: 5-7 слов и/или словосочетаний, характеризующих работу

В РАБОТЕ РАССМОТРЕНЫ ВОПРОСЫ: практика и технология обогащения _____

ИЗУЧЕНО: гранулометрический и вещественный состав сырья, …..

ВЫПОЛНЕНО: исследование обогатимости _____ (указать вид сырья) методами _____обогащения, выбор основного и вспомогательного технологического оборудования для обогащения по данной технологии, … и т. д.

ПРЕДЛОЖЕНО: технологическая схема переработки, вариант компоновки оборудования в цехах.

ВКР содержит ___ страниц, ___ рисунков, __ таблиц.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Пример отзыва руководителя на ВКР

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Выпускная квалификационная работа выполнена

Студентом (кой)	*Фамилия Имя Отчество*
Специальность	21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО
Специализация	«Обогащение полезных ископаемых»
Кафедра	Обогащение полезных ископаемых
Группа	ОПИ-14
Руководитель	должность, учёное звание Фамилия Имя Отчество

Общая характеристика работы студента в период выполнения ВКР: _____
_____
_____
_____

Актуальность темы _____
_____

Степень достижения целей ВКР_____
_____

Общая характеристика теоретической части (глубина разработки проблемы, логика изложения и проч.)_____
_____
_____
_____

Общая характеристика практической части работы (наличие элементов практической новизны, наличие и значимость практических предложений и рекомендаций)_____
_____

Степень владения профессиональными знаниями, умениями и навыками_____
_____

Замечания к ВКР_____
_____

Заключение: *Выпускная квалификационная работа студента Фамилия И. О. может быть рекомендована к защите. Оценка* _____

Руководитель: _____ «___» _____ 20____ г.
подпись

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Форма отзыва рецензента о ВКР

ОТЗЫВ
РЕЦЕНЗЕНТА О ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

Ф. И.О. выпускника	*Фамилия Имя Отчество*
специальность	21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО
специализация	Обогащение полезных ископаемых
Форма обучения	очная, заочная
Тема рецензируемой работы	*НАЗВАНИЕ*
Рецензент место работы, должность (при наличии)	Фамилия Имя Отчество

Заключение о степени соответствия выпускной квалификационной работы заданию
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Оценка сформированности компетенций, предусмотренных федеральным государственным образовательным стандартом:

ВКР демонстрирует (высокий, средний, низкий) уровень сформированности общекультурных компетенций и (высокий, средний, низкий) уровень сформированности профессиональных компетенций.

Замечания и рекомендации по ВКР_____
_____

Оценка ВКР_____
_____
_____

Рецензент: _____ И. О. Фамилия
(подпись)
«_____» _____ 20_____г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Пример оформления документа, подтверждающего использование результатов ВКР

СПРАВКА
об использовании результатов выпускной квалификационной работы
на тему: «_____»

Выводы и предложения, представленные в исследовании Петрова И. С., нашли применение в практической деятельности общества с ограниченной ответственностью «Мир», в частности, при …… ……

Рекомендации автора по совершенствованию ……. деятельности организации взяты за основу при разработке перспективных направлений развития общества с ограниченной ответственностью «Мир».

Директор ООО «Мир» _____ И.О. Фамилия
(подпись)
М.П.

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Справка о результатах проверки на наличие заимствований (ВКР-ВУЗ)

ВКР ВУЗ

СПРАВКА

о результатах проверки на наличие заимствований

Уникальный код справки: **1-323749-30452**

Ф.И.О. автора проверяемой работы: Митина Наталья Сергеевна

Тема работы: Проект обогатительной фабрики для переработки медно-цинковой руды производительностью 9 млн т/год

Руководитель: Овчинникова Татьяна Юрьевна

Информация о документе:

Имя исходного файла: ВКР_МитинаН.С..docx.pdf

Тип документа: ВКР

Источники цитирования *

#	Доля в отчете	Источник (ссылка)	Где найдено (Модуль поиска)
1	26.76%	Работа «Проект обогатительной фабрики производительностью 5 млн т/год для обогащения медно-цинковой руды Гайского месторождения» студента «Шмаков Александр Андреевич» организации «Уральский государственный горный университет» ()	Модуль поиска Интернет
2	0.45%	Тема: Обогатительная фабрика производительностью 2 млн. т/год для переработки руды Гайского месторождения (http://bibliofond.ru/view.aspx?id=556157)	Модуль поиска Интернет
3	0.40%	Тема: Построение и расчет сетей с использованием технологий Wi-Fi и WiMAX (http://bibliofond.ru/view.aspx?id=669107)	Модуль поиска Интернет
4	0.20%	Безопасность жизнедеятельности на производстве (http://www.ronl.ru/referaty/bezopasnost_zhiznideyatelnosti/54551/)	Модуль поиска Интернет
5	0.20%	Вредные факторы производственной среды (http://www.ronl.ru/referaty/bzhd/361122/)	Модуль поиска Интернет

** Таблица формируется системой «ВКР-ВУЗ».*

Уникальность текста: 70.97%

подпись студента	расшифровка подписи	подпись ответственного за проверку	расшифровка подписи
	дата		дата

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Пример оформления списка использованных источников

1. Деркач В. Г. Специальные методы обогащения полезных ископаемых. М.: Недра, 1966. – 338 с.

2. Кармазин В. В., Кармазин В. И. Магнитные и электрические методы обогащения: учеб. для вузов. М.: Недра, 1988. – 304 с.

3. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»: Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (с изм. и доп.).

4. Ленуар М. Р., Гладков С. А. Новые направления в конструировании сухих магнитных сепараторов высокой напряжённости на постоянных магнитах // Обогащение руд. 1998. № 1. – С. 35-37.

5. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам (ред. от 22.06.2006).

6. СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003.

7. Пелевин А. Е. Разделение вторичных металлов в магнитных и электрических полях: учеб. пос. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1996. – 100 с.

8. Справочник по обогащению руд. Основные процессы. М.: Недра, 1982.– 361 с.

9. Справочник по обогащению руд. Обогатительные фабрики. М.: Недра, 1984. – 358 с.

10. Справочник по обогащению руд чёрных металлов. М.: Недра, 1980. – 527 с.

11. Сумцов В. П. Электромагнитные железоотделители. М.: Машиностроение, 1978. – 174 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу

_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.02 ОПРОБОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Козин В. З., проф., д.т.н.

Одобрена на заседании кафедры

Обогащения полезных ископаемых
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Козин В. З.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

горно-механического
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

В. З. Козин

ОПРОБОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Руководство по выполнению лабораторных работ
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»

Второе издание, исправленное, дополненное

Екатеринбург
2019

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического факультета
«11» марта 2019 г.
Председатель комиссии
_____проф. В. П. Барановский

В. З. Козин

ОПРОБОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Руководство по выполнению лабораторных работ
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»

Второе издание, исправленное, дополненное

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

К 59

Р е ц е н з е н т : *Ю. П. Морозов*, д-р техн. наук, профессор кафедры обогащения полезных ископаемых, УГГУ.

Руководство рассмотрено на заседании кафедры обогащения полезных ископаемых «28» февраля 2019 г. (протокол № 5) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Козин В. З.

К 59 ОПРОБОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ: руководство по выполнению лабораторных работ. 2-е изд., исправл., доп. / В. З. Козин; Урал. гос. горный у-т. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. 13 с.

Выполнение лабораторных работ направлено на освоение теоретических положений опробования. Содержит постановку задачи и объяснение получаемых результатов. Составлено в соответствии с учебной программой дисциплины.

Руководство составлено для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых» специальности 24.05.04 – «Горное дело».

© Козин В. З., 2015, 2019
© Уральский государственный горный университет, 2015, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1 АНАЛИЗ ПРОБ 4

Лабораторная работа № 2 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ КОМПОНЕНТА В ТОЧЕЧНЫХ ПРОБАХ 6

Лабораторная работа № 3 ПОКУСКОВАЯ ДИСПЕРСИЯ 9

Лабораторная работа № 4 КОЭФФИЦИЕНТ ФОРМЫ 11

Лабораторная работа № 1

АНАЛИЗ ПРОБ

Цель работы: оценка погрешностей, связанных с анализом проб.

Пояснения к работе

Анализ проб выполняется на навесках небольшой величины. При этом степень сокращения пробы составляет 50-100.

Погрешность анализа $S^2_{\text{ан}}$ в итоге состоит из погрешности операции сокращения $S^2_{\text{с}}$ материала в пакете, погрешности отбора навески $S^2_{\text{нав}}$ и погрешности метода анализа $S^2_{\text{м}}$:

$$S^2_{\text{ан}} = S^2_{\text{с}} + S^2_{\text{нав}} + \frac{1}{n_{\text{пов}}} S^2_{\text{м}}.$$

Здесь $n_{\text{пов}}$ – число повторных анализов на одной и той же навеске при неразрушающем методе анализа (рентгенофлюоресцентный анализ).

Погрешность анализа находят как погрешность воспроизводимости параллельных анализов. Если выполнить отбор и анализ навесок N студентами, то

$$S^2_{\text{ан}} = \frac{\sum_{\text{i}} (\overline{\alpha}_i - \overline{\alpha})^2}{N-1},$$

где $\overline{\alpha}_{\text{i}}$ – средняя массовая доля, полученная при анализе навесок i-м студентом, $\overline{\alpha}_i = (\alpha_{i1} + \alpha_{i2})/2$;

$\overline{\alpha}$ – средняя массовая доля в навесках, полученных N студентами.

Погрешность отбора навески $S^2_{\text{нав}}$ может быть рассчитана по формуле

$$S^2_{\text{нав}} = 2 f S^2_{\text{к нав}} \cdot \rho \overline{d}^3_{\text{нав}} \left(\frac{1}{q_{\text{нав}}} - \frac{1}{q_{\text{пак}}} \right).$$

Здесь f – коэффициент формы, f = 0,5;

$S^2_{\text{к нав}}$ – покусковая дисперсия;

ρ – плотность материала навески;

$\overline{d}_{\text{нав}}$ – средняя крупность материала навески;

$q_{\text{нав}}$ – масса навески;

$q_{\text{пак}}$ – масса материала в пакете.

Погрешность метода анализа находят как погрешность анализа одной и той же навески. Если каждый из студентов подгруппы выполнит два анализа на одной и той же навеске, то

$$S_{\text{м}} = \frac{\overline{|\Delta\alpha_i|}}{1{,}13},$$

где $\Delta\alpha_i = \alpha_{i1} - \alpha_{i2}$ – разность (размах) двух результатов *i*-го студента;

$$\overline{|\Delta\alpha_i|} = \frac{\sum_i |\Delta\alpha_i|}{N}.$$

Здесь $\overline{|\Delta\alpha_i|}$ – среднее значение абсолютной величины размаха.

Погрешность сокращения пробы

$$S_{\text{с}}^2 = S_{\text{ан}}^2 - S_{\text{нав}}^2 - \frac{1}{2} S_{\text{м}}^2.$$

Если $S_{\text{с}}^2$ будет отрицательной величиной, то принимаем $S_{\text{с}}^2 = 0$.

Определяют относительные погрешности $P_{\text{ан}}$, $P_{\text{с}}$, $P_{\text{нав}}$, $P_{\text{м}}$ по общей формуле

$$P = \frac{tS}{\overline{\alpha}} \cdot 100, \%,$$

где *t* – коэффициент Стьюдента; $t \cong 2$.

S – соответствующее среднеквадратичное отклонение.

Выполнение работы

Подгруппа студентов получает пакет материала (медная руда) массой 200 г, крупностью 0,1 мм, сокращает его с помощью желобчатого сократителя на четыре части, взвешивает их. Каждый из студентов от материала своей части наполняет кювету рентгенофлюоресцентного анализатора и выполняет анализ массовой доли меди, получая значение α_{i1}, затем высыпает навеску из кюветы на бумагу и наполняет этим же материалом навески кювету вновь, анализирует ее, получая значение α_{i2}. Каждый из студентов подгруппы находит $\overline{\alpha}_i$ и $|\Delta\alpha_i|$, после чего все результаты подгруппы используют для расчета $S_{\text{м}}^2$; $S_{\text{нав}}^2$; $S_{\text{ан}}^2$ и $S_{\text{с}}^2$.

Определяют относительные погрешности $P_{\text{ан}}$, $P_{\text{м}}$, $P_{\text{нав}}$, $P_{\text{с}}$.

На основании работы студент делает вывод:

Относительная доля каждой погрешности при выполнении анализа проб.

Лабораторная работа № 2

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ КОМПОНЕНТА

В ТОЧЕЧНЫХ ПРОБАХ

Цель работы: получение распределений массовой доли в пробах и сравнение его с теоретическим.

Пояснения к работе

Если в опробуемом массиве средняя массовая доля $\overline{\alpha}$, то в каждой отобранной от него пробе или навеске массовая доля будет другой, отличной от $\overline{\alpha}$. Если от опробуемого массива отобрать N проб (навесок) и каждую проанализировать, получив для каждой навески массовую долю α_i, то увидим, что среднюю массовую долю $\overline{\alpha}$ характеризует распределение $\omega(\alpha)$ массовой доли в навесках (рис. 1, *а*).

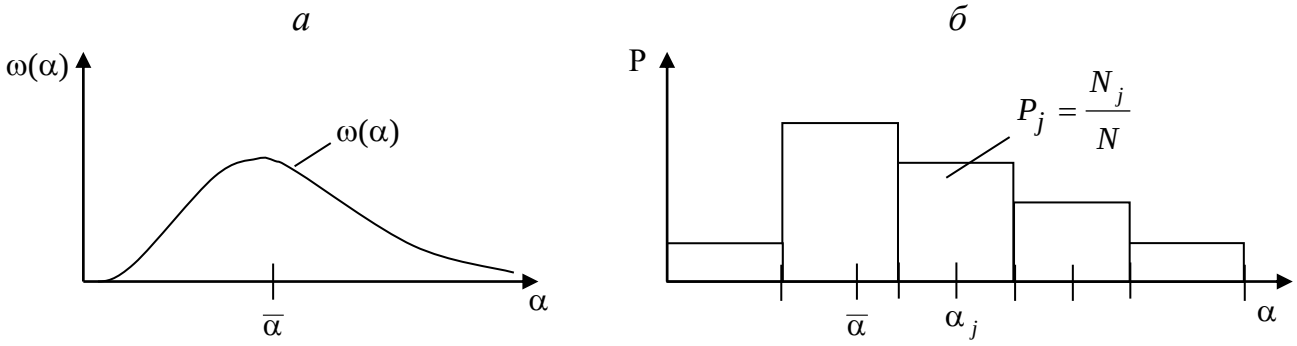


Рис. 1. Распределение массовой доли в пробах (навесках):
а – теоретическая плотность распределения вероятности;
б – экспериментальная гистограмма

Экспериментально получают гистограмму (рис. 1, *б*), где P_j – доля числа результатов N_j от общего числа данных $N = \sum_i N_j$, попадающих в интервал $\alpha_j \pm \Delta\alpha_j$.

Лабораторную работу выполняем на модельном опробуемом массиве, состоящем из одинаковых зерен (кусков) материала, в котором можно визуально выделять зерна полезного компонента.

Распределение зерен полезного компонента в навесках описывается формулой биномиального распределения.

Для малых величин $\overline{m}$ это распределение описывается более простой формулой

$$P_m = \frac{\overline{m}^m}{m!} e^{-\overline{m}},$$

в которую входят лишь две величины:

$\overline{m}$ – среднее число зерен в навесках;

m – фактическое число зерен в навеске.

Распределение P_m для $\overline{m} = 3{,}5$ приведено на рис. 2.

Массовая доля α связана с числом зерен m так:

$$\alpha = m \cdot \frac{\overline{\alpha}}{\overline{m}},$$

т. е. ось m можно будет заменить осью массовой доли α, так как они пропорциональны друг другу.

Среднюю массовую долю зерен определяемого компонента находим по формуле, д. е.:

$$\overline{\alpha} = \frac{\overline{m} \cdot f \cdot \rho \cdot d^3}{q}.$$

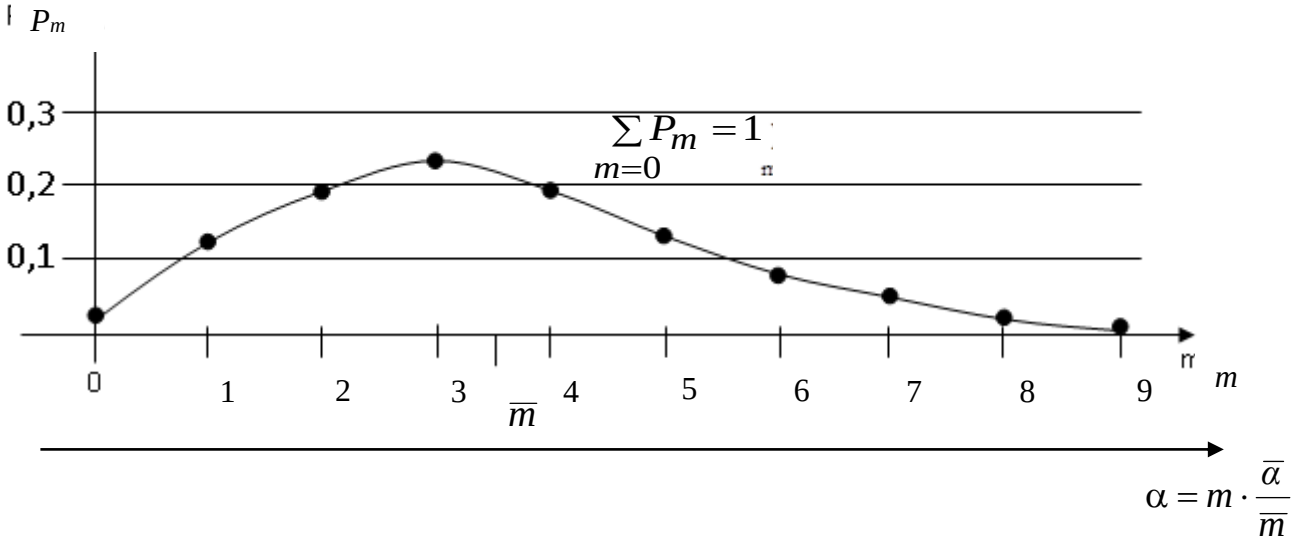


Рис. 2. Распределение P_m как функция числа зерен определяемого компонента в пробе m, для $\overline{m}$ = 3,5

Выполнение работы

Для выполнения лабораторной работы используется смесь дробленого кварца с маркёрами (стеклянные цветные бусинки), играющими роль зерен полезного минерала. Маркёры хорошо выделяются среди зерен кварца, и их можно сосчитать.

Студент получает начальную пробу массой 1-3 кг (опробуемый массив), которую делит на N = 32 части с помощью желобчатого сократителя. Деление выполняется максимально тщательно. В каждой части определяется число маркёров m. После определения m в строке N_m табл. 1 ставится в соответствующей клетке крестик. После определения m во всех частях заполняется строка N_m подсчетом крестиков. Определяется среднее в пробах число маркёров

$$\overline{m} = \sum m_i / N.$$

Рассчитывается экспериментальное $P_э = \frac{N_m}{N}$ и теоретическое $P_т$ распределения. Расчеты сведены в табл. 1, в которой имеется также и строка $N_{m\ теор}$.

Таблица 1

Экспериментальное и теоретическое распределения

Показатели	***m***						
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**….**	m_{max}
Число точечных проб, в которых найдено m маркёров N_m	×× 2	××× 3	×× ×× 4	×× ×× ×× 6	×× 2	….	0
Экспериментальное распределение $P_{mэ} = \frac{N_m}{N}$							
Теоретическое распределение $P_m = \frac{\overline{m}^m}{\overline{m}!} e^{-\overline{m}}$.							
Теоретическое число точечных проб, содержащих m маркёров $N_{m\ теор} = P_m \cdot N$							

В одних осях, так, как на рис. 2, строят экспериментальное и теоретическое распределения, при этом по оси абсцисс откладывают как m, так и α. Работу повторяют, сокращая пробу квадратованием.

На основании работы студент делает выводы:

1. Вид асимметрии распределения массовой доли в пробах.
2. Соответствие экспериментального распределения теоретическому.
3. Сравнение качества сокращения желобчатым сократителем и квадратованием.

Лабораторная работа № 3

ПОКУСКОВАЯ ДИСПЕРСИЯ

Цель работы: экспериментальное получение зависимости покусковой дисперсии от крупности и характеристики сростков.

Пояснения к работе

Покусковая дисперсия S_k^2 является фундаментальной характеристикой опробуемого массива. Это дисперсия массовой доли в кусках одного размера, которая для раскрытых кусков ($d < d_з$) определяется по теоретической формуле

$$S_{\text{к}}^2 = \frac{\rho_{\text{м}}}{\rho_{\text{п}}}\alpha(\beta_{\text{м}} - \alpha)\left(1 - \frac{\alpha}{\beta_{\text{м}}} + \frac{\alpha\rho_{\text{п}}}{\beta_{\text{м}}\rho_{\text{м}}}\right)^2 = S_{\text{к}}^2(0).$$

а для сростков ($d > d_з$)

$$S_{\text{ксс}}^2 = S_{\text{к}}^2 \cdot \left(\frac{d_з}{d}\right)^{3-b}.$$

Здесь $\rho_{\text{м}}$, $\rho_{\text{п}}$ – плотности минерала и породы;

α, $\beta_{\text{м}}$ – средняя массовая доля компонента в руде и в минерале;

$d_з$, d – размер зерна и куска.

Общий вид зависимости $S_{\text{к}}^2(d)$ представлен на рис. 1, *а*.

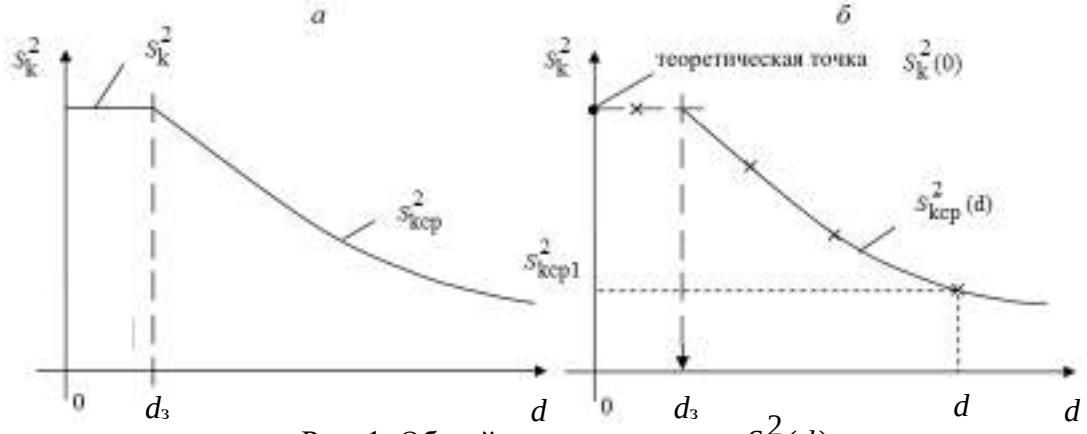


Рис. 1. Общий вид зависимости $S_{\text{к}}^2(d)$

Экспериментально покусковая дисперсия для кусков какой-либо крупности определяется по формуле

$$S_{\text{к}}^2 = \frac{\sum_i (\alpha_i - \overline{\alpha})^2}{N_э - 1}.$$

По полученным данным на рис. 1, *б* наносятся точки и приводится экспериментальная зависимость, состоящая из двух отрезков: горизонтального из теоретической точки $S_{\text{к}}^2(0)$ и ниспадающего. Через точку их пересечения проводится вертикальная линия, отсекающая на оси абсцисс отрезок $d_з$.

Подбор характеристик вкрапленности b производится по сглаженной характеристике $S^2_{\text{кср}}(d)$.

Выполнение работы

Студенты получают дробленый материал (асбестовую руду), рассеянный на классы –6+3; –3+1,4; –1,4+0,5 мм. В каждом классе отбирают примерно по 200 зерен и оценивают визуально в каждом зерне массовую долю асбеста α_i, заполняя крестиками клетки таблицы.

Класс	Массовая доля в куске, %				
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-90
-6+3	×× × 3	×× ×× ×× 6	×× 2		
-3+1,4		×× 2	××× ××× ×× 8	× 1	
-1,4+0,5	×× ×× 4				××× ×× 5

Для каждого класса находим средние значения массовой доли:

$$\overline{\alpha}_i = \frac{\sum h_i \alpha_i}{\sum h_i},$$

где h_i – число данных в i-й клетке;

α_i – среднее значение α в i-й клетке,

и покусковую дисперсию для сростков:

$$S^2_{\text{кср}} = \frac{\sum_i h_i (\alpha_i - \overline{\alpha}_i)^2}{\sum h_i}.$$

Находим $S^2_{\text{к}}(0)$по формуле, считая $\beta_{\text{м}} = 100$ %, $\rho_{\text{м}} = \rho_{\text{п}}$, $\overline{\alpha}$ принять для класса -1,4 + 0,5 мм.

Строим зависимость $S^2_{\text{к}}$ от d согласно рис. 1. *б*, проводя через экспериментальные точки сглаживающую кривую.

Находим b, определив для d_1 значение $S_{\text{кср1}}$:

$$\text{b} = 3 - \frac{\text{lg}S^2_{\text{к}}(0) - \text{lg}S^2_{\text{ксср}}}{\text{lgd}_1 - \text{lgd}_{\text{з}}}.$$

На основании работы студент делает выводы:

1. Чему равно $\text{d}_{\text{з}}$ и b для представленной руды.
2. Запишите формулу минимальной массы пробы в виде $q = k\overline{d}^{\,b}$. Допустимую погрешность принять $P_{\text{доп}} = 3$ %.

Лабораторная работа № 4

КОЭФФИЦИЕНТ ФОРМЫ

Цель работы: экспериментальное получение коэффициента формы зерен f.

Пояснения к работе

Куски руды имеют неправильную форму. Для того чтобы определить их массу, следует принять, что они условно соответствуют какой-либо известной геометрической фигуре. Так как определение размеров кусков выполняется с помощью сит с квадратными ячейками, примем, что куски имеют кубическую форму. Тогда теоретическая масса куска $m_{кт}$:

$$m_{кт} = \rho \cdot d^3.$$

Здесь ρ – плотность куска, кг/м^3;

d – размер ячейки сита, соответствующей куску, м.

Для согласования этой массы с массой куска неправильной формы введем согласующий коэффициент f. Тогда реальная масса куска

$$m_к = f \cdot \rho \cdot d^3.$$

Коэффициент формы f – статистический коэффициент, и его применение справедливо для определения суммарной массы многих кусков, например, при расчете массы пробы. Соответственно, и определение коэффициента формы f следует выполнять для большого числа кусков.

Получить большое число кусков, соответствующих размеру отверстия какого-либо одного сита, трудно. Легче получить нужное число кусков, соответствующих классу крупности, ограниченному ситами с размерами ячейки $-d_1+d_2$.

Класс $-d_1+d_2$ желательно принять максимально узким, но этому желанию есть предел, связанный с наличием трудных зерен.

Выделенные зерна класса $-d_1+d_2$ пересчитываются и взвешиваются. Если выделено $n_з$ зерен, то можно найти коэффициент f из уравнения

$$q = n_з \cdot m_к = n_з \cdot f \cdot \rho\left(\bar{d}\right)^3$$

$$f = \frac{q}{n_з \cdot \rho\left(\bar{d}\right)^3}.$$

Здесь q – масса выделенных зерен;

$\bar{d}$ – средний размер класса;

$$\bar{d} = \sqrt[3]{\frac{d_1^3 + d_2^3}{2}}.$$

Выполнение работы

Подгруппа студентов получает пакет материала – кварцевая крупка – массой 200 г, крупностью – 3 мм, рассеивает материал на классы –3+1,5; –1,5+1 и –1+0,5 мм и сокращает каждый класс с помощью желобчатого сократителя на четыре порции.

Каждый из студентов пересчитывает число зерен в каждой порции и взвешивает ее, после чего вычисляет коэффициент *f*. Если число зерен в порции больше 500, ее дополнительно следует сократить.

Плотность кварца принять 2650 кг/м^3.

Результаты работы подгруппа сводит в таблицу.

Расчет коэффициента *f*

Студент	Классы, мм								
	–3+1,5			–1,5+1			–1+0,5		
	$n_з$	q	f	$n_з$	q	f	$n_з$	q	f
Среднее	—	—		—	—		—	—	

По данным таблицы каждый студент в отчете строит поле корреляции *f* от $\bar{d}$ и определяет линию регрессии и остаточную дисперсию, после чего делает вывод о связи коэффициента *f* с крупностью и погрешности полученных значений *f*.

Учебное издание

Владимир Зиновьевич Козин

ИССЛЕДОВАНИЕ РУД НА ОБОГАТИМОСТЬ

Руководство по выполнению лабораторных работ
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»

Второе издание, исправленное, дополненное

Редактор Л. В. Устьянцева

Подписано в печать 25.03.2019 г. Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 1,0. Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 50 экз. Заказ № 11

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет.
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники.

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
"Уральский государственный горный университет"
(ФГБОУ ВО "УГГУ")

В. З. Козин

ОПРОБОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

**Методические указания, примеры решения и задачи
по дисциплине «Опробование минерального сырья»
для студентов всех форм обучения специализации
"Обогащение полезных ископаемых"
направления 21.05.04 – "Горное дело"**

Второе издание, исправленное, дополненное

Екатеринбург – 2019

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Уральский государственный горный университет"
(ФГБОУ ВО "УГГУ")

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического факультета
"11" марта 2019 г.
Председатель комиссии
_____проф. В. П. Барановский

В. З. Козин

ОПРОБОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

**Методические указания, примеры решения и задачи
по дисциплине «Опробование минерального сырья»
для студентов всех форм обучения специализации
"Обогащение полезных ископаемых"
направления 21.05.04 – "Горное дело"**

Второе издание, исправленное, дополненное

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

К 59

Р е ц е н з е н т : *Цыпин Е. Ф.*, доктор технических наук, профессор кафедры обогащения полезных ископаемых УГГУ.

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых» «28» февраля 2019 г. (протокол №5) и рекомендованы для издания в УГГУ.

Печатается по решению Учебно-методического совета Уральского государственного горного университета

В. З. Козин

К 59 Опробование минерального сырья: методические указания, примеры решения и задачи по дисциплине "Опробование минерального сырья" для студентов всех форм обучения специализации "Обогащение полезных ископаемых" направления 21.05.04 – "Горное дело" 2-е издание, исправленное, дополненное/ В. З. Козин; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 45 с.

Даны методические указания по решению основных задач, связанных с опробованием.

Таких задач три: расчет погрешностей опробования продуктов обогащения; расчет технологического баланса и расчет товарного баланса.

Расчет погрешностей опробования связан с расчетом погрешностей количества ценного компонента, сухой массы, покусковой дисперсии, распределения массовой доли в навесках.

Расчет технологического баланса включает как расчет выходов и извлечений, так и расчет погрешностей этих показателей.

Расчет товарного баланса включает расчет невязки и ее составляющих.

Решению задач должно предшествовать изучение теоретического материала, так как в методических указаниях даны формулы без подробных объяснений.

Задачи позволяют закрепить теоретический курс и уверенно использовать его в дальнейшей практической деятельности.

© Козин В. З., 2013, 2019
© Уральский государственный горный университет, 2013, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

1. Расчет массы ценного компонента и случайной погрешности определения этой массы 5

2. Расчет массы и плотности при косвенном взвешивании 8

3. Расчет точечных показателей, распределений и покусковой дисперсии 12

4. Расчет минимальной массы для раскрытых тщательно перемешанных продуктов 18

5. Расчет минимальной массы для тщательно перемешанных продуктов, содержащих сростки 20

6. Расчет относительной случайной погрешности подготовки пробы 23

7. Расчет относительной случайной погрешности отбора навески для анализа 26

8. Расчет относительной случайной погрешности результата опробования 28

9. Расчет показателей технологического баланса 34

10. Расчет невязки товарного баланса и товарного извлечения 38

11. Расчет вероятной систематической и методической погрешности невязки 43

ЛИТЕРАТУРА 45

ВВЕДЕНИЕ

Опробование всегда связано с расчетами. При этом в формулы необходимо подставлять величины, выраженные в различных размерностях. Но если все величины подставлять в формулы в Международной системе единиц (СИ), то и ответ будет в единицах СИ.

В обогащении используются величины в разных размерностях, и при расчете их следует либо переводить в СИ, либо согласовывать так, чтобы они могли быть сокращены.

Широко используемые значения влажности и массовой доли в большинстве формул следует подставлять в долях единицы (д. е.), но их обычно выражают в процентах, а массовую долю также г/т или кар/т. Для их взаимного перевода можно пользоваться соотношениями:

$$1 \text{ д. е.} = 100\ \% = 10^6 \text{ г/т} = 5 \cdot 10^6 \text{ кар/т};$$

$$1\ \% = 0{,}01 \text{ д. е.} = 10^4 \text{ г/т} = 5 \cdot 10^4 \text{ кар/т};$$

$$1 \text{ г/т} = 10^{-6} \text{ д. е.} = 10^{-4}\ \% = 5 \text{ кар/т}.$$

Но удобно использовать и г/т, так как при измерении массы в тоннах ответ будет получен в граммах $\left(\text{т} \cdot \frac{\text{г}}{\text{т}} = \text{г} \right)$.

Так как плотность в СИ измеряется в кг/м^3, для вычисления массы в килограммах размеры объектов (в т. ч. кусков) следует подставлять в метрах $\left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м}^3 = \text{кг} \right)$, помня, что 1 мм = 10^{-3} м.

Все расчеты могут быть выполнены с использованием Excel.

Формулы в методических указаниях приведены без выводов. Выводы даются в лекционном курсе, а также в учебнике [1] и монографии [2].

1. Расчет массы ценного компонента и случайной погрешности определения этой массы

Методические указания.

Массу любого компонента в продуктах обогащения находят только расчетом:

$$K = M_{сух} \cdot \alpha = M(1 - W) \cdot \alpha.$$

Здесь K – масса компонента;

$M_{сух}$ – сухая масса продукта;

M – влажная масса продукта;

α – массовая доля компонента в руде, хвостах или концентрате;

W – влажность продукта.

Особое внимание следует уделять размерностям M, α, W чтобы правильно записать размерность ответа.

В формуле для K массу можно записывать в любой размерности: килограммы, тонны, граммы.

В скобке $(1 – W)$ влажность следует подставлять в долях единицы.

Массовую долю α следует подставлять в долях единицы. Можно подставлять в г/т, но тогда масса M должна быть представлена в тоннах, а ответ будет в граммах.

Относительную случайную погрешность массы компонента P_K рассчитывают по формуле:

$$P_K^2 = P_M^2 + \left(\frac{W}{1-W}\right)^2 \cdot P_W^2 + P_\alpha^2 .$$

Здесь P_M, P_W и P_α – относительные погрешности измерения величин M, W и α. Их размерность – проценты. Тогда и P_K будет выражено в процентах.

Влажность следует подставлять в долях единицы. Погрешности могут быть представлены не только в относительном виде. Могут быть такие варианты:

а) S_M, S_W, S_α – среднеквадратичные погрешности.

Связь между относительными и среднеквадратичными погрешностями:

$$P_M = \frac{t \cdot S_M}{M} \cdot 100, \%;$$

$$P_W = \frac{t \cdot S_W}{W} \cdot 100, \%;$$

$$P_\alpha = \frac{t \cdot S_\alpha}{\alpha} \cdot 100, \%.$$

Здесь t – коэффициент Стьюдента. Принимаем равным 2 (точное значение 1,96).

б) Расхождения между двумя параллельными измерениями. Обычно приводятся для влажности – ΔW_2.

Связь S_W с ΔW_2:

$$S_W = \frac{\Delta W_2}{1{,}13}.$$

Пределы случайной погрешности рассчитанной массы компонента определяются по формуле:

$$\Delta K = \pm t \cdot S_K = \pm \frac{P_K \cdot K}{100}.$$

Размерность ΔK совпадает с размерностью K.

Итоговая запись

$$K_{ист} = K_{расч} \pm \Delta K$$

означает, что истинное значение массы ценного компонента $K_{ист}$ будет отличаться от расчетного $K_{расч}$ на величину случайной погрешности, находящейся в пределах $\pm\Delta K$.

Пример 1.1. Отвал представлен массивом M_α = 300000 т с влажностью W_α = 8 % и массовой долей меди α = 0,5 %. Относительные погрешности измерения P_{M_α} = 10 %; P_{W_α} = 15 % и P_α = 7 %.

Определить K и доверительные интервалы этой величины.

Решение:

Масса компонента:

$$K = M_\alpha(1 - W_\alpha)\cdot \alpha = 300000 \text{ т} \cdot (1 - 0{,}08)\cdot 0{,}005 = 1380 \text{ т}.$$

Относительная случайная погрешность:

$$P_K^2 = P_{M_\alpha}^2 + \left(\frac{W_\alpha}{1 - W_\alpha}\right)^2 \cdot P_{W_\alpha}^2 + P_\alpha^2 =$$

$$= 10^2 + \left(\frac{0{,}08}{1 - 0{,}08}\right)^2 \cdot 15^2 + 7^2 = 100 + 1{,}7 + 49 = 150{,}7 \ (\%)^2;$$

$$P_K = 12{,}28 \ \%;$$

$$P_K = \frac{\Delta K}{K} \cdot 100 \ \%.$$

Доверительный интервал абсолютной погрешности:

$$\Delta K = \frac{P_K \cdot K}{100} = \frac{12{,}28 \ \% \cdot 1380 \text{ т}}{100 \ \%} = 169{,}41 \text{ т}.$$

Истинное значение массы компонента:

$$K_{ист} = K \pm \Delta K = (1380 \pm 169{,}41) \text{ т}.$$

Пример 1.2. Найти K, P_K, ΔK и $K_{ист}$, если измерено M = 60 т; W = 0,1 д. е; α = 16 %. Относительные погрешности P_M = 1 %; ΔW_2 = 0,7 % (допустимое расхождение двух определений) и S_α = 0,5 %.

Решение:

$$K = M\,(1 - W)\cdot \alpha = 60 \text{ т} \cdot (1 - 0{,}1)\cdot 0{,}16 = 8{,}64 \text{ т};$$

$$S_W = \frac{\Delta W_2}{1{,}13} = \frac{0{,}7\ \%}{1{,}13} = 0{,}62\ \%;$$

$$P_W = \frac{t \cdot S_W}{W} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 0{,}62\ \%}{10\ \%} \cdot 100\ \% = 12{,}4\ \%;$$

$$P_\alpha = \frac{t \cdot S_\alpha}{\alpha} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 0{,}5\ \%}{16\ \%} \cdot 100\ \% = 6{,}25\ \%;$$

$$P_K^2 = P_M^2 + \left(\frac{W}{1-W}\right)^2 \cdot P_W^2 + P_\alpha^2 =$$

$$= 1^2 + \left(\frac{0{,}1}{1-0{,}1}\right)^2 \cdot 12{,}4^2 + 6{,}25^2 = 41{,}96\ (\%)^2;$$

$$P_K = 6{,}48\ \%;$$

$$\Delta K = \frac{P_K \cdot K}{100} = \frac{6{,}48 \cdot 8{,}64}{100} = 0{,}56\ \text{т};$$

$$K_{ист} = K \pm \Delta K = (8{,}64 \pm 0{,}56)\ \text{т}.$$

Задание № 1

Найти массу ценного компонента K и случайную погрешность этой массы ΔK для представленных в таблице условий:

Опробуемая масса	Измеренные величины			Погрешности опробования		
	влажная масса M	влажность W, %	массовая доля α	массы	влажности, %	массовой доли, %
1. Железный концентрат	1500 т	8	68 %	$P_M = 0{,}5$ %	$P_W = 5$	$P_\alpha = 2$
2. Медная руда	600 т	4	0,7 %	$S_M = 3$ т	$S_W = 0{,}05$	$S_\alpha = 0{,}02$
3. Хвосты золотообогатительной фабрики	2 млн. т	17	0,2 г/т	$S_M = 60000$ т	$\Delta W_2 = 0{,}6$	$P_\alpha = 30$
4. Щебень асбофабрики	300 т	2	0,3 %	$P_M = 1$ %	$\Delta W_2 = 0{,}2$	$S_\alpha = 0{,}02$

Ответ записать в числах в форме:

$$K_{ист} = K_{изм} \pm \Delta K.$$

2. Расчет массы и плотности при косвенном взвешивании

Методические указания

При косвенном взвешивании влажная масса сыпучего продукта определяется по формуле:

$$M = V \cdot \rho_{нас}.$$

Здесь V – объем продукта;

$\rho_{нас}$ – насыпная плотность.

Относительная случайная погрешность расчета массы:

$$P_M^2 = P_V^2 + P_{\rho_{нас}}^2 .$$

Если объем определяют по формуле какой-либо геометрической фигуры и известны погрешности измерения размеров, то следует записать формулу для P_V.

Для параллелепипеда:

$$V = l \cdot b \cdot h,$$

тогда

$$P_V^2 = P_l^2 + P_b^2 + P_h^2 .$$

Для других формул V необходимо вывести формулу для P_V.

Масса сухого продукта в пульпе определяется по формуле:

$$M_{сух} = V(\delta - 1000) \cdot \frac{\rho_{тв}}{\rho_{тв} - 1000}.$$

Здесь V – объем продукта;

δ – плотность пульпы;

$\rho_{тв}$ – плотность твердого.

В формуле плотность воды записана в единицах СИ – 1000 кг/м^3. Соответственно такие же размерности должны иметь δ и $\rho_{тв}$. Размерность V в этом случае может быть только м^3. Если сухая масса находится для какого-либо потока пульпы, то размерность V может быть м^3/с или м^3/ч, тогда $M_{сух}$ будет иметь размерность кг/с или кг/ч.

Относительная погрешность $M_{сух}$ для пульп определяется по формуле:

$$P_{M_{сух}}^2 = P_V^2 + \left(\frac{\delta}{\delta - 1000}\right)^2 \cdot P_\delta^2 + \left(\frac{1000}{\rho_{тв} - 1000}\right)^2 \cdot P_{\rho_{тв}}^2 .$$

Плотность твердого в пульпах меняется с изменением состава продуктов. Если условно принять, что пульпа состоит из частиц пустой породы, имеющих плотность $\rho_п$, и частиц ценного минерала, имеющих плотность $\rho_м$, то плотность твердого $\rho_{тв}$ в пульпе можно рассчитать, зная массовую долю компонента в продукте α и в минерале $\beta_м$ по формуле:

$$\rho_{тв} = \frac{\rho_п \cdot \rho_м \cdot \beta_м}{\alpha \cdot \rho_п + (\beta_м - \alpha) \cdot \rho_м}.$$

Здесь $\rho_п$ и $\rho_м$ – плотность породы и минерала;

α и $\beta_м$ – массовая доля компонента в руде и в минерале.

Пример 2.1. Найти массу M и случайную погрешность определения массы склада руды.

Дано: объем $V = 800$ м^3;

насыпная плотность $\rho_{нас} = 1400$ кг/м^3;

погрешности $P_V = 3$ %, $P_{\rho_{нас}} = 5$ %.

Ответ записать в виде $M_{ист} = M \pm \Delta M$.

Решение:

$$M = V \cdot \rho_{нас} = 800 \text{ м}^3 \cdot 1400 \text{ кг/м}^3 = 1120000 \text{ кг};$$

$$M = 1120 \text{ т};$$

$$P_M^2 = P_V^2 + P_{\rho_{нас}}^2 = 3^2 \ \%^2 + 5^2 \ \%^2 = 34 \ \%^2;$$

$$P_M = 5{,}83 \ \%;$$

$$P_M = \frac{\Delta M}{M} \cdot 100 \ \%;$$

$$P_M = \frac{t \cdot S_M}{M} \cdot 100 \ \%;$$

$$\Delta M = \frac{P_M \cdot M}{100} = \frac{5{,}83 \ \% \cdot 1120 \text{ т}}{100 \ \%} = 65{,}3 \text{ т}.$$

Ответ: $M_{ист} = (1120 \pm 65{,}3)$ т.

Пример 2.2. Найти массу M и случайную погрешность массы концентрата в вагоне с размерами $l = 20$ м; $b = 2$ м; $h = 3$ м.

Насыпная плотность 2000 кг/м^3.

Погрешность определения линейных размеров $\pm$ 5 см.

Погрешность определения насыпной плотности $S_{\rho_{нас}} = 80$ кг/м^3.

Ответ записать в виде $M \pm \Delta M$.

Решение:

$$V = l \cdot b \cdot h = 20 \text{ м} \cdot 2 \text{ м} \cdot 3 \text{ м} = 120 \text{ м}^3;$$

$$M = V \cdot \rho_{нас} = 120 \text{ м}^3 \cdot 2000 \text{ кг/м}^3 = 240000 \text{ кг} = 240 \text{ т};$$

$$P_l = \frac{\Delta l}{l} \cdot 100 \ \% = \frac{5 \text{ см}}{2000 \text{ см}} \cdot 100 \ \% = 0{,}25 \ \%;$$

$$P_b = \frac{\Delta b}{b} \cdot 100 \ \% = \frac{5 \text{ см}}{200 \text{ см}} \cdot 100 \ \% = 2{,}5 \ \%;$$

$$P_h = \frac{\Delta h}{h} \cdot 100 \ \% = \frac{5 \text{ см}}{300 \text{ см}} \cdot 100 \ \% = 1{,}7 \ \%;$$

$$P_V^2 = P_l^2 + P_b^2 + P_h^2 = 0{,}25^2 + 2{,}5^2 + 1{,}7^2 = 0{,}0625 + 6{,}25 + 2{,}89 = 9{,}2 \ \%^2;$$

$$P_{\rho_{нас}} = \frac{2 \cdot 80}{2000} \cdot 100 = 8\ \%;$$

$$P_M^2 = P_V^2 + P_{\rho_{нас}}^2 = 9{,}2 + 8^2 = 73{,}2\ \%^2;$$

$$P_M = 8{,}5\ \%;$$

$$\Delta M = \frac{P_M \cdot M}{100} = \frac{8{,}5\ \% \cdot 240\ \text{т}}{100\ \%} = 20{,}5\ \text{т}.$$

Ответ: $M = (240 \pm 20{,}5)$ т.

Пример 2.3. Найти массу концентрата в сгустителе цилиндрической (условно) формы диаметром 25 м, высота пульпы 4 м, плотность пульпы 1260 кг/м^3, плотность твердого 3500 кг/м^3.

Найти погрешность определения сухой массы, если P_V = 2 %; P_δ = 3 % и $P_{\rho_{тв}}$ = 5 %.

Ответ записать в виде $M_{сух\ ист} = M_{сух} \pm \Delta M_{сух}$.

Решение:

$$V_{сг} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h = \frac{\pi \cdot 25^2\,\text{м}^2}{4} \cdot 4\ \text{м} = 1962{,}5\ \text{м}^3;$$

$$M_{сух} = V \cdot (\delta - 1000) \cdot \frac{\rho_{тв}}{\rho_{тв} - 1000} =$$

$$= 1962{,}5\ \text{м}^3 \cdot (1260 - 1000) \cdot \frac{3500}{3500 - 1000} = 714350\ \text{кг} = 714{,}35\ \text{т};$$

$$P_{M_{сух}}^2 = P_V^2 + \left(\frac{\delta}{\delta - 1000}\right)^2 \cdot P_\delta^2 + \left(\frac{1000}{\rho_{тв} - 1000}\right)^2 \cdot P_{\rho_{тв}}^2 =$$

$$= 2^2 + \left(\frac{1260}{1260 - 1000}\right)^2 \cdot 3^2 + \left(\frac{1000}{3500 - 1000}\right)^2 \cdot 5^2 = 4 + 211{,}4 + 4 = 219{,}4\ \%^2;$$

$$P_{M_{сух}} = 14{,}8\ \%;$$

$$\Delta M_{сух} = \frac{P_{M_{сух}} \cdot M_{сух}}{100} = \frac{14{,}8\ \% \cdot 714{,}35\ \text{т}}{100\ \%} = 105{,}8\ \text{т}.$$

Ответ: $M_{сух\ ист} = (714{,}35 \pm 105{,}8)$ т.

Пример 2.4. Построить зависимость плотности медного продукта ρ от массовой доли α меди в нем в диапазоне $0 \div \beta_м$.

Дано: $\rho_п$ = 2600 кг/м^3; $\rho_м$ = 4900 кг/м^3; $\beta_м$ = 34,6 %.

Решение:

$$\rho = \frac{\rho_п \cdot \rho_м \cdot \beta_м}{\alpha \cdot \rho_п + (\beta_м - \alpha) \cdot \rho_м};$$

$\alpha = 0$ $\quad \rho = \dfrac{\rho_п \cdot \rho_м \cdot \beta_м}{0 \cdot \rho_п + (\beta_м - 0) \cdot \rho_м} = \rho_п = 3000$ кг/м^3;

$\alpha = 10$ % $\quad \rho = \dfrac{3000 \cdot 4900 \cdot 34{,}6}{10 \cdot 3000 + (34{,}6 - 10) \cdot 4900} = 3379$ кг/м^3;

$\alpha = 20$ % $\quad \rho = \dfrac{3000 \cdot 4900 \cdot 34{,}6}{20 \cdot 3000 + (34{,}6 - 20) \cdot 4900} = 3867$ кг/м^3;

$\alpha = 30$ % $\quad \rho = \dfrac{3000 \cdot 4900 \cdot 34{,}6}{30 \cdot 3000 + (34{,}6 - 30) \cdot 4900} = 4519$ кг/м^3;

$\alpha = 34{,}6$ % $\quad \rho = 4900$ кг / м^3.

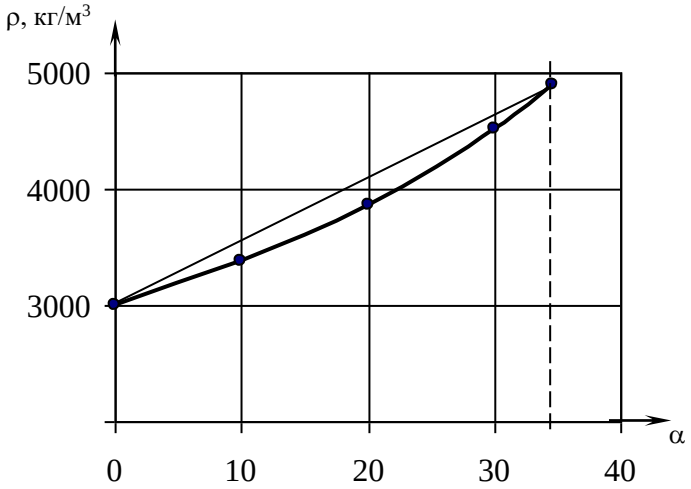


Рис. Зависимость плотности медного продукта
от массовой доли меди в нем

Задание № 2

1. Найти массу M и случайную погрешность определения массы склада руды.

Дано: объем $V = 1500$ м^3;
насыпная плотность $\rho_{нас} = 2000$ кг/м^3;
погрешности $P_V = 4$ %, $P_{\rho_{нас}} = 8$ %;

Ответ записать в виде $M_{ист} = M \pm \Delta M$.

2. Найти массу M и случайную погрешность массы концентрата в вагоне с размерами $l = 15$ м; $b = 3$ м; $h = 2{,}5$ м.
Насыпная плотность 1600 кг/м^3.

Погрешность определения линейных размеров ±10 см.

Погрешность определения насыпной плотности $S_{\rho_{нас}}$ = 140 кг/м^3.

Ответ записать в виде $M \pm \Delta M$.

3. Найти массу концентрата в сгустителе (условно) цилиндрической формы диаметром 50 м, высота пульпы 5 м, плотность пульпы 1100 кг/м^3, плотность твердого 5100 кг/м^3.

Найти погрешность определения сухой массы, если P_V = 4 %; P_δ = 2 % и $P_{\rho_{тв}}$ = 7 %.

Ответ записать в виде $M_{сух\ ист} = M_{сух} \pm \Delta M_{сух}$.

4. Построить зависимость плотности цинкового продукта ρ от массовой доли α цинка в нем в диапазоне $0 \div \beta_м$.

Дано: $\rho_п$ = 2700 кг/м^3; $\rho_м$ = 4100 кг/м^3; $\beta_м$ = 67,1 %.

3. Расчет точечных показателей, распределений и покусковой дисперсии

Методические указания.

Среднее арифметическое значение массовой доли $\overline{\alpha}$ находят по формуле:

$$\overline{\alpha} = \frac{\sum_i^N \alpha_i}{N}.$$

Здесь N – число усредняемых результатов.

Среднее взвешенное значение массовой доли $\alpha_{взв}$:

$$\alpha_{взв} = \frac{\sum_i^N \alpha_i \cdot M_{сух\ i}}{\sum_i^N M_{сух\ i}} = \frac{\sum_i^N M_i(1-W_i)\cdot \alpha_i}{\sum_i^N M_i(1-W_i)}.$$

Дисперсию массовой доли рассчитывают по среднему арифметическому:

$$S_\alpha^2 = \frac{\sum_i^N (\alpha_i - \overline{\alpha})^2}{N-1}.$$

Имеется приближенная формула:

если $N \le 16$, то $$S_\alpha = \frac{\alpha_{max} - \alpha_{min}}{\sqrt{N}},$$

если $N > 16$, то $$S_\alpha = \frac{\alpha_{max} - \alpha_{min}}{4}.$$

Коэффициент вариации V_α:

$$V_\alpha = \frac{S_\alpha}{\overline{\alpha}} \cdot 100,\ \%.$$

В дальнейшем чаще всего понятно, что речь идет о средней массовой доле, и черточку над $\overline{\alpha}$ не ставят.

Распределение массовой доли находят по формуле Пуассона:

$$P_m = \frac{\overline{m}^m}{m!} \cdot \mathrm{e}^{-\overline{m}}.$$

Здесь m – число зерен определяемого минерала (при расчете задаем);

$\overline{m}$ – среднее число зерен в пробе (навеске для анализа);

P_m – доля проб (навесок), в которых окажется m зерен определяемого минерала.

Среднее число зерен определяют по формуле (на примере золота):

$$\overline{m} = \frac{m_{\mathrm{Au}}}{m_{\text{золотинки}}} = \frac{q \cdot \alpha}{f \cdot \rho_{\mathrm{м}} \cdot \left(\overline{d}\right)^3 \cdot \beta_{\mathrm{м}}}.$$

Здесь q – масса пробы (навески);

α – массовая доля золота;

$\overline{d}$ – средний размер кусков материала пробы, $\overline{d} = d_{\max}/2$;

$\rho_{\mathrm{м}}$ – плотность минерала (золота);

$\beta_{\mathrm{м}}$ – массовая доля определяемого компонента в минерале (золота в золоте);

f – коэффициент формы.

Следует согласовать размерности с тем, чтобы получить ответ в штуках (числах зерен).

Покусковую дисперсию можно определять по формулам:

Полная

$$S_{\mathrm{к}}^2 = \frac{\rho_{\mathrm{м}}}{\rho_{\mathrm{п}}} \cdot \alpha\left(\beta_{\mathrm{м}} - \alpha\right)\left(1 - \frac{\alpha}{\beta_{\mathrm{м}}} + \frac{\alpha \cdot \rho_{\mathrm{п}}}{\beta_{\mathrm{м}} \cdot \rho_{\mathrm{м}}}\right)^2.$$

Для $\alpha < 0{,}15\beta_{\mathrm{м}}$:

$$S_{\mathrm{к}}^2 = \frac{\rho_{\mathrm{м}}}{\rho_{\mathrm{п}}} \cdot \alpha\left(\beta_{\mathrm{м}} - \alpha\right)$$

и для весьма малых α:

$$S_{\mathrm{к}}^2 = \frac{\rho_{\mathrm{м}}}{\rho_{\mathrm{п}}} \cdot \alpha \cdot \beta_{\mathrm{м}}.$$

Пример 3.1. Найти $\overline{\alpha}$; $\alpha_{взв}$; V_α для результатов работы фабрики, полученных за декаду.

Сутки	Переработано M, тонны	Влажность W, %	Массовая доля α, %
1	5600	10	2,67
2	5700	8	2,30
3	4900	6	1,95
4	5200	7	2,64
5	4700	9	1,65
6	4900	8	2,44
7	5300	10	2,08
8	5600	8	2,91
9	4900	6	1,86
10	5000	10	2,15

Решение:

$$\overline{\alpha} = \frac{\sum \alpha_i}{N} = \frac{2{,}67 + 2{,}30 + 1{,}95 + \ldots + 2{,}15}{10} = 2{,}265\ \%;$$

$$\alpha_{взв} = \frac{\sum M_i \cdot (1 - W_i) \cdot \alpha_i}{\sum M_i \cdot (1 - W_i)} =$$

$$= \frac{5600 \cdot (1 - 0{,}1) \cdot 2{,}67 + 5700 \cdot (1 - 0{,}08) \cdot 2{,}3 + \ldots + 5000 \cdot (1 - 0{,}1) \cdot 2{,}15}{5600 \cdot (1 - 0{,}1) + 5700 \cdot (1 - 0{,}08) + \ldots + 5000 \cdot (1 - 0{,}1)} =$$

$$= 2{,}282\ \%.$$

Разность $\alpha_{взв} - \overline{\alpha} = 2{,}282 - 2{,}265 = 0{,}017\ \%$.

Относительная разность:

$$\frac{\alpha_{взв} - \overline{\alpha}}{\alpha_{взв}} \cdot 100 = \frac{0{,}017}{2{,}282} \cdot 100 = 0{,}75\ \%.$$

Это почти 1 % металла фабрики. Много!

$$S_\alpha^2 = \frac{\sum (\alpha_i - \overline{\alpha})^2}{N - 1} =$$

$$= \frac{(2{,}67 - 2{,}265)^2 + (2{,}30 - 2{,}265)^2 + \ldots + (2{,}15 - 2{,}265)^2}{10 - 1} = \frac{1{,}441}{9} = 0{,}16\ \%^2;$$

$$S_\alpha = 0{,}4\ \%.$$

Коэффициент вариации:

$$V_\alpha = \frac{S_\alpha}{\overline{\alpha}} \cdot 100 = \frac{0{,}4\ \%}{2{,}265\ \%} \cdot 100\ \% = 17{,}7\ \%.$$

Проверка приближенной формулы:

$$S_\alpha = \frac{\alpha_{max} - \alpha_{min}}{\sqrt{N}} = \frac{2{,}91 - 1{,}65}{\sqrt{10}} = 0{,}398\ \% \approx 0{,}4\ \%.$$

Пример 3.2. Построить распределение массовой доли золота в навесках массой q = 50 г, если α = 0,6 г/т; крупность продукта d_{max} = 0,25 мм.
Плотность золота $\rho_м$ = 18000 кг/м^3.
Золотинки состоят из чистого золота.

Решение:

Находим среднее число золотин в навеске:

$$\overline{m} = \frac{m_{Au}}{m_{золотинки}} = \frac{q \cdot \alpha}{f \cdot \rho_м \cdot \left(\overline{d}\right)^3 \cdot \beta_м}.$$

Будем α и β подставлять в г/т:

$$\alpha = 0{,}6 \text{ г/т и } \beta_м = 10^6 \text{ г/т}.$$

$$\overline{d} = \frac{d_{max}}{2} = \frac{0{,}25}{2} = 0{,}125 \text{ мм}.$$

$$\overline{m} = \frac{50 \cdot 10^{-3} \text{кг} \cdot 0{,}6 \text{ г/т}}{0{,}5 \cdot 18000 \text{ кг/м}^3 \cdot \left(0{,}125 \cdot 10^{-3}\right)^3 \text{м}^3 \cdot 10^6 \text{г/т}} =$$

$$= \frac{50 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}6}{9 \cdot 10^3 \cdot \left(1{,}953 \cdot 10^{-12}\right) \cdot 10^6} = 1{,}7 \text{ штук}.$$

В навесках-пробах массой 50 г имеется в среднем 1,7 золотины.
Рассчитываем распределение:

$$P_m = \frac{\overline{m}^m}{m!} \cdot e^{-\overline{m}}.$$

$$P_0 = \frac{1{,}7^0}{0!} \cdot e^{-1{,}7} = 0{,}183$$

$$P_1 = \frac{1{,}7^1}{1!} \cdot e^{-1{,}7} = 0{,}31$$

$$P_2 = \frac{1{,}7^2}{2!} \cdot e^{-1{,}7} = P_1 \cdot \frac{1{,}7}{2} = 0{,}264$$

$$P_3 = \frac{1{,}7^3}{3!} \cdot e^{-1{,}7} = P_2 \cdot \frac{1{,}7}{3} = 0{,}150$$

$$P_4 = \frac{1{,}7^4}{4!} \cdot e^{-1{,}7} = P_3 \cdot \frac{1{,}7}{4} = 0{,}064$$

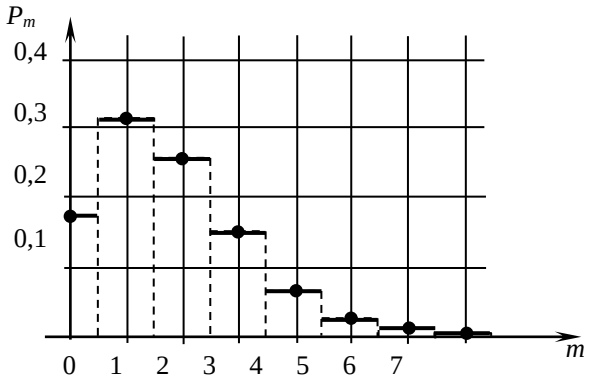
$$P_5 = \frac{1{,}7^5}{5!} \cdot e^{-1{,}7} = P_4 \cdot \frac{1{,}7}{5} = 0{,}022$$

$$P_6 = \frac{1{,}7^6}{6!} \cdot e^{-1{,}7} = P_5 \cdot \frac{1{,}7}{6} = 0{,}006$$

$$P_7 = \frac{1{,}7^7}{7!} \cdot e^{-1{,}7} = P_6 \cdot \frac{1{,}7}{7} = 0{,}001$$

$$\Sigma P_i = 1$$

Строим распределение



Пример 3.3. Построить зависимость покусковой дисперсии для свинцового продукта от массовой доли. Известные данные: $\beta_м$ = 86,6 %; $\rho_п$ = 3100 кг/м^3; $\rho_м$ = 7500 кг/м^3.

Решение:

$$S_к^2 = \frac{\rho_м}{\rho_п} \cdot \alpha \cdot (\beta_м - \alpha) \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{\beta_м} + \frac{\alpha \cdot \rho_п}{\beta_м \cdot \rho_м}\right)^2.$$

$\alpha = 0$ $\quad S_к^2 = 0;$

$\alpha = 20\ \%$ $\quad S_к^2 = \frac{7500}{3100} \cdot 20 \cdot (86{,}6 - 20) \cdot \left(1 - \frac{20}{86{,}6} + \frac{20 \cdot 3100}{86{,}6 \cdot 7500}\right)^2 = 2404\ \%^2;$

$\alpha = 40\ \%$ $\quad S_к^2 = \frac{7500}{3100} \cdot 40 \cdot (86{,}6 - 40) \cdot \left(1 - \frac{40}{86{,}6} + \frac{40 \cdot 3100}{86{,}6 \cdot 7500}\right)^2 = 2376\ \%^2;$

$\alpha = 60\ \%$ $\quad S_к^2 = \frac{7500}{3100} \cdot 60 \cdot (86{,}6 - 60) \cdot \left(1 - \frac{60}{86{,}6} + \frac{60 \cdot 3100}{86{,}6 \cdot 7500}\right)^2 = 1359\ \%^2;$

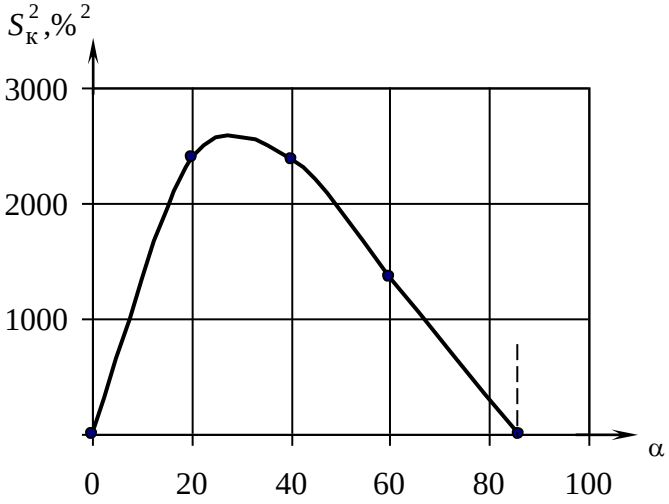


Рис. Зависимость покусковой дисперсии от α

Задание № 3

1. Найти $\overline{\alpha}$, $\alpha_{взв}$, V_α для результатов работы фабрики, полученных за первую половину месяца.

Сутки	*M*, т/сутки	*W*, %	α, %
1	88000	6	16,4
2	126000	7	16,8
3	114000	6	19,6
4	96000	8	17,3
5	92000	4	14,0
6	95000	3	15,2
7	117000	4	18,3
8	124000	3	19,4
9	108000	5	18,6
10	106000	6	17,9
11	95000	7	14,5
12	93000	6	16,3
13	98000	5	19,7
14	117000	4	18,4
15	123000	3	19,6

Может ли средневзвешенное значение быть меньше среднего арифметического?

2. Построить гистограмму распределения массовой доли в точечных пробах $P_m = f(m)$.

Дано: масса навески 0,25 г;

массовая доля цинка α = 0,03 %;

крупность навески 0,5 мм;

плотность сфалерита 4100 кг/м^3;

частицы состоят из чистого сфалерита $\beta_м$ = 67,1 %.

Принять f = 0,5.

Пересчитать ось абсцисс с m на α.

3. Найти покусковую дисперсию для железных продуктов $\rho_м$ = 5000 кг/м^3; $\rho_п$ = 3000 кг/м^3; $\beta_м$ = 72,6 % для различных значений α, %: 0, 10, 20, 40, 60. Построить зависимость $S_к^2$ от α.

4. Расчет минимальной массы для раскрытых тщательно перемешанных продуктов

Методические указания.

Минимальная масса пробы от тщательно перемешанной руды, не содержащей сростков, определяется по формуле:

$$q = 2f \cdot \frac{S_к^2}{S_{доп}^2} \cdot \rho\left(\bar{d}\right)^3.$$

Здесь f – коэффициент формы, принимаем 0,5;

$S_к^2$ – покусковая дисперсия, находим по формулам задания № 3;

$S_{доп}$ – допустимая среднеквадратичная погрешность отбора пробы, находим из формулы относительной погрешности:

$$S_{доп} = \frac{P_{доп} \cdot \alpha}{t \cdot 100};$$

ρ – плотность материала пробы (для бедных продуктов принимаем $\rho \cong \rho_п$, для очень богатых $\rho \cong \rho_м$, для других – рассчитываем по формуле (в задании № 2));

$\bar{d}$ – средний размер кусков пробы:

$$\bar{d} \approx d_{max}/2.$$

Пример 4.1. Найти минимальную массу пробы хвостов обогащения железной руды.

Дано: α = 2 %; $\beta_м$ = 72,6 %; $\rho_п$ = 3000 кг/м^3; $\rho_м$ = 5000 кг/м^3; d_{max} = 0,2 мм; $P_{доп}$ = 3 %; f = 0,5; t = 2.

Решение:

Продукт бедный. Принимаем $\rho = \rho_п$.

$$S_{доп} = \frac{P_{доп} \cdot \alpha}{t \cdot 100} = \frac{3\ \% \cdot 2\ \%}{2 \cdot 100\ \%} = 0{,}03\ \%;$$

$$S_к^2 = \frac{\rho_м}{\rho_п} \cdot \alpha\left(\beta_м - \alpha\right) = \frac{5000}{3000} \cdot 2 \cdot \left(72{,}6 - 2\right) = 235{,}3\ \%^2;$$

$$\bar{d} = \frac{d_{max}}{2} = \frac{0{,}2\ \text{мм}}{2} = 0{,}1\ \text{мм}.$$

Находим минимальную массу:

$$q = 2f \cdot \frac{S_к^2}{S_{доп}^2} \cdot \rho \cdot \bar{d}^3 =$$

$$= 2 \cdot 0{,}5 \cdot \frac{235{,}3\ \%^2}{0{,}03^2\ \%^2} \cdot 3000\ \text{кг}/\text{м}^3 \cdot \left(0{,}1 \cdot 10^{-3}\right)^3 \text{м}^3 = 0{,}0007\ \text{кг} = 0{,}7\ \text{г}.$$

Пример 4.2. Найти минимальную массу пробы для железного концентрата.

Дано: d_{max} = 0,05 мм; $\rho_п$ = 3000 кг/м^3; $\rho_м$ = 5000 кг/м^3;
α = 67 %; $\beta_м$ = 72,6 %; $P_{доп}$ = 3 %.

Решение:

Богатый продукт.

$$S_к^2 = \frac{\rho_м}{\rho_п} \cdot \alpha \cdot (\beta_м - \alpha) \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{\beta_м} + \frac{\alpha \cdot \rho_п}{\beta_м \cdot \rho_м}\right)^2 =$$

$$= \frac{5000}{3000} \cdot 67\ \% \cdot (72{,}6 - 67)\% \cdot \left(1 - \frac{67}{72{,}6} + \frac{67 \cdot 3000}{72{,}6 \cdot 5000}\right)^2 = 248{,}7\ \%^2;$$

$$\rho = \frac{3000 \cdot 5000 \cdot 72{,}6}{67 \cdot 3000 + (72{,}6 - 67) \cdot 5000} = 4755\ \text{кг}/\text{м}^3;$$

$$\bar{d} = \frac{0{,}05\ \text{мм}}{2} = 0{,}025\ \text{мм};$$

$$S_{доп} = \frac{0{,}5\ \% \cdot 67\ \%}{2 \cdot 100\ \%} = 0{,}1675\ \%;$$

$$q = 2 \cdot 0{,}5 \cdot \frac{248{,}7\ \%^2}{0{,}1675^2 \%^2} \cdot 4755\ \text{кг}/\text{м}^3 \cdot \left(0{,}025 \cdot 10^{-3}\right)^3 \text{м}^3 =$$

$$= 8864{,}3 \cdot 4755 \cdot 15{,}6 \cdot 10^{-15} = 0{,}657 \cdot 10^{-6}\ \text{кг} = 0{,}657\ \text{мг}.$$

Это очень мелкий и богатый продукт.

Пример 4.3. Найти минимальную массу пробы для россыпных алмазов.

Дано: α = 3 г/т; $\beta_м$ = 100 %; $\rho_м$ = 3500 кг/м^3;
$\rho_п$ = 3000 кг/м^3; d_{max} = 14 мм; $P_{доп}$ = 0,5 %.

Решение:

Продукт бедный ($\rho = \rho_п$).

$$S_{доп} = \frac{P_{доп} \cdot \alpha}{t \cdot 100} = \frac{10\ \% \cdot 3\ \text{г/т}}{2 \cdot 100\ \%} = 0{,}15\ \text{г/т}.$$

Покусковая дисперсия для очень бедного продукта:

$$S_к^2 = \frac{\rho_м}{\rho_п} \cdot \alpha \cdot \beta_м = \frac{3500}{3000} \cdot 3 \cdot 10^6 = 3{,}5 \cdot 10^6 (\text{г/т})^2;$$

$$\bar{d} = \frac{d_{max}}{2} = \frac{14\ \text{мм}}{2} = 7\ \text{мм};$$

$$q = 2f \cdot \frac{S_к^2}{S_{доп}^2} \cdot \rho \cdot \bar{d}^3 = 2 \cdot 0{,}5 \cdot \frac{3{,}5 \cdot 10^6\ (\text{г/т})^2}{0{,}15^2\ (\text{г/т})^2} \cdot 3000\ \text{кг}/\text{м}^3 \cdot \left(7 \cdot 10^{-3}\right)^3 \text{м}^3 = 160078\ \text{кг} =$$

$$= 160{,}1\ \text{т}.$$

Задание № 4

Найти минимальную массу пробы, отобранной от тщательно перемешанной руды. Руда раскрыта, т.е. сростки отсутствуют.

№	Название продукта	Крупность d_{max}, мм	Плотность, кг/м^3		Массовая доля		Допустимая погрешность, $P_{доп}$, %
			$\rho_п$	$\rho_м$	α	$\beta_м$	
1	Золотоносный песок	2	2650	18000	4 г/т	100 %	8 %
2	Алмазная россыпь	14	2900	3500	0,12 кар/т	100 %	10 %
3	Цинковые хвосты	0,3	3200	4000	0,9 %	67,1 %	2 %
4	Железный концентрат	0,05	3000	5000	67 %	72,6 %	0,5 %
5	Медный концентрат	0,1	2700	4000	25 %	34,6 %	0,75 %
6	Молибденовые хвосты	0,2	2900	4800	0,0006 %	59,9 %	12 %
7	Золотой концентрат	0,15	2700	18000	180 г/т	100 %	5 %
8	Хвосты асбофабрики	0,5	2800	2800	0,6 %	100 %	3 %
9	Платиновая россыпь	1	3500	19000	0,17 г/т	100 %	15 %
10	Уголь	200	2100	1400	80 %	92 %	7 %

5. Расчет минимальной массы для тщательно перемешанных продуктов, содержащих сростки

Методические указания.

Минимальная масса пробы от тщательно перемешанного массива, содержащая сростки:

$$q = 2f \cdot \frac{S_к^2}{S_{доп}^2} \cdot \rho\left(\bar{d}_з\right)^{3-b} \cdot \left(\bar{d}\right)^b .$$

Здесь $\bar{d}_з$ – средний размер зерен минерала:

$$\bar{d}_з = d_{з\ max} / 2 .$$

b – числовая характеристика вкрапленности минерала (b = 0 для редкой равномерной вкрапленности; b = 1 для жильной; b = 2 для слоистой и b = 1,5 для неравномерной вкрапленности).

Остальные величины такие же, как в задании № 4.

Пример 5.1. Найти минимальную массу пробы для определения массовой доли асбеста в щебне.

Дано: d_{max} = 40 мм; α = 0,6 %; $\beta_м$ = 100 %; $\rho_м = \rho_п$ = 2600 кг/м^3; $P_{доп}$ = 7 %; $d_{з\,max}$ = 2 мм.

Решение:

Находим

$$\bar{d} = \frac{40\ \text{мм}}{2} = 20\ \text{мм};$$

$$\bar{d}_з = \frac{2\ \text{мм}}{2} = 1\ \text{мм};$$

$$S_{доп} = \frac{P_{доп} \cdot \alpha}{t \cdot 100} = \frac{7\ \% \cdot 0{,}6\ \%}{2 \cdot 100\ \%} = 0{,}021\ \%.$$

Покусковая дисперсия для бедного продукта:

$$S_к^2 = \frac{\rho_м}{\rho_п} \cdot \alpha(\beta_м - \alpha) = \frac{2600}{2600} \cdot 0{,}6\ \% \cdot (100 - 0{,}6)\% = 60\ \%^2.$$

Асбест слоистый – b = 2:

$$q = 2f \cdot \frac{S_к^2}{S_{доп}^2} \cdot \rho \cdot (\bar{d})^b (\bar{d}_з)^{3-b} =$$

$$= 2 \cdot 0{,}5 \cdot \frac{60\ \%^2}{0{,}021^2\ \%^2} \cdot 2600\ \text{кг/м}^3 \cdot (20 \cdot 10^{-3})^2 (1 \cdot 10^{-3})^{3-2}\ \text{м}^3 = 141{,}4\ \text{кг}.$$

Пример 5.2. Найти минимальную массу пробы медной руды.

Дано: d_{max} = 15 мм; $\rho_п$ = 3000 кг/м^3; $\rho_м$ = 4900 кг/м^3; α = 2,6 %; $\beta_м$ = 34,6 %; $P_{доп}$ = 5 %; $d_{з\,max}$ = 0,5 мм.

Решение:

$$S_к^2 = \frac{4900}{3000} \cdot 2{,}6\ \% \cdot (34{,}6 - 2{,}6)\ \% = 135{,}9\ \%^2;$$

$$S_{доп} = \frac{5\ \% \cdot 2{,}6\ \%}{2 \cdot 100\ \%} = 0{,}065\ \%;$$

$$\bar{d}_з = \frac{0{,}5\ \text{мм}}{2} = 0{,}25\ \text{мм};$$

$$\bar{d} = \frac{15\ \text{мм}}{2} = 7{,}5\ \text{мм};$$

$$q = 2 \cdot 0{,}5 \cdot \frac{135{,}9\ \%^2}{0{,}065^2 \%^2} \cdot 3000\ \text{кг/м}^3 \cdot (0{,}25 \cdot 10^{-3})^{3-1{,}5} \cdot (7{,}5 \cdot 10^{-3})^{1{,}5} =$$

$$= 32165{,}7 \cdot 3000 \cdot (3{,}95 \cdot 10^{-6}) \cdot (0{,}65 \cdot 10^{-3}) = 0{,}25\ \text{кг}.$$

Пример 5.3. Найти минимальную массу пробы золотой руды.

Дано: d_{max} = 25 мм; $\rho_п$ = 2600 кг/м^3; $\rho_м$ = 18000 кг/м^3;

$\alpha = 2$ г/т; $\beta_м = 100$ %; $P_{доп} = 9$ %; $d_{з\,max} = 1{,}0$ мм.

Решение:

$$S_к^2 = \frac{18000}{2600} \cdot 2 \text{ г/т} \cdot 10^6 \text{ г/т} = 13{,}8 \cdot 10^6 (\text{г/т})^2;$$

$$S_{доп} = \frac{9\ \% \cdot 2 \text{ г/т}}{2 \cdot 100\ \%} = 0{,}09 \text{ г/т};$$

$$\bar{d}_з = \frac{1 \text{ мм}}{2} = 0{,}5 \text{ мм};$$

$$\bar{d} = \frac{25 \text{ мм}}{2} = 12{,}5 \text{ мм};$$

$$q = 2 \cdot 0{,}5 \cdot \frac{13{,}8 \cdot 10^6 \ (\text{г/т})^2}{0{,}09^2 (\text{г/т})^2} \cdot 2600 \text{ кг/м}^3 \cdot \left(0{,}5 \cdot 10^{-3}\right)^3 \cdot \left(12{,}5 \cdot 10^{-3}\right)^0 =$$
$$= 1{,}7 \cdot 10^9 \cdot 2{,}6 \cdot 10^3 \cdot 125 \cdot 10^{-12} \cdot 1 = 552{,}5 \text{ кг};$$

Задание № 5

Найти минимальные массы пробы тщательно перемешанного опробуемого массива, данные о которых представлены в таблице. Руда не раскрыта, т.е. имеются сростки.

№	Название продукта	Крупность d_{max}, мм	Плотность, кг/м^3		Массовая доля		Допустимая погрешность, $P_{доп}$, %	Крупность зерен минерала, $d_{з\,max}$, мм	Вкрапленность
			$\rho_п$	$\rho_м$	α	$\beta_м$			
1	Железная руда	40	3200	5100	15 %	72,6 %	4	3	Слоистая
2	Медная руда	35	3000	4900	2,6 %	34,6 %	0,25	0,5	Неравномерная
3	Золотая руда	10	2600	18000	2 г/т	100 %	3	1,0	Редкая равномерная
4	Асбестовая руда	35	2800	2800	3 %	100 %	6	4,2	Слоистая
5	Сильвинит	12	2100	2000	32 %	98 %	3	5	Слоистая
6	Платиновая руда	50	3000	19000	0,3 г/т	100 %	10	0,4	Редкая равномерная
7	Кварцевая руда	100	3000	2650	6	100 %	5	2,5	Слоистая
8	Алмазная руда	60	3200	3500	2 кар/т	100 %	20	5	Редкая равномерная
9	Слюдяная руда	200	2800	3100	7	100 %	7	10	Слоистая
10	Шлак с включениями железа	150	4000	7000	4	100 %	12	60	Неравномерная

6. Расчет относительной случайной погрешности подготовки пробы

Методические указания.

Относительная случайная погрешность подготовки пробы определяется по формуле:

$$P_{\text{под}} = \frac{2S_{\text{под}}}{\alpha} \cdot 100, \%;$$

$$S^2_{\text{под}} = K \cdot \sum_{j=1}^{k} 2f \cdot S^2_{\text{к}_j} \cdot \rho\left(\bar{d}_j\right)^3 \cdot \left(\frac{1}{q_{j\ \text{кон}}} - \frac{1}{q_{j\ \text{нач}}} \right).$$

Здесь K – коэффициент качества перемешивания пробы, K = 1,3;

k – число операций сокращения пробы;

$q_{\text{j нач}}$ и $q_{\text{j кон}}$ – начальная и конечная масса пробы для j-ой операции сокращения;

$\bar{d}_j$ – средняя крупность материала на j-ой операции сокращения;

ρ – плотность материала пробы;

f – коэффициент формы;

$S^2_{\text{к}_j}$ – покусковая дисперсия для материала j-ой операции сокращения.

$S^2_{\text{к}}$ для раскрытого материала (когда $d < d_{\text{з}}$) находится по формулам задания № 3.

Для случая $d > d_{\text{з}}$ покусковая дисперсия находится по формуле:

$$S^2_{\text{к}}\left(\bar{d} > \bar{d}_{\text{з}}\right) = S^2_{\text{к}}(0) \cdot \left(\frac{\bar{d}_{\text{з}}}{\bar{d}} \right)^{3-b} = S^2_{\text{к}}(0) \cdot \left(\frac{d_{\text{з max}}}{d_{\max}} \right)^{3-b}.$$

Для решения задачи следует найти массу точечной пробы $q_{\text{т}}$, отбираемой ковшовым пробоотбирателем:

$$q_{\text{т}} = \frac{Q \cdot b}{\vartheta}.$$

Здесь Q – производительность конвейера;

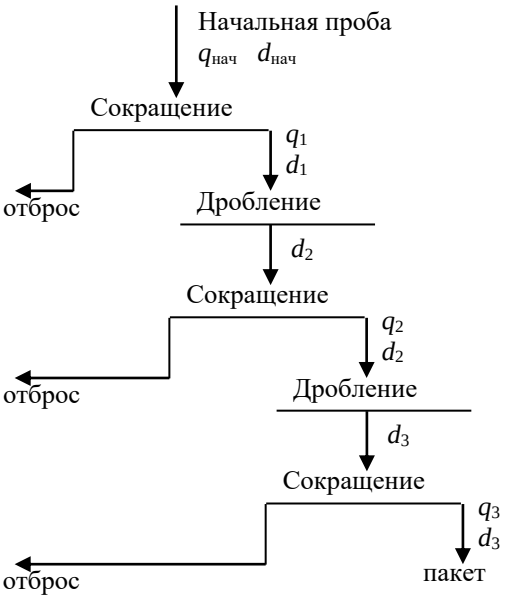
b – ширина щели ковша;

ϑ – скорость ковша.

Затем следует на схеме поставить указанные в задании массы и крупности.

При расчетах следует следить за размерностями.

Пример 6.1. Рассчитать относительную погрешность подготовки пробы руды по изображенной схеме.



Известные данные	Медная руда
$d_{нач\ max}$, мм	20
q_1, кг	7
$d_{2\ max}$, мм	5
q_2, кг	0,9
$d_{3\ max}$, мм	1
q_3, кг	0,2
вкрапленность	неравномерная
$d_{з\ max}$, мм	2
$\rho_м$, кг/м^3	4100
$\rho_п$, кг/м^3	2800
α, %	0,8
$\beta_м$, %	34,6
Q, т/ч	90
$N_т$	48

Необходимо найти массу точечной пробы, отбираемую ковшовым пробоотбирателем. Параметры пробоотбирателя принимаете самостоятельно.

Предложите действия, позволяющие снизить погрешность подготовки пробы примерно в 2 раза.

Решение:

Принимаем к расчету ковшовый пробоотбиратель с шириной щели ковша b = 60 мм и скоростью пересечения потока ϑ = 0,5 м/с. Тогда масса точечной пробы:

$$q_т = \frac{Q \cdot b}{\vartheta} = \frac{\left(\frac{90 \cdot 10^3}{3600}\right)\ \text{кг/с} \cdot \left(60 \cdot 10^{-3}\right)\ \text{м}}{0{,}5\ \ \text{м/с}} = 3\ \text{кг}.$$

Начальная масса пробы:

$$q_{нач} = q_т \cdot N_т = 3\ \text{кг} \cdot 48 = 144\ \text{кг}.$$

$$S^2_{под} = K \cdot \sum_{j=1}^{k}\left[2 f \cdot S^2_{к_j} \cdot \rho \cdot \left(\bar{d}_j\right)^3 \cdot \left(\frac{1}{q_{j\ кон}} - \frac{1}{q_{j\ нач}}\right)\right].$$

Покусковая дисперсия. В скобках – крупность кусков.

$$S^2_к(0) = \frac{\rho_м}{\rho_п} \cdot \alpha \cdot (\beta_м - \alpha) = \frac{4100}{2800} \cdot 0{,}8 \cdot (34{,}6 - 0{,}8) = 39{,}6\ \%^2;$$

$$S^2_к(20) = S^2_к(0) \cdot \left(\frac{d_з}{d}\right)^{3-b} = 39{,}6 \cdot \left(\frac{2}{20}\right)^{3-1{,}5} = 1{,}25\ \%^2;$$

$$S_{\text{к}}^2(5) = 39{,}6 \cdot \left(\frac{2}{5}\right)^{3-1{,}5} = 10{,}0\ \%^2;$$

$$S_{\text{к}}^2(1) = 39{,}6\ \%^2;$$

$$S_{\text{под}}^2 = 1{,}3 \cdot \left[2 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}25 \cdot 2800 \cdot \left(10 \cdot 10^{-3}\right)^3 \cdot \left(\frac{1}{7} - \frac{1}{144}\right) + \right.$$

$$+ 2 \cdot 0{,}5 \cdot 10 \cdot 2800 \cdot \left(2{,}5 \cdot 10^{-3}\right)^3 \cdot \left(\frac{1}{0{,}9} - \frac{1}{7}\right) +$$

$$\left. + 2 \cdot 0{,}5 \cdot 39{,}6 \cdot 2800 \cdot \left(0{,}5 \cdot 10^{-3}\right)^3 \cdot \left(\frac{1}{0{,}2} - \frac{1}{0{,}9}\right) \right] =$$

$$= 1{,}3 \cdot \left[476 \cdot 10^{-6} + 423{,}5 \cdot 10^{-6} + 53{,}9 \cdot 10^{-6}\right] = 1239{,}42 \cdot 10^{-6}\ \%^2;$$

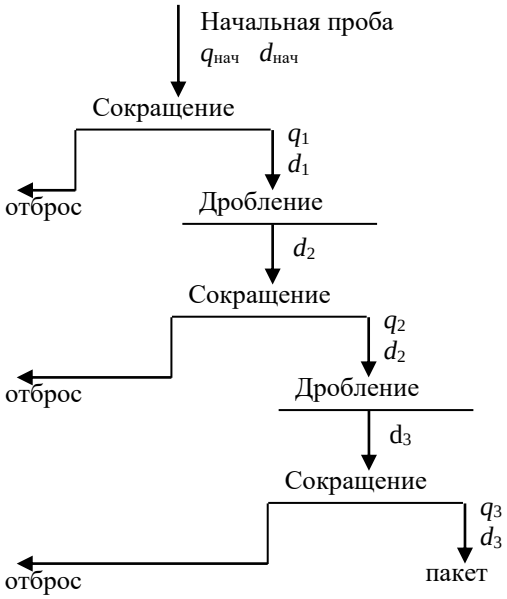
$$S_{\text{под}} = 35{,}2 \cdot 10^{-3}\ \%;$$

$$P_{\text{под}} = \frac{2 \cdot S_{\text{под}}}{\alpha} = \frac{2 \cdot 35{,}2 \cdot 10^{-3}\ \%}{0{,}8\ \%} \cdot 100\ \% = 8{,}8\ \%.$$

Для снижения погрешности примерно в 2 раза нужно, чтобы $S_{\text{под}}^2$ снизилось в 4 раза, т. е. $\frac{1239{,}42 \cdot 10^{-6}\ \%^2}{4} = 309{,}85 \cdot 10^{-6}\ \%^2$. Это возможно, если пробу 144 кг продробить сразу до 5 мм и сокращать ее не до 0,9 кг, а до 3 кг.

Задание № 6

Рассчитать относительную погрешность подготовки пробы двух типов руд по изображенной схеме.



Известные данные	Асбестовая руда	Железная руда
$d_{\text{нач max}}$, мм	130	40
q_1, кг	500	40
$d_{2\ \text{max}}$, мм	45	6
q_2, кг	100	3
$d_{3\ \text{max}}$, мм	12	1,5
q_3, кг	15	0,4
Вкрапленность	слоистая	неравномерная
$d_{3\ \text{max}}$, мм	11	3
$\rho_{\text{м}}$, кг/м^3	2600	5000
$\rho_{\text{п}}$, кг/м^3	2600	3000
α, %	4	18
$\beta_{\text{м}}$, %	100	72,3
Q, т/ч	1500	200
$N_{\text{т}}$	8	12

Необходимо найти массу точечной пробы, отбираемую ковшовым пробоотбирателем. Параметры пробоотбирателя принимаете самостоятельно.

Предложите действия, позволяющие снизить погрешность подготовки пробы примерно в 2 раза.

7. Расчет относительной случайной погрешности отбора навески для анализа

Методические указания.

Относительная случайная погрешность отбора навески для анализа P_α:

$$P_\alpha = \frac{2S_{\text{нав}}}{\alpha} \cdot 100, \%;$$

$$S^2_{\text{нав}} = 2f \cdot S^2_{\text{к}_{\text{нав}}} \cdot \rho\left(\bar{d}_{\text{нав}}\right)^3 \cdot \left(\frac{1}{q_{\text{нав}}} - \frac{1}{q_{\text{пак}}}\right).$$

Здесь $q_{\text{пак}}$ – масса пробы в пакете;

$q_{\text{нав}}$ – масса навески.

Остальные величины определяются по формулам, используемым в работах № 3, 4, 5.

Материал пакета и навески считаем раскрытым.

Отбор навески должен сопровождаться небольшими относительными погрешностями (первые проценты). Если погрешность велика, следует либо снижать крупность, либо увеличивать массу навески.

Пример 7.1. Найти погрешность отбора аналитической навески для анализа медных хвостов.

Дано: α = 0,1 %; $\beta_{\text{м}}$ = 34,6 %; $\rho_{\text{м}}$ = 4200 кг/м^3; $\rho_{\text{п}}$ = 3000 кг/м^3;
$q_{\text{пак}}$ = 50 г; $q_{\text{нав}}$ = 1 г; $d_{\max}$ = 0,1 мм.

Решение:

$$S^2_{\text{нав}} = 2f \cdot \rho \cdot \bar{d}^3_{\text{нав}} \cdot S^2_{\text{к}_{\text{нав}}} \cdot \left(\frac{1}{q_{\text{нав}}} - \frac{1}{q_{\text{пак}}}\right);$$

$$\bar{d}_{\text{нав}} = \frac{d_{\max}}{2} = \frac{0{,}1}{2} = 0{,}05 \text{ мм};$$

$$S^2_{\text{к}_{\text{нав}}} = \frac{\rho_{\text{м}}}{\rho_{\text{п}}} \cdot \alpha \cdot \beta_{\text{м}} = \frac{4200}{3000} \cdot 0{,}1\ \% \cdot 34{,}6\ \% = 4{,}844\ \%^2;$$

$$S^2_{\text{нав}} = 2 \cdot 0{,}5 \cdot 3000\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \left(0{,}05 \cdot 10^{-3}\right)^3 \text{м}^3 \cdot 4{,}844\ \%^2 \cdot \left(\frac{1}{0{,}001} - \frac{1}{0{,}05}\right)\ \frac{1}{\text{кг}} =$$

$$= 3 \cdot 10^3 \cdot 125 \cdot 10^{-15} \cdot 4{,}844 \cdot (1000 - 20) = 1{,}78 \cdot 10^{-6} \%^2;$$

$$S_{\text{нав}} = 1{,}33 \cdot 10^{-3}\ \%.$$

Относительная погрешность отбора навески:

$$P_{\text{нав}} = \frac{t \cdot S_{\text{нав}}}{\alpha} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 1{,}33 \cdot 10^{-3}\ \%}{0{,}1\ \%} \cdot 100\ \% = 2{,}66\ \%.$$

Пример 7.2. Найти погрешность отбора навески для анализа золотой руды.

Дано: α = 2,5 г/т; $\beta_м = 10^6$ г/т; $\rho_м$ = 18000 кг/м^3; $\rho_п$ = 3000 кг/м^3; $q_{\text{пак}}$ = 500 г; $q_{\text{нав}}$ = 12 г; $d_{\max}$ = 0,1 мм.

Решение:

$$S^2_{\text{нав}} = 2f \cdot S^2_{\text{к}_{\text{нав}}} \cdot \rho \cdot \bar{d}^3 \cdot \left(\frac{1}{q_{\text{нав}}} - \frac{1}{q_{\text{пак}}} \right);$$

$$\bar{d}_{\text{нав}} = \frac{0{,}1}{2} = 0{,}05 \text{ мм};$$

$$S^2_{\text{к}_{\text{нав}}} = \frac{\rho_м}{\rho_п} \cdot \alpha \cdot \beta_м = \frac{18000}{3000} \cdot 2{,}5 \cdot 10^6 = 15 \cdot 10^6\ (\text{г/т})^2;$$

$$S^2_{\text{нав}} = 2 \cdot 0{,}5 \cdot 15 \cdot 10^6 \left(\frac{\text{г}}{\text{т}} \right)^2 \cdot 3000\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \left(0{,}05 \cdot 10^{-3}\right)^3 \text{м}^3 \cdot \left(\frac{1}{0{,}012} - \frac{1}{0{,}5} \right)\ \frac{1}{\text{кг}} =$$

$$= 0{,}4573\ (\text{г/т})^2;$$

$$S_{\text{нав}} = 0{,}676 \text{ г/т};$$

$$P_{\text{нав}} = \frac{t \cdot S_{\text{нав}}}{\alpha} \cdot 100\ \% = \frac{2 \cdot 0{,}676\ \text{г/т}}{2{,}5\ \text{г/т}} \cdot 100\ \% = 54{,}1\ \%.$$

Такая погрешность для отбора навески недопустима. Следует предложить изменение либо массы, либо крупности навески.

Задание № 7

Определить относительную погрешность отбора навески для представленных данных.

	Тип руды	Массовая доля		Плотности		Масса		$d_{\text{нав max}}$, мм
		α	$\beta_м$	$\rho_п$	$\rho_м$	$q_{\text{пакета}}$	$q_{\text{навески}}$	
а	Медная	0,8 %	34,6 %	3000	4200	100 г	1 г	0,1
б	Цинковая	56 %	67,1 %	3000	4100	50 г	1 г	0,1
в	Железная	3 %	72,3 %	3000	5200	250 г	1 г	0,05
г	Золотая	0,5 г/т	100 %	2600	18000	5 кг	0,1 кг	0,08
д	Алмазная	1,5 кар/т	100 %	2600	3500	100 кг	1 кг	4
е	Уголь	10 %	80 %	2000	1400	0,5 кг	1 г	0,2
ж	Магнезит	30 %	100 %	2900	3100	3 кг	100 г	3
з	Асбест	2,5 %	100 %	2700	2700	150 кг	20 кг	6
и	Золото	7 г/т	100 %	3000	18000	300 кг	500 г	2
к	Кварц	0,01 г/т	100 %	2650	4000	5 кг	100 г	0,2

8. Расчет относительной случайной погрешности результата опробования

Методические указания.

Относительная случайная погрешность результата опробования определяется по формулам:

$$P_{\text{рез}} = \frac{2S_{\text{рез}}}{\alpha} \cdot 100,\ \%;$$

$$S^2_{\text{рез}} = S^2_{\text{от}} + S^2_{\text{под}} + S^2_{\text{ан}};$$

$$S^2_{\text{от}} = \frac{S^2_{\text{т}}}{N_{\text{т}}};$$

$$S^2_{\text{под}} = K \cdot \sum_{j=1}^{k} 2f \cdot S^2_{\text{к}_j} \cdot \rho\left(\bar{d}_j\right)^3 \cdot \left(\frac{1}{q_{j\ \text{кон}}} - \frac{1}{q_{j\ \text{нач}}} \right);$$

$$S^2_{\text{ан}} = \frac{1}{n_{\text{нав}}} \left(S^2_{\text{нав}} + \frac{1}{n_{\text{изм}}} \cdot S^2_{\text{м}} \right).$$

Здесь $S^2_{\text{т}}$ – дисперсия точечных проб; $N_{\text{т}}$ – число точечных проб; $n_{\text{нав}}$ – число анализируемых навесок; $n_{\text{изм}}$ – число измерений на каждой навеске; $S_{\text{м}}$ – среднеквадратическая погрешность метода анализа (аппаратуры).

Остальные величины описаны в заданиях № 3, 4, 5, 6, 7.

Для решения задачи следует найти массу точечной пробы и расставить на схеме массы и крупности. Необходимо следить за размерностями величин.

По результатам расчета указать операции, параметры которых следует изменять, чтобы снизить погрешность опробования.

Пример 8.1. Найти относительную погрешность результата опробования для трех точек фабрики: руды, концентрата и хвостов. Контрольный период – смена (8 часов).

Известные данные	Руда	Концентрат	Хвосты
Q, т/ч	300	13	287
α, %	1,8	20	0,2
$S_{\text{т}}$, %	0,11	0,7	0,04
$P_{\text{от доп}}$, %	2	0,5	3
$\beta_{\text{м}}$, %	34,6	34,6	34,6
$d_{3\ \max}$, мм	1,5	1,5	1,5
$d_{\text{нач max}}$, мм	20	0,3	1,0
$\rho_{\text{м}}$, кг/м^3	4100	4100	4100
$\rho_{\text{п}}$, кг/м^3	3000	3000	3000
Вкрапления	неравномерная	-	-
$n_{\text{нав}}$	2	2	3
$n_{\text{м}}$	1	2	1
$P_{\text{м}}$, %	1,5	1,0	3,0
пробоотбиратели ковшовые, ширина щели b ≥ 10 мм			

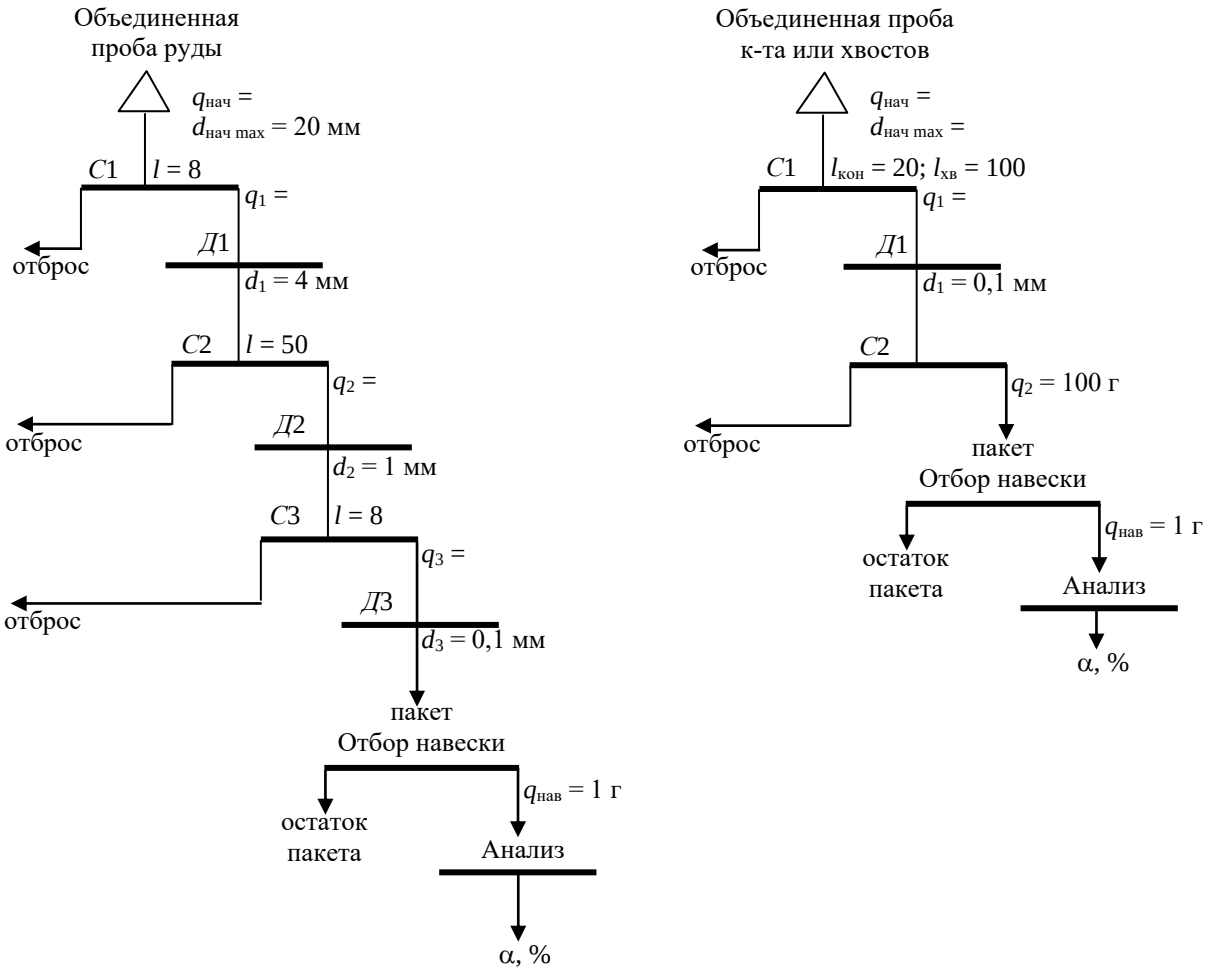


Рис. Расчетные схемы:
l – степень сокращения; С – сокращение; Д – изменение крупности

Решение:

Для точки опробования руды

Находим допустимую среднеквадратичную погрешность отбора проб:

$$S_{от\ доп} = \frac{P_{от\ доп} \cdot \alpha}{2 \cdot 100} = \frac{2 \cdot 1{,}8}{2 \cdot 100} = 0{,}018\ \%.$$

Находим число точечных проб за смену:

$$N_т = \frac{S_т^2}{S_{от\ доп}^2} = \frac{0{,}11^2}{0{,}018^2} = 37{,}3.$$

Округляем $N_т$ до 40.

Находим массу точечной пробы, приняв ширину щели ковша $b \geq 3d_{max}$ = = 60 мм и скорость ковша 0,5 м/с:

$$q_т = \frac{Q \cdot b}{\vartheta} = \frac{\left(300 \cdot \frac{1000}{3600}\right)\ \text{кг/с} \cdot \left(60 \cdot 10^{-3}\right)\ \text{м}}{0{,}5\ \text{м/с}} = 10\ \text{кг}.$$

Находим начальную массу пробы:

$$q_{нач} = q_т \cdot N_т = 10 \cdot 40 = 400\ \text{кг}.$$

Находим случайную фактическую погрешность отбора:

$$S_{от}^2 = \frac{S_т^2}{N_т} = \frac{0{,}11^2}{40} = 0{,}0003\ \%^2.$$

Для расчета погрешности подготовки проб найдем покусковые дисперсии для сростков по формуле:

$$S_к^2(d) = S_к^2 \cdot \left(\frac{d_{з\ \max}}{d_{\max}}\right)^{3-b};$$

$$S_к^2 = \frac{\rho_м}{\rho_п} \cdot \alpha \cdot (\beta_м - \alpha) = \frac{4100}{3000} \cdot 1{,}8 \cdot (34{,}6 - 1{,}8) = 80{,}7\ \%^2.$$

Для d_{max} = 20 мм и 4 мм:

$$S_к^2(20) = 80{,}7 \cdot \left(\frac{1{,}5}{20}\right)^{1{,}5} = 1{,}66\ \%^2;$$

$$S_к^2(4) = 80{,}7 \cdot \left(\frac{1{,}5}{4}\right)^{1{,}5} = 18{,}53\ \%^2;$$

$$S_к^2(0{,}1) = S_к^2 = 80{,}7\ \%^2,\ \text{т.к. } 0{,}1 \text{ мм} < d_{з\ max}.$$

Находим q_1 = 400 / 8 = 50 кг; q_2 = 50 / 50 = 1 кг; q_3 = 1 / 8 = 0,125 кг.

Тогда погрешность подготовки:

$$S_{под}^2 = 1{,}3 \cdot \left[2 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}66 \cdot 3000 \cdot \left(10 \cdot 10^{-3}\right)^3 \cdot \left(\frac{1}{50} - \frac{1}{400}\right) + \right.$$

$$+ 2 \cdot 0{,}5 \cdot 18{,}53 \cdot 3000 \cdot \left(2 \cdot 10^{-3}\right)^3 \cdot \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{50}\right) +$$

$$\left. + 2 \cdot 0{,}5 \cdot 80{,}7 \cdot 3000 \cdot \left(0{,}5 \cdot 10^{-3}\right)^3 \cdot \left(\frac{1}{0{,}125} - \frac{1}{1}\right)\right] =$$

$$= 1{,}3 \cdot \left[87{,}15 \cdot 10^{-6} + 435{,}8 \cdot 10^{-6} + 211{,}8 \cdot 10^{-6}\right] = 955{,}2 \cdot 10^{-6}\ \%^2.$$

Погрешность метода анализа:

$$S_м = \frac{1{,}5 \cdot 1{,}8}{2 \cdot 100} = 0{,}0135\ \%.$$

Погрешность анализа, $\%^2$:

$$S_{ан}^2 = \frac{1}{2} \cdot \left[2 \cdot 0{,}5 \cdot 80{,}7 \cdot 3000 \cdot \left(0{,}05 \cdot 10^{-3}\right)^3 \cdot \left(\frac{1}{0{,}001} - \frac{1}{0{,}125}\right) + \frac{1}{1} \cdot 0{,}0135^2\right] = 106{,}1 \cdot 10^{-6}$$

$\%^2$.

Погрешность результата опробования:

$$S_{рез}^2 = 300 \cdot 10^{-6} + 955{,}2 \cdot 10^{-6} + 106{,}1 \cdot 10^{-6} = 1361{,}3 \cdot 10^{-6}\ \%^2;$$

$$S_{рез} = 36{,}9 \cdot 10^{-3}\ \%.$$

Относительная случайная погрешность результата опробования:

$$P_{рез} = \frac{2S_{рез}}{\alpha} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 36{,}9 \cdot 10^{-3}}{1{,}8} \cdot 100 = 4{,}1\ \%.$$

Это приемлемая для руды погрешность результата опробования.

Если же желательно снизить $P_{\text{рез}}$, то нужно выполнить анализ слагаемых $S^2_{\text{рез}}$. Наибольшее слагаемое $955{,}2 \cdot 10^{-6}$ появилось в процессе подготовки пробы. Следовательно, следует воздействовать на технологию подготовки пробы.

Рассмотрим составляющие погрешности подготовки. Видим, что наибольший вклад в погрешность вносит вторая операция сокращения (в 50 раз!). Уменьшим степень сокращения в 5 раз, т. е. примем $l_2 = 10$. Тогда второе слагаемое в $S^2_{\text{под}}$ уменьшится в 5 раз.

Тогда

$$S^2_{\text{под}} = 1{,}3 \cdot \left[87{,}15 \cdot 10^{-6} + \frac{435{,}8}{5} \cdot 10^{-6} + 211{,}8 \cdot 10^{-6} \right] = 501{,}9 \cdot 10^{-6}\ \%^2.$$

$$S^2_{\text{рез}} = 300 \cdot 10^{-6} + 501{,}9 \cdot 10^{-6} + 106{,}1 \cdot 10^{-6} = 908 \cdot 10^{-6}\ \%^2;$$

$$P_{\text{рез}} = \frac{2 \cdot 30{,}1 \cdot 10^{-3}}{1{,}8} \cdot 100 = 3{,}35\ \%.$$

Анализируя слагаемые погрешности, можно находить дополнительные решения по снижению погрешности результата опробования.

Для точки опробования хвостов

$$S_{\text{от доп}} = \frac{3 \cdot 0{,}2}{2 \cdot 100} = 0{,}003\ \%;$$

$$N_{\text{т}} = \left(\frac{0{,}04}{0{,}003} \right)^2 = 177.$$

Принимаем 160 проб, т. е. отбор одной пробы каждые 3 мин.

$$q_{\text{т}} = \frac{\left(287 \cdot \frac{1000}{3600} \right) \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{0{,}5} = 1{,}6\ \text{кг};$$

$$q_{\text{нач}} = 1{,}6 \cdot 160 = 256\ \text{кг}; \quad q_1 = 2{,}56\ \text{кг};$$

$$S^2_{\text{от}} = \frac{0{,}04^2}{160} = 0{,}00001\ \%^2;$$

$$S^2_{\text{к}} = \frac{4100}{3000} \cdot 0{,}2 \cdot (34{,}6 - 0{,}2) = 9{,}46\ \%^2;$$

$$S^2_{\text{под}} = 1{,}3 \cdot \left[2 \cdot 0{,}5 \cdot 9{,}46 \cdot 3000 \cdot \left(0{,}5 \cdot 10^{-3} \right)^3 \cdot \left(\frac{1}{2{,}56} - \frac{1}{256} \right) + \right.$$

$$\left. + 2 \cdot 0{,}5 \cdot 9{,}46 \cdot 3000 \cdot \left(0{,}05 \cdot 10^{-3} \right)^3 \cdot \left(\frac{1}{0{,}1} - \frac{1}{2{,}56} \right) \right] =$$

$$= 1{,}3 \cdot \left[1{,}37 \cdot 10^{-6} + 0{,}034 \cdot 10^{-6} \right] = 1{,}82 \cdot 10^{-6}\ \%^2;$$

$$S_{\text{м}} = \frac{3 \cdot 0{,}2}{2 \cdot 100} = 0{,}003\ \%;$$

$$S_{\text{ан}}^2 = \frac{1}{3}\cdot\left[2\cdot 0{,}5\cdot 9{,}46\cdot 3000\cdot\left(0{,}05\cdot 10^{-3}\right)^3\cdot\left(\frac{1}{0{,}001}-\frac{1}{0{,}1}\right)+\frac{1}{1}\cdot\left(3\cdot 10^{-3}\right)^2\right] =$$

$$= 4{,}17\cdot 10^{-6}\ \%^2;$$

$$S_{\text{рез}}^2 = 10\cdot 10^{-6} + 1{,}82\cdot 10^{-6} + 4{,}17\cdot 10^{-6} = 15{,}99\cdot 10^{-6}\ \%^2;$$

$$S_{\text{рез}} = 4\cdot 10^{-3}\ \%;$$

$$P_{\text{рез}} = \frac{2\cdot 4\cdot 10^{-3}}{0{,}2}\cdot 100 = 4\ \%.$$

Анализируя составляющие $S_{\text{рез}}^2$, видим, что нужно снижать погрешность отбора пробы. Но это можно сделать, лишь увеличивая число точечных проб, а оно и так велико. Погрешность $P_{\text{рез}} = 4$ % для хвостов – это вполне приемлемая погрешность. Можно даже уменьшить число точечных проб, например, до 80.

Тогда

$$S_{\text{от}}^2 = \frac{0{,}04^2}{80} = 0{,}00002\ \%^2;$$

$$q_{\text{нач}} = 1{,}6\cdot 80 = 128\ \text{кг}.$$

Погрешности $S_{\text{под}}$ и $S_{\text{ан}}$ почти не изменяются, следовательно:

$$S_{\text{рез}}^2 = 20\cdot 10^{-6} + 1{,}82\cdot 10^{-6} + 4{,}17\cdot 10^{-6} = 25{,}99\cdot 10^{-6}\ \%^2;\quad S_{\text{рез}} = 5{,}1\cdot 10^{-3}\ \%;$$

$$P_{\text{рез}} = \frac{2\cdot 5{,}1\cdot 10^{-3}}{0{,}2}\cdot 100 = 5{,}1\ \%.$$

Это тоже весьма приемлемый для опробования хвостов результат: при анализе расчетов можно не только снизить, но и увеличить погрешность, выиграв в других параметрах опробования. В приведенном случае можно снизить число точечных проб вдвое, снизив вдвое при этом и начальную массу пробы.

Для точки опробования концентрата

$$S_{\text{от}} = \frac{0{,}5\cdot 20}{2\cdot 100} = 0{,}05\ \%;\quad N_{\text{т}} = \left(\frac{0{,}7}{0{,}05}\right)^2 = 196.$$

Принимаем 120 проб.

$$q_{\text{т}} = \frac{\left(13\cdot\frac{1000}{3600}\right)\cdot 10\cdot 10^{-3}}{0{,}5} = 0{,}072\ \text{кг};$$

$$q_{\text{нач}} = 0{,}072\cdot 120 = 8{,}64\ \text{кг};$$

$$q_1 = 8{,}64 / 20 = 0{,}432\ \text{кг};$$

$$S_{\text{от}}^2 = \frac{0{,}7^2}{120} = 0{,}00408\ \%^2;$$

$$S_{\text{к}}^2 = \frac{4100}{3000}\cdot 20\cdot(34{,}6-20)\cdot\left(1-\frac{20}{34{,}6}+\frac{20\cdot 3000}{34{,}6\cdot 4100}\right)^2 = 284{,}9\ \%^2;$$

$$\rho = \frac{3000 \cdot 4100 \cdot 34{,}6}{20 \cdot 3000 + (34{,}6 - 20) \cdot 4100} 3550{,}6 \text{ кг/м}^3;$$

$$S^2_{\text{под}} = 1{,}3 \cdot \left[2 \cdot 0{,}5 \cdot 284{,}9 \cdot 3550{,}6 \cdot \left(0{,}15 \cdot 10^{-3}\right)^3 \cdot \left(\frac{1}{0{,}432} - \frac{1}{8{,}64} \right) + \right.$$

$$\left. + 2 \cdot 0{,}5 \cdot 284{,}9 \cdot 3550{,}6 \cdot \left(0{,}05 \cdot 10^{-3}\right)^3 \cdot \left(\frac{1}{0{,}1} - \frac{1}{0{,}432} \right) \right] =$$

$$= 1{,}3 \cdot \left[7{,}51 \cdot 10^{-6} + 0{,}97 \cdot 10^{-6} \right] = 10{,}673 \cdot 10^{-6} \text{ \%}^2;$$

$$S_{\text{м}} = \frac{1{,}0 \cdot 20}{2 \cdot 100} = 0{,}1 \text{ \%};$$

$$S^2_{\text{ан}} = \frac{1}{2} \cdot \left[2 \cdot 0{,}5 \cdot 284{,}9 \cdot 3550{,}6 \cdot \left(0{,}05 \cdot 10^{-3}\right)^3 \cdot \left(\frac{1}{0{,}001} - \frac{1}{0{,}1} \right) + \frac{1}{2} \cdot 0{,}1^2 \right] =$$

$$= 2562{,}5 \cdot 10^{-6} \text{ \%}^2;$$

$$S^2_{\text{рез}} = 4080 \cdot 10^{-6} + 10{,}673 \cdot 10^{-6} + 2562{,}5 \cdot 10^{-6} = 6710 \cdot 10^{-6} \text{ \%}^2; \; S_{\text{рез}} = 81{,}9 \cdot 10^{-3} \text{ \%};$$

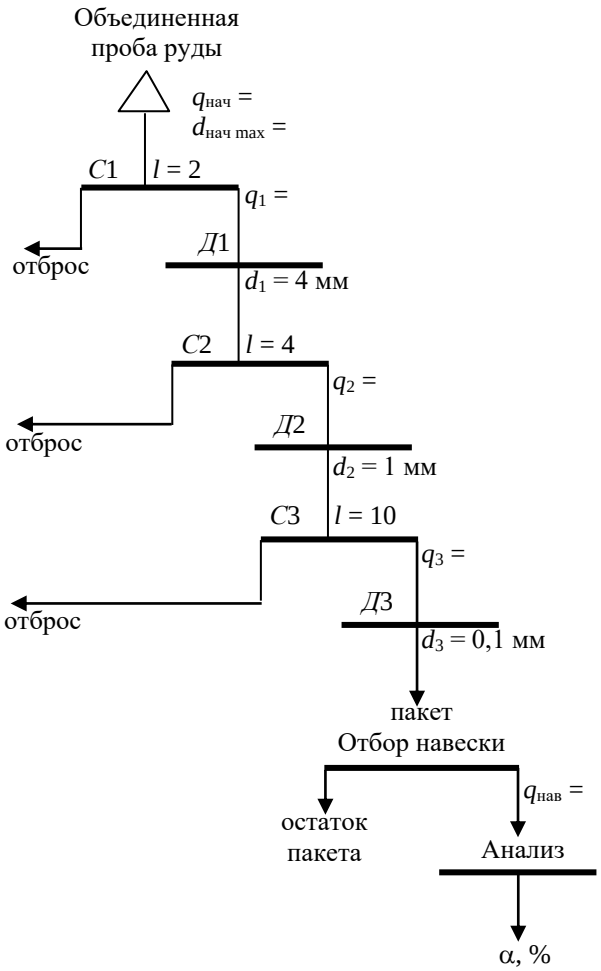
$$P_{\text{рез}} = \frac{2 \cdot 81{,}9 \cdot 10^{-3}}{20} \cdot 100 = 0{,}82 \text{ \%}.$$

Погрешность опробования концентрата приемлема.

Задание № 8

Найти относительную погрешность результата опробования для трех точек фабрики: руды, концентрата и хвостов.

Известные данные	Руда	Концентрат	Хвосты
Q, т/ч	80	0,8	79,2
α, г/т	3,5	130	0,6
$S_{\text{т}}$, г/т	0,3	58	0,1
$P_{\text{от доп}}$, %	6	4	10
$\beta_{\text{м}}$, %	100	100	100
$d_{3\,\max}$, мм	0,8	0,7	0,8
$d_{\text{нач max}}$, мм	15	1	1,5
$\rho_{\text{м}}$, кг/м^3	18000	18000	18000
$\rho_{\text{п}}$, кг/м^3	2650	2650	2650
Вкрапления	неравномерная	-	-
$q_{\text{нав}}$, г	50	50	100
$n_{\text{нав}}$	3	2	5
$n_{\text{м}}$	2	1	1
$P_{\text{м}}$, %	2,5	0,7	3,6
пробоотбиратели ковшовые, ширина щели b ≥ 10 мм			



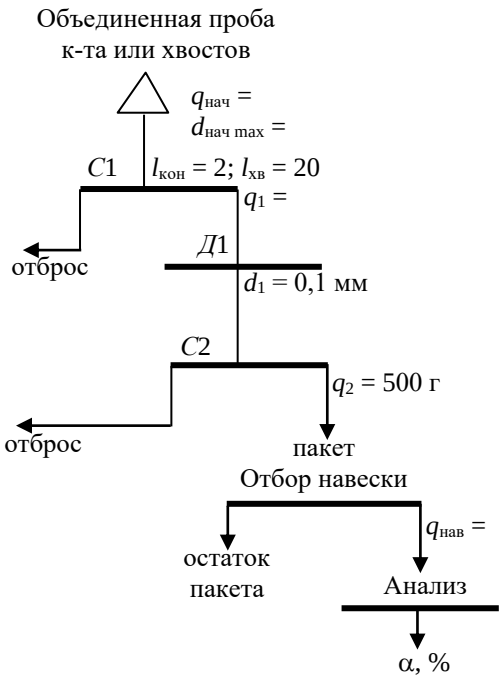


Рис. Расчетные схемы:
l – степень сокращения

9. Расчет показателей технологического баланса

Методические указания.

Основные формулы технологического баланса:

Выход концентрата $$\gamma_\beta = \frac{\alpha - \vartheta}{\beta - \vartheta};$$

Выход хвостов $$\gamma_\vartheta = \frac{\beta - \alpha}{\beta - \vartheta};$$

Извлечение в концентрат $$\varepsilon_\beta = \frac{\alpha - \vartheta}{\beta - \vartheta} \cdot \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\gamma_\beta \cdot \beta}{\alpha};$$

Извлечение в хвосты $$\varepsilon_\vartheta = \frac{\gamma_\vartheta \cdot \vartheta}{\alpha};$$

Масса компонента в концентрате $K_\beta = M_\alpha(1 - W_\alpha) \cdot \gamma_\beta \cdot \beta;$

Масса компонента в хвостах $K_\vartheta = M_\alpha(1 - W_\alpha) \cdot \gamma_\vartheta \cdot \vartheta.$

Здесь α, β и ϑ – массовые доли компонента в руде, концентрате и хвостах;

M_α – масса руды (влажная);

W_α – влажность руды.

Выполнить проверки:

$$\gamma_\beta + \gamma_\vartheta = 1;$$
$$\varepsilon_\beta + \varepsilon_\vartheta = 1;$$
$$K_\beta + K_\vartheta = K_\alpha;$$
$$\varepsilon_\beta = \frac{K_\beta}{K_\alpha}.$$

Относительная случайная погрешность выхода концентрата:

$$P_{\gamma_\beta}^2 = \left(\frac{\alpha}{\alpha - \vartheta}\right)^2 \cdot \left[P_\alpha^2 + \varepsilon_\beta^2 P_\beta^2 + \varepsilon_\vartheta^2 P_\vartheta^2\right].$$

Случайная абсолютная погрешность выхода концентрата:

$$\Delta\gamma_\beta = \pm t \cdot S_{\gamma_\beta} = \pm 2S_{\gamma_\beta} = \pm\frac{P_{\gamma_\beta} \cdot \gamma_\beta}{100};$$

$$S_{\gamma_\beta} = \frac{P_{\gamma_\beta} \cdot \gamma_\beta}{2 \cdot 100}.$$

Относительная случайная погрешность извлечения в концентрат:

$$P_{\varepsilon_\beta}^2 = \left(\frac{\vartheta}{\alpha - \vartheta}\right)^2 \cdot \left[P_\alpha^2 + \gamma_\beta^2 P_\beta^2 + \gamma_\vartheta^2 P_\vartheta^2\right].$$

Случайная абсолютная погрешность извлечения в концентрат:

$$\Delta\varepsilon_\beta = \pm t \cdot S_{\varepsilon_\beta} = \pm 2S_{\varepsilon_\beta}.$$

Случайная относительная погрешность массы компонента в концентрате:

$$P_{K_\beta}^2 = P_{M_\alpha}^2 + \left(\frac{W_\alpha}{1 - W_\alpha}\right)^2 \cdot P_{W_\alpha}^2 + P_{\gamma_\beta}^2 + P_\beta^2;$$

$$P_{K_\beta} = \frac{2S_{K_\beta}}{K_\beta} \cdot 100 = \frac{\Delta K_\beta}{K_\beta} \cdot 100.$$

Абсолютная случайная погрешность массы компонента в концентрате:

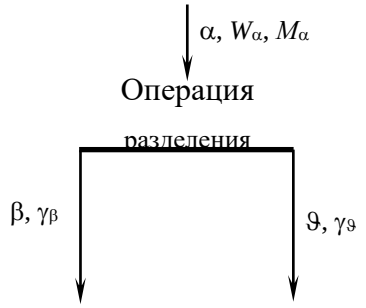
$$\Delta K_\beta = \frac{P_{K_\beta} \cdot K_\beta}{100}.$$

В итоге:

$$K_{\beta\,\text{ист}} = K_{\beta\,\text{изм}} \pm \Delta K_\beta.$$

Пример 9.1. Для операции обогащения найти выхода, извлечения и абсолютные показатели.

Дано: α = 2 %; β = 18 %; ϑ = 0,15 %; M_α = 25000 т/смену; W_α = 4 %.



Решение:

1. Масса компонента в руде:

$$K_\alpha = M_\alpha \cdot (1 - W_\alpha) \cdot \alpha = 25000 \text{ т} \cdot (1 - 0{,}04) \cdot 0{,}02 = 480 \text{ т}.$$

2. Выход концентрата, если $\gamma_\alpha = 1$:

$$\gamma_\beta = \frac{\alpha - \vartheta}{\beta - \vartheta} = \frac{2 - 0{,}15}{18 - 0{,}15} = 0{,}104 \text{ д. е.}$$

3. Выход хвостов:

$$\gamma_\vartheta = 1 - \gamma_\beta = 1 - 0{,}104 = 0{,}896 \text{ д. е.}$$

4. Извлечение в концентрат:

$$\varepsilon_\beta = \frac{\alpha - \vartheta}{\beta - \vartheta} \cdot \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\gamma_\beta \cdot \beta}{\alpha} = \frac{0{,}104 \cdot 18\ \%}{2\ \%} = 0{,}936 \text{ д. е.}$$

5. Извлечение в хвосты:

$$\varepsilon_\vartheta = 1 - \varepsilon_\beta = 1 - 0{,}936 = 0{,}064 \text{ д. е.}$$

6. Масса концентрата и компонента в концентрате:

$$M_\beta = M_{\alpha_{сух}} \cdot \gamma_\beta = M_\alpha \cdot (1 - W_\alpha) \cdot \gamma_\beta = 25000 \cdot (1 - 0{,}04) \cdot 0{,}104 = 2496 \text{ т};$$

$$K_\beta = M_\beta \cdot \beta = 2496 \text{ т} \cdot 0{,}18 = 449{,}28 \text{ т}.$$

7. Масса хвостов и компонента в хвостах:

$$M_\vartheta = M_{\alpha_{сух}} \cdot \gamma_\vartheta = 25000 \cdot (1 - 0{,}04) \cdot 0{,}896 = 21504 \text{ т};$$

$$K_\vartheta = M_\vartheta \cdot \vartheta = 21504 \cdot 0{,}0015 = 32{,}2 \text{ т}.$$

8. Извлечение в концентрат:

$$\varepsilon_\beta = \frac{K_\beta}{K_\alpha} = \frac{449{,}28}{480} = 0{,}936.$$

Пример 9.2. Для операции обогащения найти выхода, извлечения, показатели и их погрешности.



Решение:

$$K_\alpha = M_\alpha \cdot (1 - W_\alpha) \cdot \alpha = 100000 \text{ т} \cdot (1 - 0{,}07) \cdot 0{,}16 = 14880 \text{ т};$$

$$\gamma_\beta = \frac{\alpha - \vartheta}{\beta - \vartheta} = \frac{16 - 3}{65 - 3} = 0{,}2097 \text{ д. е.};$$

$$\gamma_\vartheta = 1 - \gamma_\beta = 0{,}7903 \text{ д. е.};$$

$$\varepsilon_\beta = \frac{\gamma_\beta \cdot \beta}{\alpha} = \frac{0{,}2097 \cdot 65\ \%}{16\ \%} = 0{,}852 \text{ д. е.};$$

$$\varepsilon_\vartheta = 1 - \varepsilon_\beta = 0{,}148 \text{ д. е.};$$

$$K_\beta = M_\alpha \cdot (1 - W_\alpha) \cdot \gamma_\beta \cdot \beta = 100000 \cdot (1 - 0{,}07) \cdot 0{,}2097 \cdot 0{,}65 = 12676{,}0 \text{ т};$$

$$K_\vartheta = M_\alpha \cdot (1 - W_\alpha) \cdot \gamma_\vartheta \cdot \vartheta = 100000 \cdot (1 - 0{,}07) \cdot 0{,}7903 \cdot 0{,}03 = 2204{,}0 \text{ т};$$

$$\varepsilon_\beta = \frac{K_\beta}{K_\alpha} = \frac{12676}{14880} = 0{,}852 \text{ д. е.}$$

Относительные случайные погрешности измерения:

$$P_\alpha = \frac{2S_\alpha}{\alpha} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 0{,}5}{16} \cdot 100 = 6{,}25\ \%;$$

$P_\beta = 1{,}23\ \%$ и $P_\vartheta = 13{,}33\ \%$;

$$P_{M_\alpha} = \frac{2S_{M_\alpha}}{M_\alpha} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 300}{100000} \cdot 100 = 0{,}6\ \%;$$

$$P_{W_\alpha} = \frac{2S_{W_\alpha}}{W_\alpha} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 0{,}3}{7} \cdot 100 = 8{,}57\ \%.$$

Относительная случайная погрешность выхода концентрата:

$$P_{\gamma_\beta}^2 = \left(\frac{\alpha}{\alpha - \vartheta}\right)^2 \cdot \left[P_\alpha^2 + \varepsilon_\beta^2 P_\beta^2 + \varepsilon_\vartheta^2 P_\vartheta^2\right] =$$

$$= \left(\frac{16}{16 - 3}\right)^2 \cdot \left[6{,}25^2 + 0{,}852^2 \cdot 1{,}23^2 + 0{,}148^2 \cdot 13{,}33^2\right] = 66{,}74\ \%^2;$$

$$P_{\gamma_\beta} = 8{,}17\ \%;$$

$$S_{\gamma_\beta} = \frac{P_{\gamma_\beta} \cdot \gamma_\beta}{2 \cdot 100} = \frac{8{,}17 \cdot 0{,}2097}{2 \cdot 100} = 0{,}00857 \text{ д. е.}$$

Относительная случайная погрешность извлечения:

$$P_{\varepsilon_\beta}^2 = \left(\frac{\vartheta}{\alpha - \vartheta}\right)^2 \cdot \left[P_\alpha^2 + \gamma_\beta^2 P_\beta^2 + \gamma_\vartheta^2 P_\vartheta^2\right] =$$

$$= \left(\frac{3}{16 - 3}\right)^2 \cdot \left[6{,}25^2 + 0{,}2097^2 \cdot 1{,}23^2 + 0{,}7903^2 \cdot 13{,}33^2\right] = 7{,}99\ \%^2;$$

$$P_{\varepsilon_\beta} = 2{,}83\ \%;$$

$$S_{\varepsilon_\beta} = \frac{P_{\varepsilon_\beta} \cdot \varepsilon_\beta}{2 \cdot 100} = 0{,}012 \text{ д. е.};$$

$$\Delta\varepsilon_\beta = 2S_{\varepsilon_\beta} = 0{,}024 \text{ д. е.};$$

$\varepsilon_{\beta\ ист} = (0{,}852 \pm 0{,}024)$ д. е. или $(85{,}2 \pm 2{,}4)$ %.

Относительная случайная погрешность массы ценного компонента в концентрате:

$$P_{K_\beta}^2 = P_{M_\alpha}^2 + \left(\frac{W_\alpha}{1-W_\alpha}\right)^2 \cdot P_{W_\alpha}^2 + P_{\gamma_\beta}^2 + P_\beta^2 =$$

$$= 0{,}6^2 + \left(\frac{0{,}07}{1-0{,}07}\right)^2 \cdot 8{,}57^2 + 66{,}74 + 1{,}23^2 = ;$$

$$= 0{,}36 + 0{,}416 + 66{,}74 + 1{,}51 = 69{,}026\ \%^2;$$

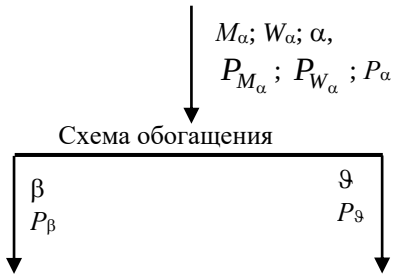
$$P_{K_\beta} = 8{,}31\ \%;$$

$$\Delta K_\beta = \frac{P_{K_\beta} \cdot K_\beta}{100} = \frac{8{,}31 \cdot 12676}{100} = 1053{,}4\ \text{т};$$

$$K_{\beta\ изм} = K_{\beta\ ист} \pm \Delta K_\beta = (12676 \pm 1053{,}4)\ \text{т}.$$

Задание № 9

Найти показатели технологического баланса γ_β, γ_ϑ, ε_β, ε_ϑ, K_β, K_ϑ, P_{γ_β} и $\Delta\gamma_\beta$, P_{ε_β} и $\Delta\varepsilon_\beta$, ΔK_β.



№	M_α и P_{M_α}	W_α и P_{W_α}	α и P_α	β и P_β	ϑ и P_ϑ
а	800 т; 2 %	3 %; 4 %	2 %; 5 %	25 %; 2 %	0,3 %; 10 %
б	200000 т; 7 %	4 %; 3 %	1,5 г/т; 20 %	3000 г/т; 8 %	0,4 г/т; 30 %
в	300 т; 1 %	5 %; 2 %	0,4 кар/т; 10 %	100 %; 1 %	0,05 кар/т; 20 %
г	5000000 т; 4 %	7 %; 2,5 %	16 %; 3 %	65 %; 1 %	2 %; 5 %
д	4000 т; 3 %	2 %; 5 %	30 %; 2 %	95 %; 1,5 %	3 %; 6 %

10. Расчет невязки товарного баланса и товарного извлечения

Методические указания.

Формула невязки (конкретная для схемы только со складом концентрата):

$$\Delta_к = K_{\beta_{тов}} + K_\vartheta + K_{ск\ кон} - K_\alpha - K_{ск\ нач}.$$

Массы компонентов:

$$K_{\beta_{тов}} = M_{\beta_{тов}}\left(1 - W_{\beta_{тов}}\right) \cdot \beta_{тов};$$

$$K_{\alpha} = M_{\alpha}(1-W_{\alpha})\cdot\alpha;$$
$$K_{\vartheta} = M_{\alpha}(1-W_{\alpha})\cdot\gamma_{\vartheta}\cdot\vartheta;$$
$$K_{\text{ск}} = M_{\text{ск}}(1-W_{\text{ск}})\cdot\beta_{\text{ск}}.$$

Относительная невязка:

$$\Delta_{\text{к отн}} = \frac{\Delta_{\text{к}}}{K_{\alpha}}\cdot 100,\ \%.$$

Товарное извлечение (для этой же схемы):

$$\varepsilon_{\beta_{\text{тов}}} = \frac{K_{\beta_{\text{тов}}} - \left(K_{\text{ск нач}} - K_{\text{ск кон}}\right)}{K_{\alpha}}.$$

Проверочное равенство:

$$\varepsilon_{\beta_{\text{тов}}} = \varepsilon_{\beta_{\text{тех}}} + \Delta_{\text{к отн}}.$$

Допустимая случайная невязка (обусловленная случайными погрешностями опробования):

$$P^2_{\Delta_{\text{к доп}}} = P^2_{K_{\alpha}} + \varepsilon^2_{\beta_{\text{тов}}}\cdot P^2_{K_{\beta_{\text{тов}}}} + \varepsilon^2_{\vartheta}\cdot P^2_{K_{\vartheta}} + 2r^2_{\text{ск}}\cdot P^2_{K_{\text{ск}}};$$

$$P^2_{K_{\alpha}} = P^2_{M_{\alpha}} + \left(\frac{W_{\alpha}}{1-W_{\alpha}}\right)^2\cdot P^2_{W_{\alpha}} + P^2_{\alpha};$$

$$P^2_{K_{\beta_{\text{тов}}}} = P^2_{M_{\beta_{\text{тов}}}} + \left(\frac{W_{\beta_{\text{тов}}}}{1-W_{\beta_{\text{тов}}}}\right)^2\cdot P^2_{W_{\beta_{\text{тов}}}} + P^2_{\beta_{\text{тов}}};$$

$$P^2_{K_{\vartheta}} = P^2_{M_{\alpha}} + \left(\frac{W_{\alpha}}{1-W_{\alpha}}\right)^2\cdot P^2_{W_{\alpha}} + P^2_{\gamma_{\vartheta}} + P^2_{\vartheta};$$

$$P^2_{\gamma_{\vartheta}} = \left(\frac{\alpha}{\beta-\alpha}\right)^2\cdot\left[P^2_{\alpha} + \varepsilon^2_{\beta}\cdot P^2_{\beta} + \varepsilon^2_{\vartheta}\cdot P^2_{\vartheta}\right];$$

$$\varepsilon_{\beta} = \frac{\alpha-\vartheta}{\beta-\vartheta}\cdot\frac{\beta}{\alpha};$$

$$\varepsilon_{\vartheta} = \frac{\beta-\alpha}{\beta-\vartheta}\cdot\frac{\vartheta}{\alpha};$$

$$P^2_{K_{\text{ск}}} = P^2_{M_{\text{ск}}} + \left(\frac{W_{\text{ск}}}{1-W_{\text{ск}}}\right)^2\cdot P^2_{W_{\text{ск}}} + P^2_{\beta_{\text{ск}}};$$

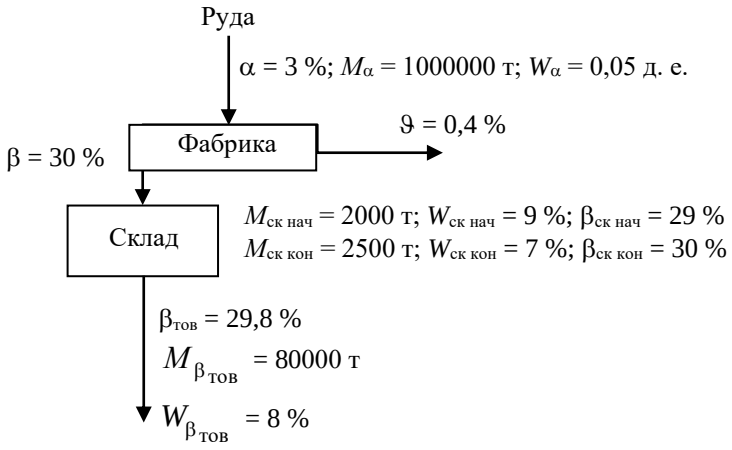
$$r_{\text{ск}} = \frac{\overline{K}_{\text{ск}}}{K_{\alpha}};$$

$$\overline{K}_{\text{ск}} = \frac{K_{\text{ск кон}} + K_{\text{ск нач}}}{2}.$$

Окончательно допустимая относительная случайная невязка:

$$\Delta_{\text{к}_{\text{отн доп}}} = P_{\Delta_{\text{к}_{\text{доп}}}}.$$

Пример 10.1. Найти невязку товарного баланса для фабрики. Необходимые для расчета данные указаны на рисунке. Массы указаны накопленные за месяц, массовые доли – средневзвешенные.



Решение:

Формула невязки:

$$\Delta_к = K_{\beta_{тов}} + K_\vartheta + K_{ск\ кон} - K_\alpha - K_{ск\ нач}.$$

Найдем отдельные слагаемые.

Масса металла в отгруженном (товарном) концентрате:

$$K_{\beta_{тов}} = M_{\beta_{тов}} \cdot \left(1 - W_{\beta_{тов}}\right) \cdot \beta_{тов} = 80000 \cdot (1 - 0{,}08) \cdot 0{,}298 = 21932{,}8 \text{ т.}$$

Масса металла в руде:

$$K_\alpha = M_\alpha \cdot (1 - W_\alpha) \cdot \alpha = 1000000 \cdot (1 - 0{,}05) \cdot 0{,}03 = 28500 \text{ т.}$$

Выход хвостов:

$$\gamma_\vartheta = \frac{\beta - \alpha}{\beta - \vartheta} = \frac{30 - 3}{30 - 0{,}4} = 0{,}912.$$

Масса металла в хвостах:

$$K_\vartheta = M_\alpha \cdot (1 - W_\alpha) \cdot \gamma_\vartheta \cdot \vartheta = 1000000 \cdot (1 - 0{,}05) \cdot 0{,}912 \cdot 0{,}004 = 3465{,}6 \text{ т.}$$

Масса металла на складе в начале месяца:

$$K_{ск\ нач} = M_{ск\ нач} \cdot \left(1 - W_{ск\ нач}\right) \cdot \beta_{ск\ нач} = 2000 \cdot (1 - 0{,}09) \cdot 0{,}29 = 527{,}8 \text{ т.}$$

Масса металла на складе в конце месяца:

$$K_{ск\ кон} = M_{ск\ кон} \cdot \left(1 - W_{ск\ кон}\right) \cdot \beta_{ск\ кон} = 2500 \cdot (1 - 0{,}07) \cdot 0{,}30 = 697{,}5 \text{ т.}$$

Невязка:

$$\Delta_к = 21932{,}8 + 3465{,}6 + 697{,}5 - 28500 - 527{,}8 = -2931{,}9 \text{ т.}$$

Относительная невязка:

$$\Delta_{к_{отн}} = \frac{\Delta_к}{K_\alpha} \cdot 100 = \frac{-2931{,}9}{28500} \cdot 100 = -10{,}29\ \%.$$

$$\varepsilon_{\beta_{тов}} = \frac{K_{\beta_{тов}} - \left(K_{ск\ нач} - K_{ск\ кон}\right)}{K_\alpha} =$$

$$= \frac{21932{,}8 - (527{,}8 - 697{,}5)}{28500} = 0{,}775\ \text{д. е.};$$

$$\varepsilon_{\beta_{тех}} = \frac{\alpha - \vartheta}{\beta - \vartheta} \cdot \frac{\beta}{\alpha} = \frac{3 - 0{,}4}{30 - 0{,}4} \cdot \frac{30}{3} = 0{,}878\ \text{д. е.}$$

Проверка:

$$\varepsilon_{\beta_{тов}} = \varepsilon_{\beta_{тех}} + \Delta_{к_{отн}} = 0{,}878 - 0{,}1029 = 0{,}775\ \text{д. е.}$$

Пример 10.2. Найти допустимую относительную случайную невязку товарного баланса для фабрики по примеру 11.1, если известны погрешности измерения и опробования.

Дано: $P_\alpha = 4\ \%$; $P_{M_\alpha} = 1\ \%$; $P_{W_\alpha} = 7\ \%$; $P_\beta = 2\ \%$; $P_\vartheta = 10\ \%$;

$P_{M_{ск}} = 5\ \%$; $P_{W_{ск}} = 8\ \%$; $P_{\beta_{ск}} = 2\ \%$; $P_{\beta_{тов}} = 1{,}5\ \%$;

$P_{M_{\beta_{тов}}} = 0{,}5\ \%$; $P_{W_{\beta_{тов}}} = 4\ \%$.

Решение:

$$P^2_{K_\alpha} = P^2_{M_\alpha} + \left(\frac{W_\alpha}{1 - W_\alpha}\right)^2 \cdot P^2_{W_\alpha} + P^2_\alpha = 1^2 + \left(\frac{0{,}05}{1 - 0{,}05}\right)^2 \cdot 7^2 + 4^2 = 17{,}13\ \%^2;$$

$$\varepsilon_\beta = \frac{\alpha - \vartheta}{\beta - \vartheta} \cdot \frac{\beta}{\alpha} = \frac{3 - 0{,}4}{30 - 0{,}4} \cdot \frac{30}{3} = 0{,}878\ \text{д. е.};$$

$$\varepsilon_\vartheta = 1 - \varepsilon_\beta = 0{,}122\ \text{д. е.};$$

$$r_{ск} = \frac{\overline{K}_{ск}}{K_\alpha} = \frac{\overline{527{,}8 + 697{,}5}}{28500} = 0{,}021\ \text{д. е.};$$

$$P^2_{K_{\beta_{тов}}} = P^2_{M_{\beta_{тов}}} + \left(\frac{W_{\beta_{тов}}}{1 - W_{\beta_{тов}}}\right)^2 \cdot P^2_{W_{\beta_{тов}}} + P^2_{\beta_{тов}} = 0{,}5^2 + \left(\frac{0{,}08}{1 - 0{,}08}\right)^2 \cdot 4^2 + 1{,}5^2 = 2{,}62\ \%^2;$$

$$P^2_{K_\vartheta} = P^2_{M_\alpha} + \left(\frac{W_\alpha}{1 - W_\alpha}\right)^2 \cdot P^2_{W_\alpha} + P^2_{\gamma_\vartheta} + P^2_\vartheta =$$

$$= 1^2 + \left(\frac{0{,}05}{1 - 0{,}05}\right)^2 \cdot 7^2 + 0{,}5^2 + 10^2 = 101{,}38\ \%^2;$$

$$P_{\gamma_\vartheta}^2 = \left(\frac{\alpha}{\beta-\alpha}\right)^2 \cdot \left[P_\alpha^2 + \varepsilon_\beta^2 \cdot P_\beta^2 + \varepsilon_\vartheta^2 \cdot P_\vartheta^2\right] =$$

$$= \left(\frac{3}{30-3}\right)^2 \cdot \left[4^2 + 0{,}878^2 \cdot 2^2 + 0{,}122^2 \cdot 10^2\right] = 0{,}0123 \cdot \left[16 + 3{,}083 + 1{,}49\right] = 0{,}253\ \%^2;$$

$$P_{\gamma_\vartheta} = 0{,}5\ \%;$$

$$P_{K_{\text{ск}}}^2 = P_{M_{\text{ск}}}^2 + \left(\frac{W_{\text{ск}}}{1-W_{\text{ск}}}\right)^2 \cdot P_{W_{\text{ск}}}^2 + P_{\beta_{\text{ск}}}^2 = 5^2 + \left(\frac{0{,}08}{1-0{,}08}\right)^2 \cdot 8^2 + 2^2 = 29{,}48\ \%^2;$$

$$P_{\Delta_{\text{к доп}}}^2 = P_{K_\alpha}^2 + \varepsilon_{\beta_{\text{тов}}}^2 \cdot P_{K_{\beta_{\text{тов}}}}^2 + \varepsilon_\vartheta^2 \cdot P_{K_\vartheta}^2 + 2r_{\text{ск}}^2 \cdot P_{K_{\text{ск}}}^2 =$$

$$= 17{,}13 + 0{,}775^2 \cdot 2{,}62 + 0{,}122^2 \cdot 101{,}38 + 2 \cdot 0{,}021^2 \cdot 29{,}48 = ;$$

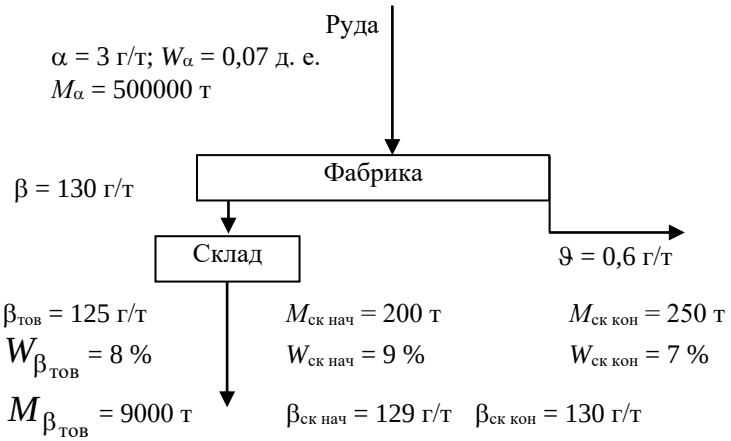
$$= 17{,}13 + 1{,}57 + 1{,}51 + 0{,}03 = 20{,}24\ \%^2;$$

$$P_{\Delta_{\text{к доп}}} = 4{,}50\ \%.$$

Задание № 10

Найти: $\Delta_{\text{к отн}}$, $\varepsilon_{\beta_{\text{тов}}}$, $\Delta_{\text{к}_{\text{отн доп}}}$ и сделать выводы:

- по технологии;
- по опробованию.



$$P_\alpha = 6\ \%; \quad P_{M_\alpha} = 1\ \%; \quad P_{W_\alpha} = 9\ \%;$$

$$P_\beta = 3\ \%; \quad P_\vartheta = 20\ \%; \quad P_{\beta_{\text{тов}}} = 2\ \%; \quad P_{M_{\beta_{\text{тов}}}} = 0{,}5\ \%; \quad P_{W_{\beta_{\text{тов}}}} = 5\ \%;$$

$$P_{M_{\text{ск}}} = 8\ \%; \quad P_{W_{\text{ск}}} = 5\ \%; \quad P_{\beta_{\text{ск}}} = 4\ \%$$

(погрешности $P_{K_{\text{ск}}}$ и $r_{\text{ск}}$ рассчитываются для средних за месяц значений).

11. Расчет вероятной систематической и методической погрешности невязки

Методические указания.

Изменение массовой доли за счет пропуска «всплеска» при опробовании:

$$\Delta\alpha_{\text{ВСП}} = \frac{\overline{\Delta\alpha_{\text{в}}} \cdot \Delta t_{\alpha} \cdot n_{\alpha}}{T} = -\overline{\Delta\alpha_{\text{в}}} \cdot P_{\text{в}\alpha};$$

$$\Delta\vartheta_{\text{ВСП}} = \frac{\overline{\Delta\vartheta_{\text{в}}} \cdot \Delta t_{\vartheta} \cdot n_{\vartheta}}{T} = -\overline{\Delta\vartheta_{\text{в}}} \cdot P_{\text{в}\vartheta}.$$

Для богатого продукта:

$$\Delta\beta_{\text{ВСП}} = \frac{\overline{\Delta\beta_{\text{в}}} \cdot \Delta t_{\beta} \cdot n_{\beta}}{T} = +\overline{\Delta\beta_{\text{в}}} \cdot P_{\text{в}\beta}.$$

Здесь $\overline{\Delta\alpha_{\text{в}}}$, $\overline{\Delta\vartheta_{\text{в}}}$, $\overline{\Delta\beta_{\text{в}}}$ – средняя амплитуда всплесков за контрольный период;

n_{α}, n_{ϑ}, n_{β} – число пропущенных при отборе проб всплесков за контрольный период;

Δt_{α}, Δt_{ϑ}, Δt_{β} – средняя продолжительность пропущенных всплесков за контрольный период;

T – контрольный период;

$P_{\text{в}\alpha}$, $P_{\text{в}\vartheta}$, $P_{\text{в}\beta}$ – доля продолжительности пропущенных всплесков в контрольном периоде.

Отклонение относительной невязки за счет вероятной систематической погрешности:

$$\Delta_{\substack{\text{ВСП}\\ \text{отн}}} = \left(\varepsilon_{\beta_{\text{тов}}} \cdot \frac{\Delta\beta_{\text{ВСП}}}{\beta_{\text{тов}}} + \varepsilon_{\vartheta} \cdot \frac{\Delta\vartheta_{\text{ВСП}}}{\vartheta} - \frac{\Delta\alpha_{\text{ВСП}}}{\alpha} \right) \cdot 100, \%.$$

В формулу $\Delta_{\text{ВСП отн}}$ подставлять изменения массовой доли с учетом их знака.

Изменение массовой доли за счет методической погрешности при расчете анализов по медиане:

$$\Delta\alpha_{\text{мет}} = -P_{\alpha_{\text{от}}} \cdot \left(\overline{\alpha}_{\max} + \overline{\alpha}_{\min} - 2\overline{\alpha}\right);$$

$$\Delta\vartheta_{\text{мет}} = -P_{\vartheta_{\text{от}}} \cdot \left(\overline{\vartheta}_{\max} + \overline{\vartheta}_{\min} - 2\overline{\vartheta}\right);$$

$$\Delta\beta_{\text{мет}} = +P_{\beta_{\text{от}}} \cdot \left(\overline{\beta}_{\max} + \overline{\beta}_{\min} - 2\overline{\beta}\right).$$

Здесь $P_{\alpha_{\text{от}}}$, $P_{\vartheta_{\text{от}}}$, $P_{\beta_{\text{от}}}$ – доля отбрасываемых при анализе результатов за контрольный период;

$\overline{\alpha}_{\max}$, $\overline{\alpha}_{\min}$, $\overline{\vartheta}_{\max}$, $\overline{\vartheta}_{\min}$, $\overline{\beta}_{\max}$, $\overline{\beta}_{\min}$ – средние значения максимальных и минимальных отбрасываемых массовых долей компонентов в руде, хвостах и концентрате за контрольный период.

$$P_{\alpha_{\text{мет}}} = \frac{\Delta\alpha_{\text{мет}}}{\alpha} \cdot 100, \%;$$

$$P_{\vartheta_{\text{мет}}} = \frac{\Delta\vartheta_{\text{мет}}}{\vartheta} \cdot 100, \%;$$

$$P_{\beta_{\text{мет}}} = \frac{\Delta\beta_{\text{мет}}}{\beta} \cdot 100, \%.$$

Отклонение относительной невязки за счет методической погрешности:

$$\Delta_{\text{мет отн}} = \left(\varepsilon_{\beta_{\text{тов}}} \cdot P_{\beta_{\text{мет}}} + \varepsilon_{\vartheta} \cdot P_{\vartheta_{\text{мет}}} - P_{\alpha_{\text{мет}}}\right).$$

Подставлять $P_{\text{мет}}$ следует с учетом их знака.

Общее смещение невязки:

$$\Delta_{\text{см отн}} = \Delta_{\text{ВСП отн}} + \Delta_{\text{мет отн}}.$$

Пример 11.1. Найти относительную вероятную систематическую погрешность невязки, если известны:

	$\overline{\alpha}$	$\overline{\Delta\alpha_{\text{в}}}$	Δt_{α}	n_{α}	T	ε
Руда	1 г/т	3 г/т	5 мин	8	480 мин	100 %
Концентрат	80 г/т	40 г/т	20 мин	3	480 мин	90,11 %
Хвосты	0,1 г/т	0,8 г/т	10 мин	5	480 мин	9,89 %

Решение:

Так как все продукты бедные, то при пропуске всплесков они будут занижены.

$$\Delta\alpha_{\text{ВСП}} = -\frac{3 \cdot 5 \cdot 8}{480} = -0{,}25 \text{ г/т} \quad \text{или} \quad 8{,}3 \%;$$

$$\Delta\beta_{\text{ВСП}} = -\frac{40 \cdot 20 \cdot 3}{480} = -5 \text{ г/т} \quad \text{или} \quad 12{,}5 \%;$$

$$\Delta\vartheta_{\text{ВСП}} = -\frac{0{,}8 \cdot 10 \cdot 5}{480} = -0{,}083 \text{ г/т} \quad \text{или} \quad 10{,}4 \%;$$

$$\Delta_{\text{к ВСП отн}} = \left(0{,}9011 \cdot \frac{-5}{80} + 0{,}0989 \cdot \frac{-0{,}083}{0{,}1} - \frac{-0{,}25}{1}\right) \cdot 100 =$$

$$= \left(-0{,}0563 - 0{,}0821 + 0{,}25\right) \cdot 100 = +11{,}16 \%.$$

Пример 11.2. Найти относительную методическую погрешность невязки, если известны:

	$\overline{\alpha}$	$\overline{\alpha}_{\max}$	$\overline{\alpha}_{\min}$	$P_{\text{бр}}$	ε
Руда	1 г/т	3 г/т	0,7 г/т	15 %	100 %
Концентрат	80 г/т	–	–	0	90,11 %
Хвосты	0,1 г/т	0,3 г/т	0,05 г/т	50 %	9,89 %

Решение:

Так как все продукты бедные, то браковка анализов приведет к занижению массовых долей.

$$\Delta\alpha_{мет} = -0{,}15 \cdot (3 + 0{,}7 - 2 \cdot 1) = -0{,}255 \text{ г/т};$$

$$\Delta\beta_{мет} = 0;$$

$$\Delta\vartheta_{мет} = -0{,}5 \cdot (0{,}3 + 0{,}05 - 2 \cdot 0{,}1) = -0{,}075 \text{ г/т}.$$

Методическая погрешность невязки:

$$\Delta_{мет\ отн} = \left(0{,}9011 \cdot \frac{0}{80} + 0{,}0989 \cdot \frac{-0{,}075}{0{,}1} - \frac{-0{,}255}{1}\right) \cdot 100 = +18{,}08\ \%.$$

Общее смещение относительной невязки за счет обеих погрешностей по примерам 12.1 и 12.2:

$$\Delta_{см\ отн} = \Delta_{ВСП\ отн} + \Delta_{мет\ отн} = 11{,}16 + 18{,}08 = +29{,}24\ \%.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Козин В. З. Опробование минерального сырья на обогатительных фабриках. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. 208 с.

2. Козин В. З. Опробование минерального сырья. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. 315 с.

Учебное издание

Владимир Зиновьевич Козин

ОПРОБОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Методические указания, примеры решения и задачи
по дисциплине «Опробование минерального сырья»
для студентов всех форм обучения
специализации "Обогащение полезных ископаемых"
направления 21.05.04 – "Горное дело"

Второе издание, исправленное, дополненное

Редактор Л. В. Устьянцева

Подписано в печать 25.03.2019 г. Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/16
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 3,0. Уч.-изд. л. 2,5. Тираж 100 экз. Заказ № 12

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет.
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники.

**Министерство науки
и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный
университет»**

С. Г. Комлев, А. В. Колтунов

ДРОБЛЕНИЕ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ, ГРОХОЧЕНИЕ

Учебно-методическое пособие
по выполнению и оформлению лабораторных работ
по дисциплине «Дробление, измельчение, грохочение»
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
направления подготовки 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Екатеринбург – 2018

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического
факультета
«___» _____ 2018 г.
Председатель комиссии
_____проф. В. П. Барановский

С. Г. Комлев, А. В. Колтунов

ДРОБЛЕНИЕ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ, ГРОХОЧЕНИЕ

Учебно-методическое пособие
по выполнению и оформлению лабораторных работ
по дисциплине «Дробление, измельчение, грохочение»
для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых»
направления подготовки 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2018

К 63

Р е ц е н з е н т: *А. Е. Пелевин*, профессор кафедры
обогащения полезных ископаемых, доктор технических наук.

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых» «28» июня 2018 г. (протокол № 9) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Комлев С. Г., Колтунов А. В.

К 63 Дробление, измельчение, грохочение: учебно-методическое пособие по выполнению и оформлению лабораторных работ по дисциплине «Дробление, измельчение, грохочение» для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых» направления подготовки 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения / С. Г. Комлев, А. В. Колтунов Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – 35 с.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с учебной программой курса «Дробление, измельчение, грохочение» .

Предназначено для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых направления подготовки 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения.

© Комлев С. Г., 2018
© Колтунов А. В., 2018
© Уральский
государственный
горный университет, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ 4
Порядок выполнения работ 4
Требования к отчёту по лабораторным работам 6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 ДРОБЛЕНИЕ В ДРОБИЛКЕ С ПРОСТЫМ ДВИЖЕНИЕМ ЩЕКИ 11
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДРОБЛЕНИЯ В ЩЕКОВЫХ ДРОБИЛКАХ 15
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 ДРОБЛЕНИЕ В ВАЛКОВОЙ ДРОБИЛКЕ 17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 РАБОТА САМОЦЕНТРИРУЮЩЕГОСЯ ГРОХОТА 19
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАСЫПНОЙ ПЛОТНОСТИ ПРОДУКТА 21
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 ПРОВЕДЕНИЕ СУХОГО СИТОВОГО АНАЛИЗА 22
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7 ПРОВЕДЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО СИТОВОГО АНАЛИЗА 25
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ В БАРАБАННОЙ МЕЛЬНИЦЕ 27
МЕТОДИКИ 31
Усреднение проб 31
Отбор навесок для ситового анализа 34
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 35

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Целью лабораторных работ является закрепление теоретического материала, изучение устройства основного оборудования по уменьшению крупности материалов, получение навыков постановки эксперимента, приобретение опыта обработки и анализа экспериментальных результатов, развитие умения оформлять отчёт и защищать полученные результаты.

Цикл лабораторных работ по «Дроблению…» представляет собой исследовательскую работу, которая выполняется на ***одной*** пробе. Гранулометрический состав исходного материала задается, как правило, преподавателем или корректируется по его указаниям. Исследования разбиваются на этапы, оформляемые как отдельные лабораторные работы (рисунок 1). В настоящей разработке описаны операции, которые являются общими практически для каждой лабораторной работы.

Порядок выполнения работ

1) Каждая работа (этап) выполняется бригадой студентов (как минимум, два человека);

2) бригада ведёт **рабочий журнал**. В то же время каждый студент имеет возможность вести собственную тетрадь. По окончании каждого занятия и лабораторной работы журнал подписывается преподавателем и является основой для составления отчёта. При необходимости бригада (в полном составе) может выполнить часть работы в свободное время в присутствии преподавателя;

3) в начале занятия каждая бригада предъявляет преподавателю рабочий журнал со всеми расчётами по предыдущей работе, **и только после этого** допускается к следующей работе;

4) студенты перед началом работы должны ознакомиться с методическими указаниями по предстоящей работе. В начале занятия преподаватель дополнительно объясняет суть работы;

5) по результатам выполненных лабораторных работ каждый студент составляет индивидуальный отчёт в соответствии с требованиями и защищает его в индивидуальном порядке;

6) рекомендуется оформлять разделы отчёта по отдельным лабораторным работам по мере их выполнения и предъявлять преподавателю для проверки и корректировки.

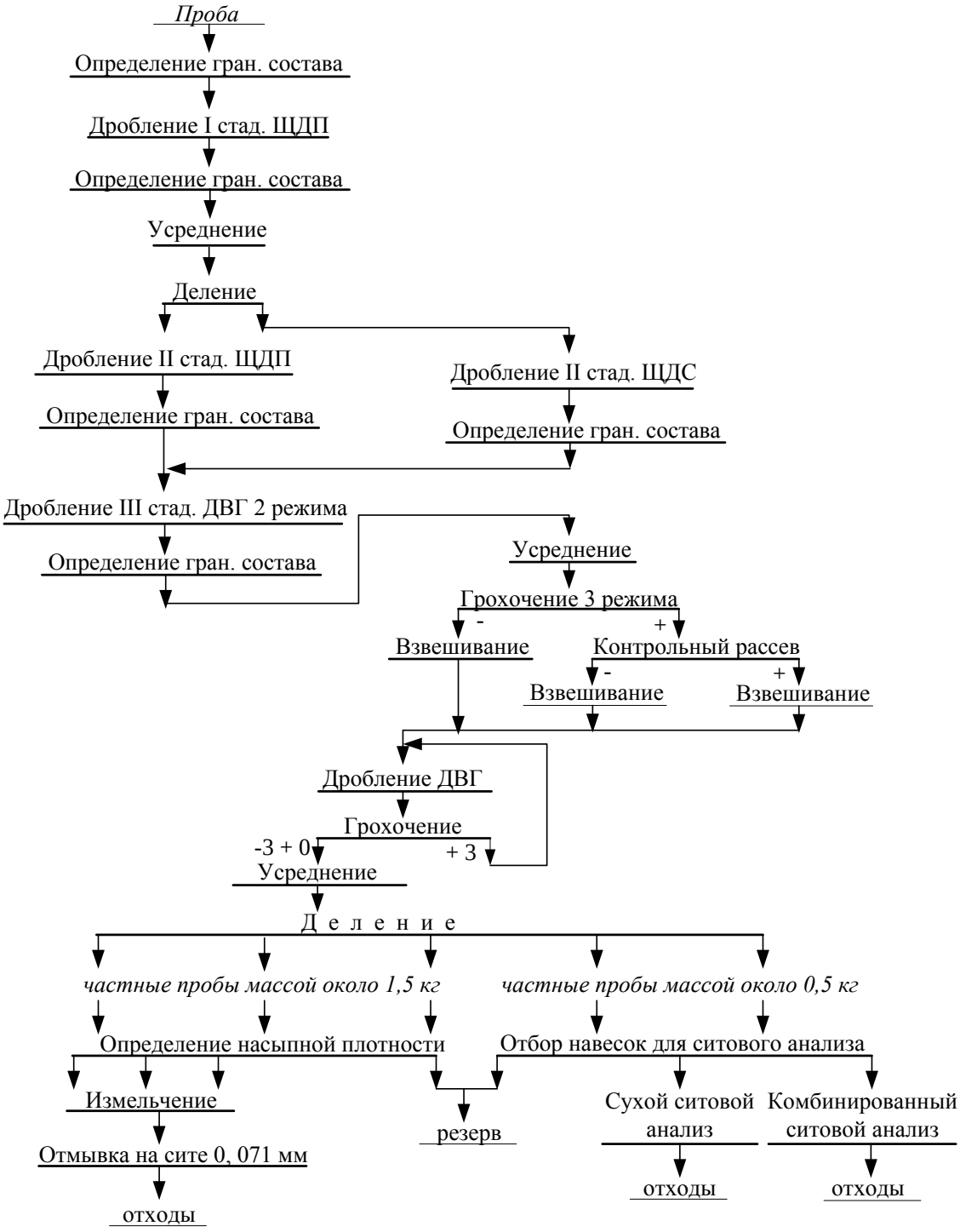


Рисунок 1 – Схема проведения лабораторных работ (исследований)

Методики усреднения, деления и отбора проб материала, проведения ситовых анализов приведены в п. *Усреднение проб*.

7) любые пробы, навески (как в пакетах, так и в чашках) должны быть с этикетками (или надписями на пакетах) по форме:

Наименование продукта _____ Дата _____ Группа ОПИ-_____ Фамилия бригадира _____

Замечание: в процессе работы преподаватель может выявить какую-либо ошибку в проведении опыта или резкое несоответствие опытных результатов ожидаемым. В этом случае работа или её часть переделываются.

Требования к отчёту по лабораторным работам

Отчёт по лабораторным работам оформляется на листах формата А4 (297х210 мм). Номер листа указывается внизу страницы по центру, начиная с третьего.

Исполнение титульного листа приведено на рисунке 2.

Структура отчёта по лабораторной работе:

1) наименование;
2) цель работы;
3) методика проведения экспериментов;
4) результаты экспериментов и расчётов;
5) эскизы используемого оборудования с деталировкой основных узлов;
6) выводы.

Отчёт следует выполнять в машинописном виде, например в редакторе MS Word. Текст выполняется на русском языке, без грамматических и орфографических ошибок. При оформлении в редакторе MS Word текст рекомендуется выполнять со следующими характеристиками:

– поля: левое – 25 мм, правое 15 – мм, верхнее и нижнее – 20 мм;
– гарнитура Times New Roman; кегль 14;
– междустрочный интервал: 1,15 (1,25);
– выравнивание текста по ширине, без переносов.

Каждый новый абзац начинается с отступа 1,25 см.



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный
университет»

ОТЧЁТ
по лабораторным работам
по дисциплине
«Дробление, измельчение, грохочение»

Выполнил
студент группы ОПИ-…. _____ И. О. Фамилия
Проверил
доц. _____ С. Г. Комлев

Екатеринбург – 2018

Рисунок 2 – Пример выполнения титульного листа

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться без абзацного отступа со слова «где», двоеточие после него не ставится.

В формулах латинские буквы выполняются курсивом; греческие – обычным шрифтом. Нижний и верхний индексы – без пробела между ним и основной величиной. В индексах латинские буквы – курсивом; русские, греческие буквы и римские цифры – обычным шрифтом.

Текст по каждой лабораторной работе должен начинаться с новой страницы. Названия лабораторных работ выполняют прописными буквами, выделение жирным шрифтом. Допускается выравнивание по центру.

Между заголовком лабораторной работы и началом основного текста вводится пустая строка (12 пт). Точки в конце заголовков не ставятся.

В документе следует применять стандартизированные единицы физических величин (в системе СИ). Наряду с единицами СИ при необходимости в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению. Например: «…1,5 т/м^3 (1,5 г/см^3)…». Применение в одном документе разных систем обозначения физических величин не допускается.

Если в документе приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же физической величине, то ее указывают после последнего числового значения: «…1,5; 1,7; 22,3 мм».

Недопустимо, чтобы числовое значение находилось на одной строке, а обозначение единицы физической величины этого числового значения – на другой.

Если в отчёте используется материал из какой-либо книги, отчета и т. д., обязательно делается ссылка на источник в виде порядкового номера по списку использованных источников. Причем номер источника выделяется двумя косыми чертами либо квадратными скобками. Например, «...Как показано у Сидорова В. А. /10/, влияние на производительность...», «...По результатам опробования [6]...». Для

всего документа следует избрать либо косые, либо скобки, использование того и другого одновременно недопустимо.

Список использованных источников следует приводить в конце отчёта. При заполнении списка рекомендуется алфавитный порядок источников, хотя допускается и заполнение списка в порядке упоминания.

Иллюстративный материал (схемы, рисунки, таблицы) располагаются в тексте сразу же после первого упоминания их или на ближайшей странице.

Наименование схемы, рисунка делается под рисунком и располагается симметрично относительно поля рисунка. Под наименованием рисунка после двоеточия помещают расшифровку обозначений и поясняющие записи.

Таблицы следует располагать в тексте сразу же после первого упоминания их или на следующей странице. В тексте слово «таблица» пишется полностью с указанием порядкового номера. Заголовок таблицы выполняется без абзацного отступа с выравниванием «по ширине». Точка в конце заголовка не ставится. Между основным текстом, заголовком таблицы и самой таблицей – пустая строка. Размер шрифта в таблице должен быть меньше размера основного текста (например, основной текст – 14, в таблице – 13 (12) и меньше).

При переносе таблицы на следующую страницу пишется «Продолжение таблицы» и полностью переносится шапка. Если таблица заканчивается, пишется «Окончание таблицы» и также переносится шапка. Заголовки граф таблицы начинают с прописных букв.

Любые надписи, отметки и т. п. в документе отчёта карандашом недопустимы. Исключение: на графиках кривые зависимостей могут быть разного цвета.

Эскизы оборудования выполняются в карандаше и помещаются на отдельной странице отчёта. Нельзя помещать в отчёт ксерокопии эскизов.

Стиль изложения:

а) в отчётах необходимо приводить описание законченного действия, а не переписывать методические указания;

б) текст составляется от третьего лица, например: «…руда дробится, рассевается…» или «…руда подвергается дроблению, рассеву...», ***вместо*** «мы раздробили…», «мы рассеяли…»;

в) язык текста должен быть ёмким и кратким.

В обобщающем отчёте допускается последовательная нумерация таблиц и рисунков. На все таблицы и рисунки в тексте должны быть ссылки. Например: «…подобная зависимость приведена В. З. Козиным в книге […]», «…устройство дробилки (рисунок…)…», «…по данным таблицы …, представленная на рисунке … зависимость …». **Оформление таблиц и рисунков осуществляется аналогично оформлению таковых в настоящих методических указаниях.**

Описание расчётов, производимых в работе, включает общую формулу и пример расчёта с использованием этой формулы. Например, «эффективность грохочения *E* определена по формуле, %

$$E = 10^4 (\alpha - \vartheta)/ \alpha (100 - \vartheta),$$

где α – ….; ϑ – …..

$$E = 10^4 (30 - 10)/ 30 (100 - 10) = 74, 07\ \%».$$

К результатам опытов относятся и графические зависимости. Поле графика желательно выполнять квадратным либо прямоугольным. Градуировка осей должна быть равномерной (с постоянным шагом). На график должна быть нанесена масштабная сетка. Толщину линий следует принимать: линии сетки 0,75 пт; линии осей графика – 2 пт; линии зависимостей – 2,25-2,5 пт.

Экспериментальные точки выделяются на поле рисунка маркерами. Различные зависимости, изображаемые на одном графике, следует обозначать арабскими или римскими цифрами, либо кратко подписывать, например $\beta^{-0,071}$ и $\beta^{-0,045}$.

При наличии на осях числовых данных, направление осей (стрелками) не указывается. Каждая ось должна быть подписана. Поясняющие надписи (например, при наличии нескольких зависимостей на одном графике или при деталировании оборудования) размещаются ниже наименования рисунка.

Анализ полученных зависимостей сводится в основном к сопоставлению экспериментального материала и теоретического или ожидаемого. Следует отметить возможные причины расхождений.

Выводы делаются по каждой лабораторной работе, в конце отчёта составляются общие выводы.

Рекомендуется следующая схема выводов:

1) фиксирование значений параметров и соответствующих им функций на границах диапазона экспериментирования;

2) описание полученных зависимостей (характер зависимости, вид кривой, наличие или отсутствие экстремальных точек);

3) отметка соответствия или несоответствия полученных зависимостей ожидаемым или теоретическим, а также реальные и возможные причины погрешностей в опытах;

Пример выводов по лабораторной работе:

1. Выход расчётного класса -0,071+0 мм составил 30 % при продолжительности измельчения 5 минут и 40 % – при продолжительности 20 минут.

2. Полученная зависимость соответствует предполагавшейся при данной продолжительности измельчения.

Общие выводы обобщают частные выводы по лабораторным работам, структура их подобна приведенной выше. В общих выводах привести сравнение (если таковое возможно) результатов работы оборудования разных типов, изменения характеристик продуктов по стадиям дробления и измельчения, различных способов анализа и подготовки продуктов к опытам и анализам.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1
ДРОБЛЕНИЕ В ДРОБИЛКЕ С ПРОСТЫМ ДВИЖЕНИЕМ ЩЕКИ

Цель:

- изучить конструкцию и принцип работы дробилки;
- освоить способы регулирования работы дробилки;
- освоить методику проведения ситового анализа;
- научиться определять технологические параметры и параметры механического режима;
- получить навыки анализа полученных данных.

Необходимые материалы и оборудование:

- проба массой 10-11 кг крупностью менее 100 мм;
- щековая дробилка с простым движением щеки;
- секундомер;
- тахометр;
- линейка;
- весы;
- набор ручных сит.

Ход работы:

1. Изучить конструкцию дробилки (выполняя индивидуально эскизирование). Определить основные конструктивные и механические параметры.

2. Выполнить ситовой анализ исходной руды (п. *Усреднение проб*).

3. Параллельно с ситовым анализом выбрать из самого крупного класса три наибольших куска и произвести их обмер в ортогональных направлениях.

4. Пропустить пробу через дробилку. При этом зафиксировать продолжительность цикла дробления.

5. Произвести ситовый анализ дроблёного продукта.

6. Для трёх наиболее крупных кусков определить размеры в ортогональных направлениях.

7. Произвести необходимые расчёты по результатам работ.

8. Подписать у преподавателя индивидуальные эскизы оборудования, рабочие записи и результаты черновых расчётов.

9. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов работы:

Результаты обмера кусков и ситовых анализов представляются таблицами (см. таблицы 9, 10 п. *Усреднение проб*) и тремя рисунками. Пример выполнения двух из рисунков дан на рисунках 3, 4.

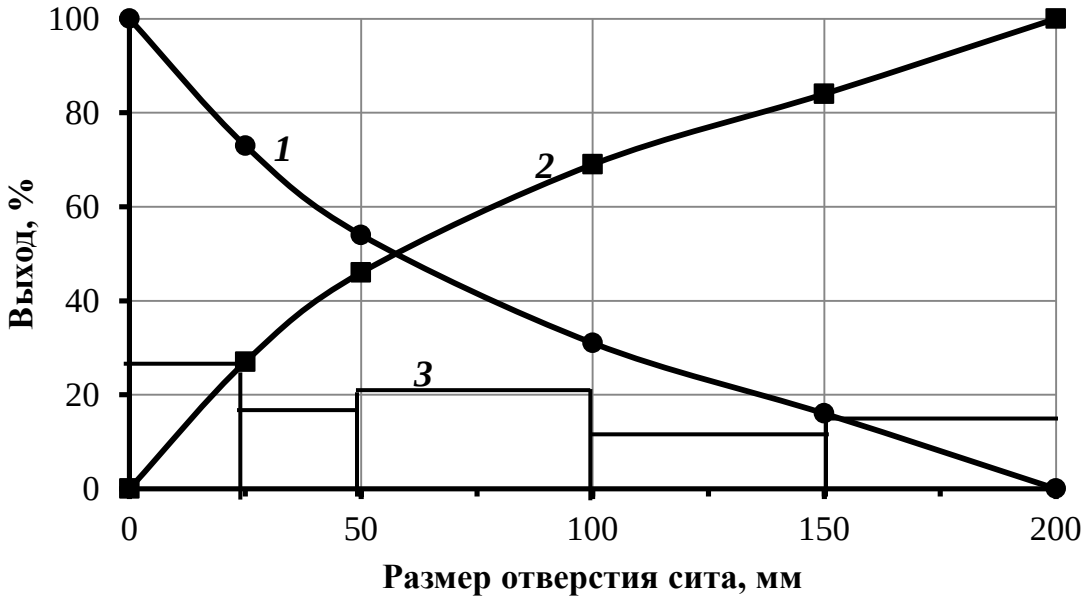


Рисунок 3 – Гранулометрическая характеристика исходного материала:
1 – кривая суммарного выхода по плюсу, *2* – кривая суммарного выхода по минусу, *3* – частные выходы

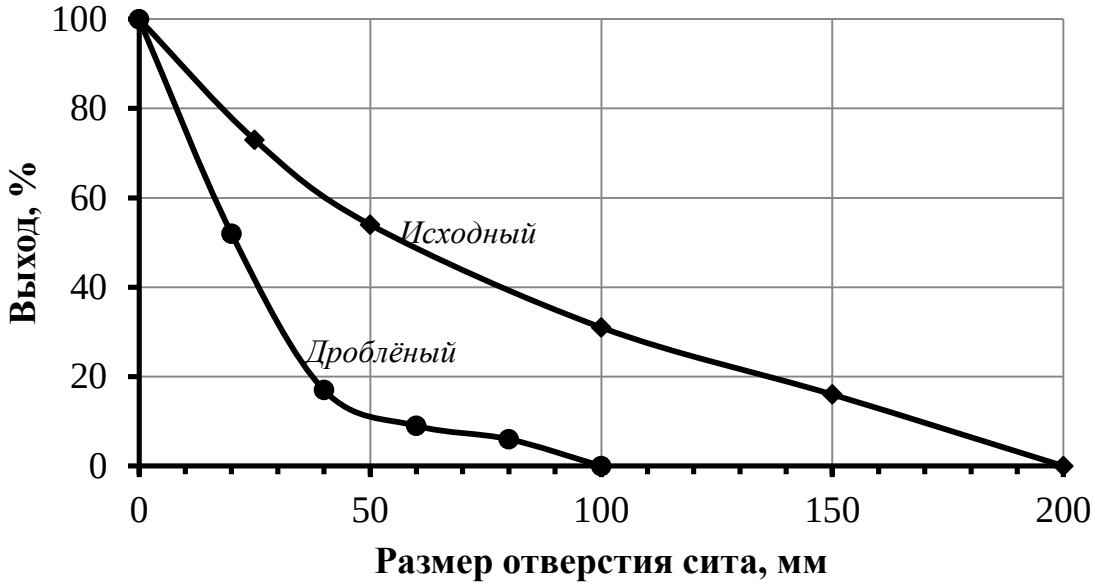


Рисунок 4 – Гранулометрические характеристики по «плюсу» исходного и дроблёного материала

Первый рисунок – гранулометрическая характеристика исходного материала в виде кривых суммарного выхода по «плюсу» (*1*) и по «минусу» (*2*), гистограмма (столбиковая диаграмма) частных выходов (*3*). Второй – характеристика дроблёного продукта, по содержанию этот рисунок аналогичен первому. Третий, для сравнения гранулометрического состава исходного и дроблёного продуктов, должен быть представлен двумя кривыми суммарного выхода по «плюсу».

По виду кривых суммарного выхода по «плюсу» надо сделать общее заключение о гранулометрическом составе продуктов.

Определение крупности

Для определения размеров куска рекомендуется воспользоваться ёмкостью с прямым углом. Кусок помещается в угол ёмкости (рисунок 5) и обмеряется.

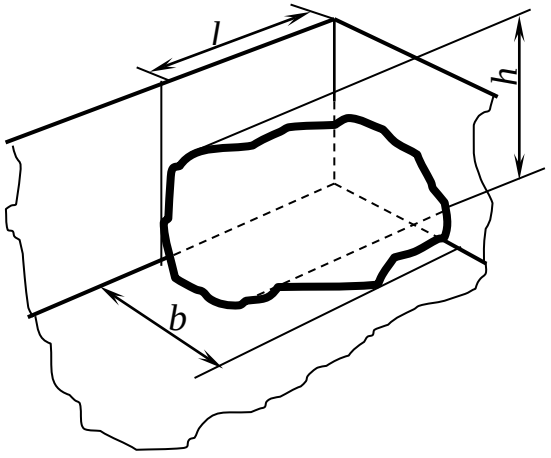


Рисунок 5 – Схема обмера куска в углу ёмкости

Размер максимального куска определяется по формуле среднеарифметического, мм:

$$d_{\text{макс.}} = (l + b + h) / 3. \quad (1)$$

Затем по размерам трёх максимальных кусков определяется средний размер максимального куска, мм:

$$d_{\text{макс. ср.}} = (d_{\text{макс. 1}} + d_{\text{макс. 2}} + d_{\text{макс. 3}}) / 3. \quad (2)$$

Средневзвешенная крупность каждого продукта находится по формуле средневзвешенного показателя, мм:

$$d_{\text{ср. взв.}} = \sum \gamma_i \, d_i / \sum \gamma_i, \quad (3)$$

где γ_i – выход (массовая доля i-го класса по результатам ситового анализа); d_i – среднеарифметическая крупность i-го класса, определяемая границами класса $-d_{\text{макс.}i} + d_{\text{мин.}i}$. и вычисляемая по выражению $(d_{\text{макс.}i} + d_{\text{мин.}i}.) / 2$.

По гранулометрическим характеристикам находятся: номинальные $d_{0,80}$, и $d_{0,95}$ крупности, медианная крупность $d_{0,50}$ (способ нахождения указывается на графике).

Определение степени закрупнения (относительной крупности)

Под закрупнением $Z_{\text{н}}$ понимается соотношение номинальной крупности $d_{0,95}$ и номинальной ширины выходной щели $s_{\text{ном}}$, измеренной между выступом одной щеки и впадиной другой в фазе размыкания. Расчётная формула имеет вид

$$Z_{\text{н}} = d_{0,95} / s_{\text{ном}}. \quad (4)$$

Определение степеней дробления

Степень дробления рассчитывается тремя способами, как отношение размеров максимальных кусков в исходном и дроблёном продуктах, отношение средневзвешенных и номинальных крупностей исходного и дроблёного продуктов.

Производительность дробилки

Производительность щековой дробилки Q, т/ч, определяется по выражениям, [1]:

фактическая $$Q = 3{,}6 \cdot M/t, \quad (5)$$

расчётная $$Q = (1479 \cdot (s + \Delta) - 40B) \cdot B^{0,5} \cdot L \cdot \rho_{\text{н}}, \quad (6)$$

где M – масса пробы, кг; t – продолжительность дробления, с; s – размер разгрузочной щели в фазе размыкания щёк, м; Δ – ход подвижной щеки на уровне разгрузочного отверстия, м; B – ширина загрузочного

отверстия, определяемая на уровне верхнего обреза футеровки, м; L – длина загрузочного отверстия, м; $\rho_н$ – насыпная плотность исходного материала, т/м^3, $\rho_н = (0{,}5 \div 0{,}7)\ \rho$.

Частота вращения эксцентрикового вала

Частота вращения эксцентрикового вала, мин$^{-1}$

$$n = 182{,}6\ B^{-0{,}5}. \qquad (7)$$

Частота вращения эксцентрикового вала может быть определена и с помощью тахометра (фактически она равна 300 мин$^{-1}$).

6. Мощность электродвигателя щековой дробилки.

Необходимая мощность электродвигателя дробилки, кВт

$$N = c \cdot L \cdot B, \qquad (8)$$

где c – коэффициент, отражающий особенности дробилки, равный:

при B х L< 250 х 400 c = 1/60;
при B х L< 900 х 1200 c = 1/100,
при B х $L \geq$ 900 х1200 c = 1/120.

Значения L и B в формулу (8) подставляются в сантиметрах.

В практических условиях устанавливается двигатель с коэффициентом запаса мощности 1,4÷1,5.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДРОБЛЕНИЯ В ЩЕКОВЫХ ДРОБИЛКАХ

Цель:

- изучить конструкцию и работу щековой дробилки со сложным движением щеки и с простым движением с нижним подвесом;
- освоить способ регулирования величины разгрузочной щели;
- оценить влияние характера движения щёк на результаты дробления.

Необходимые материалы и оборудование:

- проба после первой стадии дробления;
- желобчатый делитель;
- секундомер;
- линейка; штангенциркуль;
- щековая дробилка с простым движением с нижним подвесом щеки;
- щековая дробилка со сложным движением щеки;

– весы;
– набор ручных сит;
– пластилин.

Ход работы:

1. Изучить конструкцию дробилок, выполняя индивидуальное эскизирование. Определить основные конструктивные и механические параметры. Установить при помощи пластилина заданную ширину разгрузочных щелей, одинаковую для обеих дробилок.

2. Произвести усреднение и деление пробы на две части (см. п. *Усреднение проб*).

3. Соблюдая меры предосторожности, пропустить одну часть пробы через дробилку со сложным движением щеки, другую – через дробилку с нижним подвесом щеки. При этом необходимо фиксировать продолжительность цикла дробления.

4. Выполнить ситовые анализы дроблёных продуктов.

5. Определить размеры максимальных кусков в каждом дроблёном продукте.

6. Обработать результаты работ.

7. Подписать у преподавателя рабочие записи и черновые расчёты бригады, а также свои эскизы оборудования.

8. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов работы:

1. Результаты ситовых анализов представить в виде таблиц (см. п. *Усреднение проб*). Гранулометрические характеристики дроблёных продуктов в виде кривых суммарного выхода по плюсу должны быть представлены на одном рисунке.

Сравнение гранулометрического состава продуктов выполнить качественное, по виду и взаимному расположению кривых.

2. Рассчитать крупности и степени дробления аналогично предыдущей работе.

3. Рассчитать показатели технологической эффективности дробления, %

$$E_{\text{Т}} = 100\ (\beta^{-d+0} - \alpha^{-d+0})/(100 - \alpha^{-d+0}), \qquad (9)$$

где β^{-d+0}, α^{-d+0}– массовые доли класса $-d+0$ мм в дроблёном и исходном продуктах (равны выходам этих классов в продуктах по данным ситового анализа).

Результаты расчёта представить в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Технологическая эффективность дробления в щековых дробилках ЩДС и ЩДП

Расчётный класс, мм	**Массовая доля класса в исходном α^{-d+0}, %.,**	**Щековая дробилка с движением щеки**			
		простым		**сложным**	
		β^{-d+0}, %	**E_T, %**	**β^{-d+0}, %**	**E_T, %**
–25 + 0	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…
–1,4 + 0	…	…	…	…	…
Примечание: размеры расчётных классов принимаются в соответствии со шкалой сит ситового анализа.					

4. Зависимости величины E_T от размера расчётного класса для каждого типа дробилок приводятся на одном графике.

5. Формулы для определения величины производительности дробилок приведены в лабораторной работе №1.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3
ДРОБЛЕНИЕ В ВАЛКОВОЙ ДРОБИЛКЕ

Цель:

– изучить конструкцию и принцип работы валковой дробилки;
– освоить способ регулирования величины разгрузочной щели.

Необходимые материалы и оборудование:

– объединённая проба после дробления в щековых дробилках;
– желобчатый делитель;
– секундомер;
– тахометр;
– линейка (штангенциркуль);
– валковая дробилка;
– весы;
– набор ручных сит;
– пластилин.

Ход работы:

1. Изучить конструкцию дробилки, выполняя одновременно эскизирование, определить конструктивные и механические параметры.

2. Работа производится при двух значениях величины разгрузочной щели, для этого исходная проба делится пополам при помощи желобчатого делителя. Величина разгрузочной щели в опытах долж-

на различаться в 1,5-2 раза. Установить начальную величину разгрузочной щели, используя при этом пластилин.

Для определения величины разгрузочной щели в процессе работы необходимо пропустить кусочки пластилина **одновременно** с материалом, затем измерить толщину пластилиновых пластин. Величину разгрузочной щели следует определить трижды для каждого опыта и рассчитать её среднеарифметическое значение.

3. Соблюдая меры предосторожности, пропустить материал через дробилку, фиксируя при этом продолжительность цикла дробления.

4. Выполнить ситовый анализ дроблёных продуктов.

5. Параллельно с выполнением ситового анализа определить размеры максимальных кусков в дроблёных продуктах.

6. Степени дробления рассчитать аналогично указаниям лабораторной работы № 1.

7. Обработать результаты работ.

8. Подписать у преподавателя рабочие записи, черновые расчёты и эскизы.

9. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов работы:

1. Для построения характеристики исходного продукта произвести необходимые расчёты, результаты которых привести в таблице. Следует иметь в виду, что исходное является объединённым продуктом разгрузок щековых дробилок из предыдущей работы. Рекомендуется использовать соответствующие табличные данные или взять необходимые сведения из графиков предыдущей работы, а выходы классов найти как среднее арифметическое. Совместить на одном поле гранулометрические характеристики исходного и дроблёных продуктов.

2. Рассчитать линейную скорость на поверхности валков, частоту вращения валков определить тахометром.

3. Производительность дробилки рассчитать для каждого опыта [1], т/ч

$$Q = 60 \cdot \pi \cdot n \cdot D \cdot L \cdot k_L \cdot k_{\text{разр.}} \cdot \rho \cdot s_{\text{факт.}}, \qquad (10)$$

где D и L – диаметр и длина валка, м; k_L – коэффициент использования длины валков (принять равным 0,85); $k_{\text{разр}}$ – коэффициент разрыхления материала в зоне дробления, (в среднем составляет [3] 0,2÷0,3, но может быть принят и другим по условиям проведения

опытов); ρ – плотность материала, т/м^3; $s_{факт}$ – ширина разгрузочной щели дробилки при работе, м; n – частота вращения валков, n = 200 мин$^{-1}$.

4. Рассчитать мощность электродвигателей, кВт:

$$N = (11 \div 14)\, D\, L\, \upsilon, \qquad (11)$$

где υ – окружная (линейная) скорость валка, м/с.

Суммарная мощность установленных на лабораторной валковой дробилке двигателей составляет 3 кВт.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4
РАБОТА САМОЦЕНТРИРУЮЩЕГОСЯ ГРОХОТА

Цель:

- изучить конструкцию и принцип работы самоцентрирующегося грохота;
- исследовать влияние производительности грохота на эффективность грохочения.

Необходимые материалы и оборудование:

- проба после дробления в валковой дробилке;
- грохот самоцентрирующийся;
- секундомер;
- линейка;
- весы;
- набор ручных сит;
- металлический крюк (скоба).

Ход работы:

1. Изучить конструкцию грохота, выполняя одновременно эскизирование, определить конструктивные параметры.

2. Усреднить (см. п. *Усреднение проб*) и взвесить пробу ($M_{исх.}$) перед каждым опытом.

3. Засыпать пробу в приёмный бункер. **Внимание!** – при загрузке бункера из материала выделяется пыль.

4. Провести опыт. Для этого открыть затвор бункера при работающем грохоте. Продолжительность грохочения оценить с точностью до секунды. Началом процесса грохочения считается момент попадания первых зёрен на просеивающую поверхность, окончанием – момент выхода из бункера основной массы материала. В каждом

опыте необходимо замерять ширину разгрузочной щели бункера. В течение опыта необходимо следить за тем, чтобы материал не зависал в бункере. Очистить бункер.

5. Выключить грохот и зачистить поддон, перезапустить грохот несколько раз («Пуск-остановка» – 2-3 раза) до полной очистки; при необходимости использовать проволочный крюк/скобу.

6. Взвесить полученный ***надрешётный*** продукт и рассеять его вручную на сите с тем же размером отверстий, что и на грохоте.

7. Взвесить ***раздельно*** подрешётный продукт грохота – $M_{\text{подр.}}$, нижний класс $M^{-a}_{\text{надр.}}$ и верхний класс $M^{+a}_{\text{надр.}}$ надрешётного.

8. Отметить поведение зёрен разной крупности в процессе грохочения.

9. Объединить продукты грохочения.

10. Установить режим грохочения для второго опыта и выполнить его аналогично п. 6-10.

11. Установить режим грохочения для третьего опыта и т. д.

12. Обработать результаты работ.

13. Подписать у преподавателя рабочие записи и черновые расчёты.

14. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов работы:

1. Исходный материал для опытов (гранулометрическая характеристика получена в предыдущей работе) следует описать с указанием доли «лёгких», «трудных» и «затрудняющих» зёрен.

2. Исходные данные и результаты опытов свести в расчётную таблицу по форме таблицы 2.

Таблица 2 – Результаты опытов по грохочению

Опыт	$M_{\text{исх}}$, **кг**	α^{-a}, **%**	**Продукты грохочения, кг**				ϑ^{-a}, **%**	**Эффективность грохочения, %**		***t*, с**	***Q*, т/ч**
			надрешётный			**подрешётный**					
			$M^{+a}_{\text{надр.}}$	$M^{-a}_{\text{надр.}}$	$M_{\text{надр.}}$	$M_{\text{подр.}}$		$E^{-a}_{\text{м.}}$	$E^{-a}_{\text{ан.}}$		
1											
2	*	*									
3	**	**									

3. Эффективность грохочения рассчитывается для каждого режима по результатам взвешивания классов и продуктов – $E_{\text{м.}}$ и по результатам ситового анализа – $E_{\text{ан.}}$

Порядок расчета при обработке результатов опыта:

$$M_{\text{исх.}} = M_{\text{надр.}}^{+a} + M_{\text{надр.}}^{-a} + M_{\text{подр.}},\ \text{кг}, \qquad (12)$$

$$\vartheta = 100\, M_{\text{надр.}}^{-a} / (M_{\text{надр.}}^{-a} + M_{\text{надр.}}^{+a}),\ \%, \qquad (13)$$

$$E_{\text{ан.}}^{-a} = (\alpha^{-a} - \vartheta^{-a}) \cdot 10^4 / ((100 - \vartheta^{-a})\, \alpha^{-a}),\ \%, \qquad (14)$$

$$E_{\text{м}}^{-a} = 10^4 M_{\text{подр.}} / (M_{\text{исх.}} \alpha^{-a}),\ \%. \qquad (15)$$

4. Производительность грохота Q рассчитывается по формуле (5).

5. По результатам опытов построить зависимость эффективности грохочения от производительности грохота по исходному питанию.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5
ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАСЫПНОЙ ПЛОТНОСТИ ПРОДУКТА

Цель:

– практическое освоение методики определения насыпной плотности продуктов.

Необходимые материалы и оборудование:

– проба после дробления в валковой дробилке;
– желобчатый делитель;
– установка для определения насыпной плотности;
– электронные весы.

Ход работы:

1. Подготовить пробу для выполнения лабораторной работы. Для этого материал доводится до крупности менее 3 мм в замкнутом цикле «ручное сито – валковая дробилка» или «грохот – валковая дробилка» (см. рисунок 1).

2. Проба усредняется и с помощью делителя делится на четыре части около 2 кг каждая. Три части используются (**каждая один раз!**) для определения насыпной плотности, Результаты этих определений записываются в таблицу по форме таблицы 3.

Установка для определения насыпной плотности представляет собой лоток, который устанавливается над банкой (определить ее объем, рекомендуемый – 1 дм^3). Пустая банка взвешивается ($M_б$). Нижний обрез лотка должен быть на 40-50 мм выше верхнего обреза банки, угол наклона лотка не менее 35^o. Материал должен стекать в банку по центру ее верхнего обреза. После образования конуса над

банкой легкими ударами руки обстукать банку с четырех сторон и сдвинуть конус материала линейкой. Банка с материалом взвешивается ($M_{бМ}$).

Таблица 3 – Результаты определения насыпной плотности

Проба	Масса банки, $M_б$, кг	Масса банки, $M_{бМ}$, с материалом, кг	Насыпная плотность, кг/м^3		
			$\rho_н$	$\rho_{н\ ср.\ арифм.}$	$\Delta\rho_{н\ отн.}$
1					
2					
3					

3.3 Насыпная плотность, кг/м^3 определяется по формуле

$$\rho_н = (M_{бМ} - M_б)/V_{б,} \quad (16)$$

где $V_б$ – объем банки, м^3.

4. Определить относительное отклонение $\Delta\rho_{н.\ отн.}$ значений насыпной плотности в каждом измерении, %

$$\Delta\rho_{н.\ отн.} = 100\ (\rho_{н\ ср.\ арифм} - \rho_{н\ i})/\rho_{н\ ср.\ арифм.}$$

При значении относительного отклонения более чем на 5 % для любого измерения повторить все сначала.

3.5. Обработать результаты работы.

3.6. Подписать у преподавателя рабочие записи и черновые расчеты.

3.7. Составить отчет по выполненной работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6
ПРОВЕДЕНИЕ СУХОГО СИТОВОГО АНАЛИЗА

Цель:

- изучение методики проведения сухого ситового анализа для определения гранулометрического состава продуктов;
- изучение конструкции и принципа действия вибрационного встряхивателя;
- освоение принципов построения гранулометрических характеристик продуктов в натуральном и полулогарифмическом виде.

Необходимые материалы и оборудование:

– ручные сита с модулем шкалы, равным 2, для определения гранулометрического состава крупных продуктов, мм: 100; 50; 25; 13; 6; 3;
– набор сит (рекомендуются сита «Вибротехник») с модулем шкалы, равным 2, для определения гранулометрического состава мелких продуктов, мм: 1,25; 0,63; 0,315; 0,14; 0,071; 0,05;
– вибрационный встряхиватель.

Ход работы:

Для определения гранулометрического состава мелких продуктов отобрать пробу материала крупностью менее 3 мм, минимальную массу которой можно определить по диаметру наибольшего зерна в пробе по таблице 4.

Таблица 4 – Минимальная масса пробы для ситового анализа

Диаметр наибольшего зерна, мм	0,1	0,3	0,5	1,0	3,0
Минимальная масса навески, кг	0,025	0,05	0,1	0,2	0,3

Отбор пробы производится с использованием желобчатого делителя, (делителя Джонса) либо методом квартования или квадратования. Перед ситовым анализом определяется ее масса $M_{\text{исх}}$.

Для проведения ситового анализа собирается комплект указанных выше сит, которые устанавливаются на вибрационный встряхиватель в порядке возрастания размера отверстий снизу вверх. Комплект ставится в поддон, на верхнее сито высыпается проба материала, комплект сверху закрывается крышкой. С помощью поперечной планки и гаек комплект затягивается, устанавливается продолжительность рассева от 10 до 30 минут.

По окончании рассева осуществляется контроль. Просев на всех ситах помещается на листы бумаги или в чашки, подписанные соответствующим образом. Остаток с нижнего сита взвешивается и снова помещается на это сито. Набор сит собирается вновь вместе с нижним ситом и устанавливается на платформе встряхивателя. Аппарат включается на **одну** минуту, после чего взвешивается остаток на нижнем сите и вновь полученный просев. Рассчитывается выход мелочи за контрольную минуту, %

$$\gamma = 100 \cdot M_{\text{прос.}} / (M_{\text{прос.}} + M_{\text{ост.}}), \qquad (17)$$

где $M_{прос.}$ – масса полученного просева, г; $M_{ост.}$ – масса остатка на сите после контрольного рассева, г.

Если $\gamma < 1$ %, то анализ считается законченным. В противном случае он продолжается – остатки возвращаются на свои сетки, за исключением материала в поддоне. Опять собирается набор сит, и аппарат дополнительно включают на 10 минут, после чего вновь следует вышеописанный контроль.

При выполнении лабораторных работ контрольный рассев можно осуществлять вручную в течение одной минуты.

Продолжительность ситового анализа для измельченных в мельницах всухую продуктах составляет 15 минут при исходной навеске 200 г. При этом контрольный рассев не производится [2].

Результаты ситового анализа оформляются в виде таблицы 5.

Таблица 5 – Результаты сухого ситового анализа мелкого продукта

Класс крупности, мм	**Выход**			
	частный, кг	**частный с учетом распределения потерь**		**суммарный по «плюсу», %**
-3+…	…	кг	%	
…	…			
…	…			
-0,071+0	…			
Всего:	**…**	$M_{исх}$	**100,00**	

Расчеты по результатам ситового анализа заканчиваются определением потерь П при анализе, %

$$П = 100 \cdot (M_{исх} - \Sigma M_i)/M_{исх}. \quad (18)$$

Если потери не превышают 1 %, то они распределяются по всем полученным классам пропорционально их выходам. Если потери более 1 %, то анализ бракуется и повторяется с новой навеской [2].

Окончание рассева крупнокускового материала определяется из условия, что дополнительный рассев в течение трёх минут не изменит результаты анализа более чем на 0,5 % [2]. К примеру, если масса остатка на сетке составляет 7,3 кг и после контрольных 3 минут 7,1 кг, то ввиду $(7,3 – 7,1) \cdot 100/7,3 = 2,74$ % >0,5 %, рассев нельзя считать законченным.

Как уже отмечено выше, в данной лабораторной работе сухой ситовой анализ осуществляется на мелком материале.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7
ПРОВЕДЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО СИТОВОГО АНАЛИЗА

Цель:

– изучение методики проведения комбинированного ситового анализа для определения гранулометрического состава продуктов.

Необходимые материалы и оборудование:

– установка для отмывки;
– сито для мокрого анализа с заданным размером отверстий;
– фарфоровая чашка для контроля качества отмывки.

Ход работы:

Комбинированный ситовой анализ состоит в отмывке тонких частиц и осуществляется вручную (как в настоящей работе) или на односитном гидроклассификаторе. Если тонких частиц много (например, в материале после измельчения), отмывка производится по двухступенчатой схеме: сначала вручную, затем на гидроклассификаторе.

Для отмывания вручную собирается установка на решетке дренажной канавы. Установка (см. рисунок 6) состоит из сита с обечайкой, устанавливаемого на подставке, причем сито открыто своей нижней частью в канаву. Подставка может быть выполнена произвольно из подручных материалов по рекомендации преподавателя.

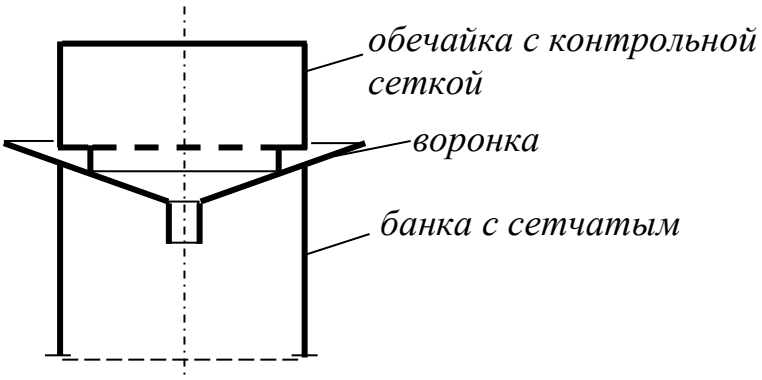


Рисунок 6 – Схема установки для отмывки

Навеска материала помещается на сито в обечайку. Конец шланга со свободно текущей водой при небольшом ее расходе заводится в обечайку, и лишь **затем (!)** формируется плоская струя воды, для чего

пальцами или зажимом пережимается шланг. Угол при вершине плоской струи должен быть порядка 20-30^{o}, а сама струя должна быть перпендикулярна плоскости сетки. Чаще всего струя воды при промывке вручную невелика по сечению, и потому ее приходится перемещать по радиусу.

При работе на гидроклассификаторе перемещение фронта промывки определяется направлением и скоростью вращения обечайки.

Для сброса воды из обечайки надо сформировать острую и тонкую струю воды. Шланг осторожно помещают в воду практически вплотную к сетке и держат без каких-либо перемещений. При этом необходимо избегать повреждения сетки.

Контроль качества промывки осуществляется с помощью фарфоровой чашки диаметром 50-100 мм, которую помещают под сито. Затем производят промыв по всей площади сита, при этом фарфоровую чашку перемещают под ситом в том месте, куда падает струя воды. После этого чашка убирается из-под сита, в ней происходит отстаивание твердой фазы в течение 20-30 с. Круговыми движениями собирается твердая фаза в центре чашки, допустимо выплескивание части воды из чашки. Если отмыт не весь тонкий класс, то на дне чашки будет хорошо виден осадок. Промывку можно считать оконченной, когда осадок практически исчезнет. Остаток материала переносится из обечайки в алюминиевую чашку, после отстаивания излишек воды сливается, а чашка ставится для выпаривания воды в сушильный шкаф (с этикеткой). Перенос материала в чашку осуществляется следующим образом (см. рисунок 7): а) наклонить обечайку над алюминиевой чашкой достаточного размера; б) смыть промывалкой материал с тыльной части сита в алюминиевую чашку; в) опрокинуть обечайку над алюминиевой чашкой и окончательно смыть в нее весь материал из обечайки.

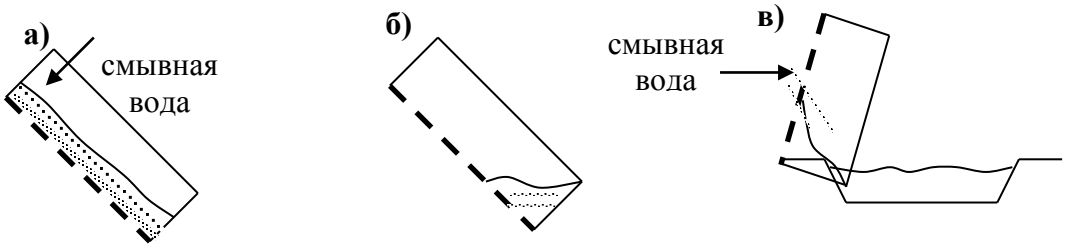


Рисунок 7 – Схема переноса отмытого материала в чашку

После выпаривания воды из оставшегося в обечайке материала он подвергается ситовому анализу как в лабораторной работе № 6.

Результаты комбинированного анализа оформляются в виде таблицы 6.

Таблица 6 – Результаты комбинированного анализа мелкого продукта

Класс крупности, мм	**Выход**			
	частный, кг	**с учётом распределения потерь**		**суммарный по «плюсу», %**
		кг	**%**	
…	…	…	…	
…	…	…	…	
- …+0	…	…	…	
Итого	…	…	…	
Промыв	…	…	…	
Всего:	**…**	$M_{исх}$ **…**	**100,00**	**–**

Если потери не превышают 1 %, то они распределяются по всем полученным классам и промыву пропорционально их выходам. Если потери более 1 %, то анализ бракуется и повторяется с новой навеской [2].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8
ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ В БАРАБАННОЙ МЕЛЬНИЦЕ

Цель:

– изучить влияние факторов на результаты измельчения;
– освоить методику работы с мельницами;
– изучить конструкцию мельницы;
– освоить построение графиков в полулогарифмическом масштабе.

Необходимые материалы и оборудование

– проба крупностью менее 3 мм;
– мельница барабанная лабораторная;
– рожковый гаечный ключ (S = 22);
– металлическая лапка для извлечения резиновой прокладки;
– стержни (шары);
– рольганги;
– тахометр;
– секундомер (часы);
– контрольное сито с размером ячеек 0,071 мм или иное (по указанию преподавателя);
– чашка алюминиевая;

– чашка фарфоровая;
– промывалка;
– таз;
– весы;
– мерный цилиндр объёмом 0,5 (1) л.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя задание (изучение влияния на процесс измельчения конкретного фактора). Возможные варианты приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технологические режимы измельчения

Вариант	**Продолжительность измельчения, мин.**	**Соотношение в мельнице Ж:Т**	**Степень заполнения мелющими телами**	
			шары	стержни
1	10 20 30	1:3	0,30	0,40
2	15	1:4 1:3 1:2	0,30	0,40
3	15	1:3	0,20 0,30 0,45	0,20 0,30 0,45
4	20	1:3	0,30	0,20 0,30 0,40
5	20	1:4	0,30	0,20 0,30 0,40
6	20	1:3	0,30	0,40
	k = 0,06; 0,12; 0,18			
Примечание: k – коэффициент заполнения мельницы материалом				

2. Изучить конструкцию мельницы и рольгангов (выполняя эскизирование), определить конструктивные и механические параметры (размеры, угловые скорости вращения). Опыты проводятся в одной и той же мельнице, на одних и тех же рольгангах, поэтому надо отметить для себя номер комплекта мельницы.

3. Рассчитать величину навески материала и отобрать её из пакета методом квадратования (см. п. *Усреднение проб*).

4. Рассчитать массу измельчающей среды и отобрать измельчающую среду (стержни или шары).

5. Рассчитать необходимое количество воды.

6. Загрузить для первого опыта в мельницу в следующем порядке: шары (стержни) + твёрдое + вода.

7. Собрать мельницу в следующем порядке: резиновая прокладка, крышка, прижимная планка. Закрутить винт прижимной планки гаечным ключом так, чтобы вода не вытекала из мельницы при её горизонтальном положении. Поставить её на **неподвижные** рольганги, закрыть кожух и включить установку на нужное время. Поскольку на установке может находиться несколько мельниц, работающих в разных режимах, возникает необходимость остановки рольгангов для постановки или снятия мельниц, при этом время остановки рольгангов из общего времени измельчения исключается.

8. Мельницу снять при выключенных валках (рольгангах), перенести в машинный зал на дренажную решётку.

9. Снять прижимную планку, крышку и резиновую прокладку с помощью металлической лапки. Материал с резиновой прокладки и стержней смывается с помощью промывалки в мельницу. Содержимое мельницы перемешивается (для этой цели можно использовать один из стержней) и переливается в металлическую ёмкость соответствующего объёма. Туда же с помощью промывалки смывается остаток материала из мельницы. Пульпу из ёмкости перенести на сито для отмывания расчётного класса. Все операции переноса пульпы производить с минимально возможным количеством воды. При этом может возникнуть переполнение обечайки сита, в таком случае следует завести шланг в обечайку, сформировать острую струю под максимальным давлением, максимально приблизить шланг к сетке и держать неподвижно до ухода воды из обечайки.

10. Отмыть расчётный класс.

11. Перенести оставшийся на сите материал в чашку и высушить.

Остальные опыты выполняются аналогично.

12. Выполнить сухой ситовый анализ остатка в опыте с наименьшим количеством остатка. Для данного опыта результаты оформляются как в случае комбинированного ситового анализа.

13. В промытую мельницу загрузить чистые мелющие тела, залить до буртика водой, закрыть мельницу и убрать её на место.

14. Обработать результаты работ.

15. Подписать у преподавателя рабочие записи и расчёты.

16. Составить отчёт по выполненной работе.

4. Пояснения по обработке результатов работы.

1. Принять для расчётов плотность мелющей среды, кг/м^3: для шаровой мельницы ρ = 4600; для стержневой мельницы ρ = 6200.

2. Масса мелющей среды, кг

$$M = \varphi \cdot \rho \cdot V, \qquad (19)$$

где φ – степень заполнения мельницы мелющей средой; ρ – плотность мелющей среды, кг/м^3; V – объём лабораторной мельницы, м^3. Определяется по геометрическим размерам как объем цилиндра до буртика, либо разностью масс заполненной водой до буртика и пустой мельницы.

3. Масса навески для опыта, кг

$$G = k \cdot \rho_н \cdot V, \qquad (20)$$

где k – коэффициент заполнения мельницы материалом, д. ед., в вариантах 1-5 задаётся преподавателем или принимается равным 0,12; $\rho_н$ – насыпная плотность материала, кг/м^3 (см. лабораторную работу № 5).

4. Масса воды определяется из заданного соотношения Ж:Т.

5. За расчётный класс принять, если нет дополнительного указания преподавателя, самый мелкий по комбинированному ситовому анализу.

6. Рассчитать удельную производительность, кг/(ч·м^3)

$$q = 60 \cdot G \cdot (\beta^{\text{р. кл.}} - \alpha^{\text{р. кл.}})/(\tau \cdot V), \qquad (21)$$

где $\beta^{\text{р. кл.}}$, $\alpha^{\text{р. кл.}}$ – массовые доли расчётного класса в измельчённом и исходном материале, д. ед.; τ – продолжительность измельчения, мин.

7. Результаты работы представить в виде таблицы 8.

Таблица 8 – Влияние переменного фактора на процесс измельчения в лабораторной мельнице

Опыт	Значение переменного фактора	Масса, кг			Массовая доля расчётного класса, д. ед.	Удельная производительность по расчётному классу, кг/(ч·м^3)
		навески	остатка на сите	расчётного класса		
1						
2						
3						

8. Построить зависимость выхода расчётного класса от значения переменного фактора.

МЕТОДИКИ

Усреднение проб

Чтобы иметь возможность сравнивать результаты параллельно выполняемых работ (анализов), надо иметь однородный исходный материал, из которого отбираются навески для выполнения тех или иных операций. Усреднение неоднородного материала достигается несколькими способами: перелопачиванием, с помощью желобчатого делителя [4]; способом кольца и конуса (КиК), перекатыванием, а также в специальных смесителях.

Наибольшая продолжительность перемешивания при способе КиК, наименьшая – с помощью желобчатого делителя. По трудоёмкости самые невыгодные – перелопачивание и способ КиК. С технологической точки зрения наибольшая однородность материала достигается при способе КиК, значительно меньшая – при перелопачивании.

Перелопачивание реализуется в нескольких вариантах в зависимости от крупности и количества материала. Самым простым и менее удовлетворительным является перекапывание слоя материала, причём в условиях учебного процесса этого оказывается достаточно для крупного материала (хотя работа с желобчатым делителем проще). Одним из вариантов перелопачивания является перекидывание материала последовательно из одного конуса в другой, т. е. из одной кучи в другую; при этом следует брать материал случайным образом из одной кучи и высыпать его на вершину вновь образуемого конуса.

Способ КиК – это троекратное повторение операций:

1) разворачивание конуса в диск с помощью крестовины;

2) формирование кольца из диска с помощью совка;

3) образование конуса из кольца с помощью совка.

1. Сначала материал из ёмкости высыпается на конус (либо с угла ёмкости, либо через воронку). При этом ёмкость необходимо вращать вокруг оси образуемого конуса.

Крестовина погружается в конус, одновременно с погружением её вращают (по/против часовой стрелки) до получения диска требуемой толщины.

2. Формирование кольца из диска представлено на рисунке 8.

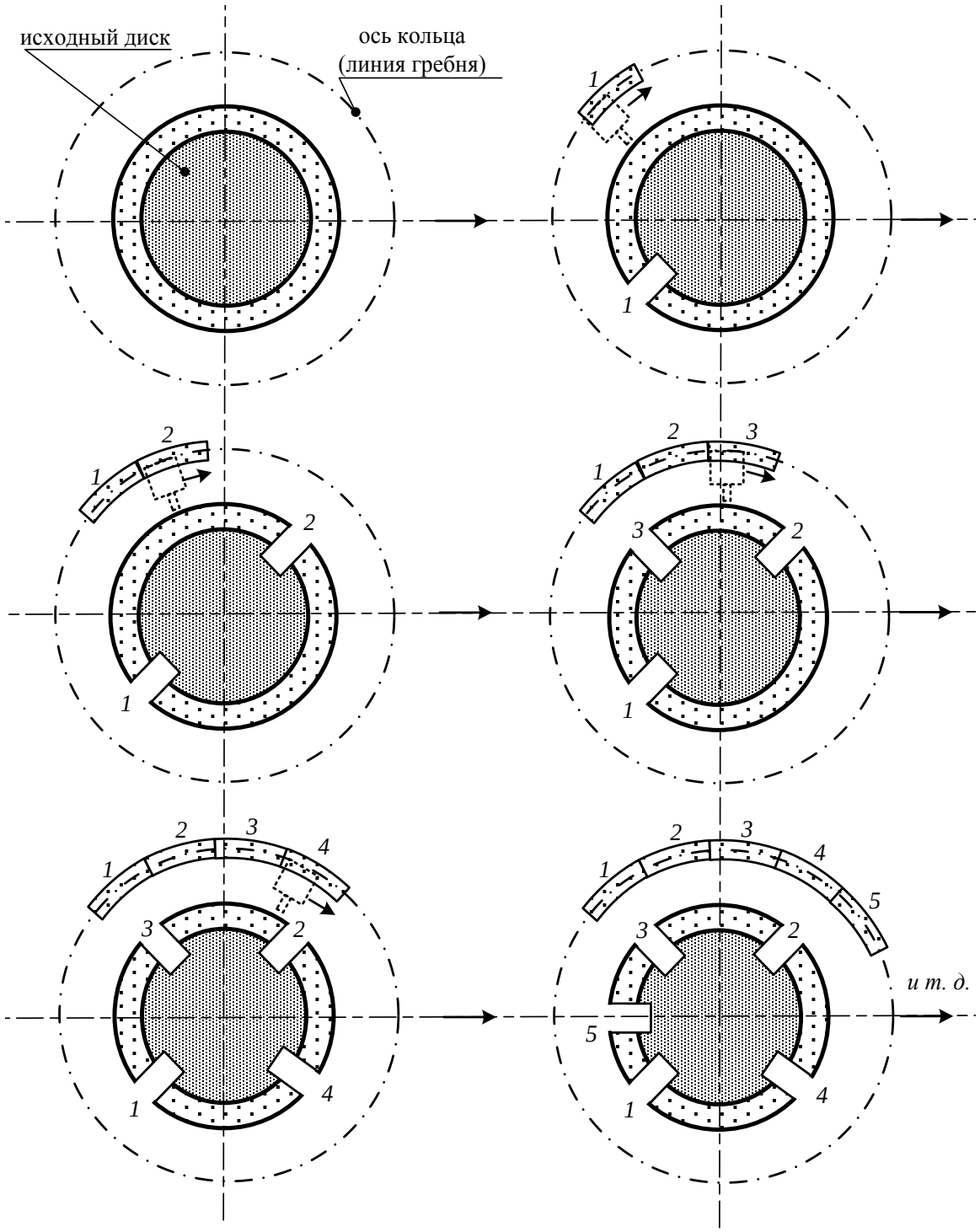
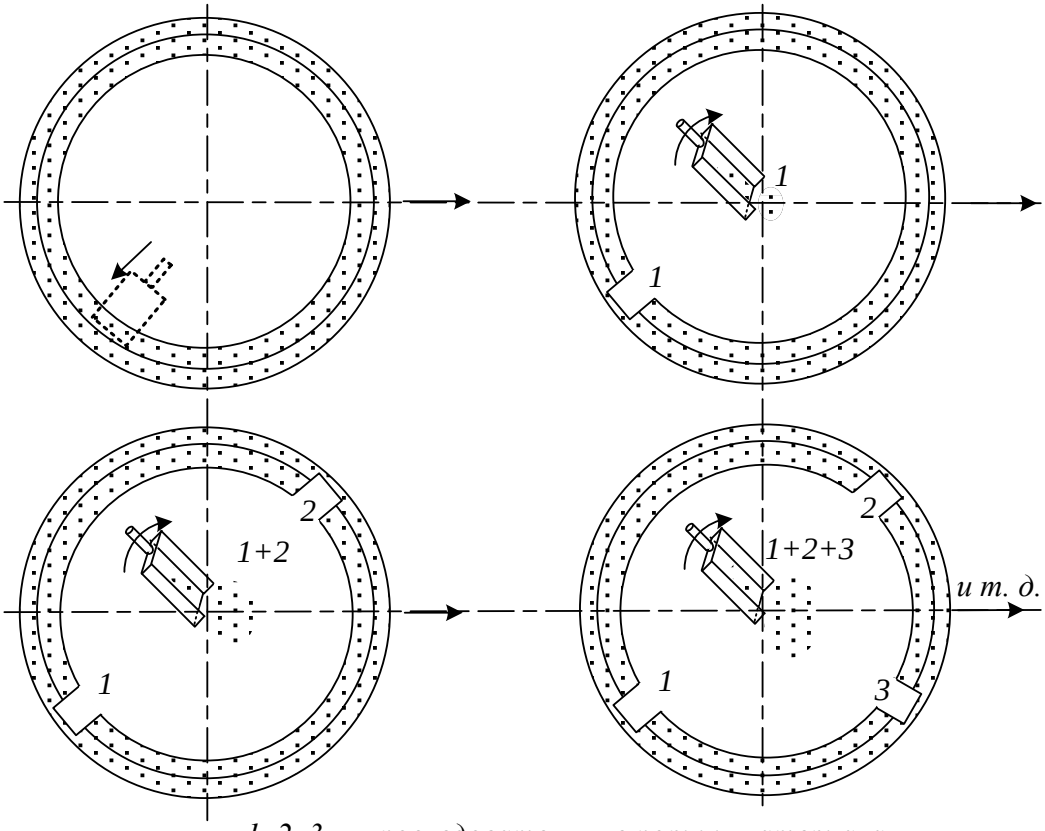


Рисунок 8 – Схема образования кольца из диска

Для образования кольца совком или совками берутся одинаковые порции материала с края диска, последовательно с противоположных сторон 1, 2, 3… и со смещением в ***произвольном*** порядке по кругу. Порции высыпаются на расстоянии радиуса диска от края диска, и при этом материал следующей порции укладывается в кольцо за предыдущей без перерыва. В результате первые порции 1, 2, 3… перекрываются в дальнейшем *i*-ой, *i* +1-ой, *i*+2-ой, и т. д. порциями.

Высыпать порции нужно на гребень образуемого кольца и растягивать по окружности. Нельзя остатки в диске подметать к основанию кольца. Смётки собираются в совок и распределяются по гребню как обычные порции.

3. Образование конуса из кольца приведено на рисунке 9. Тем же совком отбираются в *случайном* порядке порции материала и высыпаются на конус (аналогично описанному в п. 1). Смётки собираются и высыпаются на вершину конуса.



1, 2, 3… - последовательные порции материала

Рисунок 9 – Образование конуса из кольца

Перемешивание с помощью желобчатого делителя

Используется делитель с шириной желобка не менее чем в два раза большей размера наиболее крупного куска. Под делитель устанавливаются два поддона; материал помещают в совок, ширина которого соответствует ширине делителя, разравнивают; край совка совмещают с серединой делителя и ссыпают материал равномерно по ширине совка по половине совка с обеих сторон. Получающиеся части вновь объединяются; процедура повторяется троекратно.

Усреднение перекатыванием применяют для мелкого продукта. Для этого используют клеёнку (плёнку) размером, соответствующим количеству усредняемого материала. Материал помещают на

середину клеенки, и резкими движениями перекатывают пробу с угла на угол 20-30 раз [4]. Направление перекатывания необходимо менять.

Для отбора навесок из усреднённого материала используют либо делитель Джонса, либо квадратование: усреднённый материал формируют в виде диска, который покрывают сеткой с шагом, равным ширине совочка. Сетку намечают линейкой. Совочком из узлов сетки отбирают порции, вычерпывая материал на всю толщину слоя. Возможно вычерпывание материала целиком из клеточки, клеточки выбираются в шахматном порядке. Таким образом, набирают необходимое количество материала.

Отбор навесок для ситового анализа

В лабораторных работах с помощью ситового анализа производится определение гранулометрического состава как относительно крупного материала, так и мелкого (менее 3 мм).

Гранулометрический состав проб определяется с помощью ручного рассева на наборе сит. В отчёте следует дать характеристику применяемого набора: указать шкалу сит, привести модуль шкалы. Для нахождения степени дробления необходимы определения размеров наиболее крупных зёрен. Рекомендуется выбирать такие зёрна из самого крупного класса, а не из всего анализируемого продукта. Определять размеры надо с точностью ± 1 мм в ортогональных направлениях ($l*b*h$), результаты измерений оформить в виде таблице 9.

Таблица 9 – Размеры наиболее крупных зёрен в исходной пробе и в продуктах дробления, мм

Наименование продукта	Кусок	Размеры			$d_{ср.\ арифм.}$	$d_{ср.\ макс.}$
		l	b	h		
Исходная руда	1				d_1	…
	2				d_2	
	3				d_3	
Продукт дробления в ЩДП	1				d_1	…
	2				d_2	
	3				d_3	
и т. д.						

Ручной рассев на ситах производится «от крупного к мелкому», рассев считается законченным, когда материал практически переста-

ет переходить в подрешетный продукт. Контроль может осуществляться с помощью листа бумаги. Толщина слоя материала на сетке не должна быть больше $4d_{макс.}$

Окончание рассева крупнокускового материала определяется из условия, что дополнительный рассев в течение 3 мин. не изменит результата анализа более чем на 0,5 % [2]. К примеру, если масса остатка на сетке, составляет 7,3 кг и после контрольных 3 мин. – 7,1 кг, то ввиду $(7{,}3 - 7{,}1)\cdot 100/7{,}3 = 2{,}74\ \% > 0{,}5\ \%$, рассев нельзя считать законченным.

Взвешивание каждого класса производится с учетом массы тары. Определяются выходы классов, по которым рассчитываются суммарные характеристики. Результаты анализа и последующих расчётов заносятся в таблицу следующей формы:

Таблица 10 – Результаты ситового анализа …… продукта

Класс крупности, мм	Выход			
	частный		суммарный, %	
	кг	%	по «плюсу»	по «минусу»
$-d_1+d_2$	m_1			
$-d_2+d_3$	m_2			
…	…	…	…	…
$-d_n+0$	m_n			
Всего	$M=\Sigma m_i$			
Внимание: d – размер отверстий соответствующего сита				

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андреев С. А., Перов В. А., Зверевич В. В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых – 3-е изд. – М.: Недра, 1988. – 415 с.

2. Колтунов А. В., Комлев С. Г. Дробление, измельчение, грохочение: учебное пособие – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 122 с.

3. Клушанцев Б. Ф., Косарев А. И., Муйземнек Ю. А. Дробилки. Конструкции, расчёт, особенности эксплуатации – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.

4. Митрофанов С. И., Барский Л. А., Самыгин В. Д. Исследование полезных ископаемых на обогатимость – М.: Недра, 1974. – – 352 с.

5. Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы / Под. ред. О. С. Богданова, В. А. Олевского. – 2-е изд. – М.: Недра, 1982. – 366 с.

Учебное издание

Сергей Григорьевич Комлев
Александр Васильевич Колтунов

ДРОБЛЕНИЕ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ, ГРОХОЧЕНИЕ

Учебно-методическое пособие
по выполнению и оформлению лабораторных работ
по дисциплине «Дробление, измельчение, грохочение»
для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых» (ОПИ)
направления подготовки – 21.05.04 «Горное дело»
всех форм обучения

Редактор Устьянцева Л. В.

Компьютерная вёрстка *М. В. Аксеньюшкиной*

Подписано в печать 08.08.2018 г.
Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе
Печ. л. 1,09. Уч.-изд. л. 1,05. Тираж 100 экз. Заказ №___

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу

_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.03 ДРОБЛЕНИЕ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ, ГРОХОЧЕНИЕ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Колтунов А. В., доц., к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры

Обогащения полезных ископаемых
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Козин В. З.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

горно-механического
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный горный университет»

Иванов Э. Э.

ДРОБЛЕНИЕ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ И ПОДГОТОВКА СЫРЬЯ К ОБОГАЩЕНИЮ

Учебное пособие по выполнению курсового проекта

Екатеринбург – 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Горно-механического факультета
27 января 2016 г.
Председатель комиссии
_____проф. В.П,Барановский

Иванов Э. Э.

ДРОБЛЕНИЕ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ И ПОДГОТОВКА СЫРЬЯ К ОБОГАЩЕНИЮ

Учебное пособие по выполнению курсового проекта

2-е издание, исправленное

Издание УГГУ Екатеринбург, 2016

УДК 622.7(03)
И20

Рецензент: *Ю. П. Морозов*, профессор кафедры ОПИ (УГГУ)

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры ОПИ от 23.01.2016 (протокол №8) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Иванов Э. Э.

И20 Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению: учебное пособие, 2-е издание, исправленное. Екатеринбург: Изд-во УГГУ. 2016. 157 с.

В учебном пособии излагаются рекомендации по выполнению курсового проекта, сформулированы требования по содержанию частей проекта и к его оформлению. Пособие разработано в соответствии с программой дисциплины «Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению»

УДК 622.7(03)

© Иванов Э. Э., 2004, 2016
© Уральский государственный горный университет, 2004, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 6
1. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЁМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА 6
2. ТРЕБОВАНИЯ К РАСЧЁТАМ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА. 7
3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА 9
4. НОМЕР И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ. 9
5. ЦЕЛЬ И СОСТАВ РУДОПОДГОТОВКИ 24
6. РАСЧЁТ СХЕМЫ ДРОБЛЕНИЯ 24
6.1. Режим работы и производительность отделения крупного дробления 24
6.2. Режим работы и производительность отделения среднего и мелкого дробления 25
6.2.1. Складирование крупнодроблёной руды не предусматривается . 25
6.2.2. Складирование крупнодроблёной руды предусмотрено. . . 25
6.2.3. Предусмотрено складирование крупнодроблёной руды за исключением мелочи 25
6.3. Выбор степеней дробления по стадиям 26
6.4. Определение крупности продуктов по стадиям дробления . . . 27
6.5. Определение ширины загрузочных отверстий дробилок по стадиям28
6.6. Определение ширины разгрузочных щелей дробилок 28
6.7. Определение размеров отверстий просеивающей поверхности для грохочения, типа поверхности 29
6.8. Выбор типа грохотов, эффективности грохочения. 30
6.9. Расчёт качественно-количественной схемы 30
7. ВЫБОР И РАСЧЁТ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ДРОБЛЕНИЯ. 37
7.1. Выбор и расчёт дробилок. 37
7.2. Выбор и расчёт грохотов. 41
7.2.1. Выбор и расчёт грохотов для стадии крупного дробления. . . 41
7.2.2. Выбор и расчёт грохотов для среднего и мелкого дробления. . 45
8. РАСЧЁТ СХЕМЫ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ, ВЫБОР И РАСЧЁТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ 46
8.1. Режим работы отделения измельчения 46

8.2. Расчёт схемы измельчения 48
8.3. Выбор типа мельницы 49
8.4. Расчёт количества мельниц 49
8.5. Выбор оборудования для классификации 53
8.6. Расчёт классифицирующего оборудования 53
8.6.1. Расчёт спиральных классификаторов. 53
8.6.2 .Расчёт гидроциклонов. 56
9. КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ. 59
10. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО СТРОИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА 61
11. СТРОИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ. 65
11.1.Основы строительной части курсового проекта. 65
11.2. Колонны, связи. 68
11.3. Фахверк. 88
11.4. Фундамент здания 88
11.5. Стены, фундаментные балки. 89
11.6. Покрытия 92
11.7. Ремонтно-монтажная площадка. 98
11.8. Лестницы, двери, ворота. 99
11.9. Полы промышленных зданий. 102
11.10. Фундаменты под технологическое оборудование. 103
11.11. Ленточные конвейеры, галереи 104
11.12. Габарит приближения строений 106
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК . . . . . .
ЗАКЛЮЧЕНИЕ . . . . . .
Приложение А (справочное) Гранулометрический состав продуктов. 110
Приложение Б (справочное) Нахождение в таблицах промежуточных значений. 114
Приложение В (справочное) Технические данные дробилок ЩДП . 116
Приложение Г (справочное) Технические данные дробилок ЩДС . 117
Приложение Д (справочное) Технические данные конусных дробилок для крупного дробления 118
Приложение Е (справочное) Технические данные короткоконусных дробилок среднего дробления. 121
Приложение Ж (справочное) Технические данные короткоконусных дробилок для мелкого дробления. 123
Приложение И (справочное) Краткая характеристика грохотов. . 126
Приложение К (справочное) Краткая характеристика мельниц МСЦ. 130
Приложение Л (справочное) Краткая характеристика мельниц МШР. 131
Приложение М (справочное) Краткая характеристика мельниц МШЦ. 133

Приложение Н (справочное) Краткая характеристика спиральных классификаторов КСН. 135
Приложение П (справочное) Краткая характеристика спиральных классификаторов КСП. 137
Приложение Р (справочное) Краткая характеристика гидроциклонов. 138
Приложение С (справочное) Технические данные талей с электродвигателем (тельферов) 139
Приложение Т (справочное) Характеристика мостовых кранов . . 140
Приложение У (справочное) Изображение автосамосвалов. . . . 142
Приложение Ф (справочное) Условное изображение грузоподъёмных средств. 146

ВВЕДЕНИЕ

Для закрепления знаний, полученных при изучении дисциплины «Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению», студент выполняет курсовой проект и при этом расширяет свой кругозор, приобретает практические навыки по расчётам схем, выбору и расчёту оборудования, приобретает умение пользоваться специальной литературой и справочными материалами. Курсовое проектирование направлено на подготовку студента к самостоятельному решению практических задач и выполнению дипломного проекта.

Учебным планом отводится шесть недель на выполнение курсового проекта во время аудиторных занятий и три недели на оформление графической части и пояснительной записки (ПЗ).

На проверку преподавателем готового проекта (при одновременном предъявлении чертежей и ПЗ) отводится не менее суток. При выявлении ошибок и недоработок проект возвращается студенту для исправления. Причём в ПЗ изменения приводятся студентом на обратной стороне предыдущей страницы. Таким образом, в развороте ПЗ справа располагается начальное решение, а слева – результаты корректировки. После окончательной проверки преподаватель делает запись: «На защиту».

На кафедре «Обогащение полезных ископаемых» разработаны необходимые рекомендации по защите студентами курсовых, дипломных и прочих выпускных работ и проектов (в редакции Иванова Э. Э.).

Каждый студент при защите своей работы делает доклад в течение приблизительно пяти-семи минут и затем отвечает на вопросы преподавателей и присутствующих. Как правило, все защиты публичные.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЁМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект представляется двумя частями: пояснительной запиской (ПЗ) и графикой.

ПЗ включает разделы:

- цель и состав рудоподготовки;
- расчёт схемы дробления;
- выбор и расчёт основного оборудования в отделении дробления;
- расчёт схемы измельчения;
- выбор и расчёт оборудования для отделения измельчения;
- компоновочные решения.

В данном случае проект является учебным. В исключительных случаях (по указанию преподавателя, одобренная преподавателем инициатива студента, заявка производства) темой курсового проекта может быть решение конкретной практической задачи, в таком случае обязательные разделы в ПЗ указываются руководителем проектирования в задании.

Графическая часть проекта состоит из чертежей схемы цепи аппаратов и качественно-количественной схемы, компоновочного (-ных) чертежа (-ей) одного из корпусов рудоподготовки (по указанию руководителя).

Особенности данного курсового проектирования:

1) в основу положена переработка руды цветных металлов (а именно, медных);

2) расчёты выполняются с помощью «типовых» характеристик крупности; в дипломных и иных работах основой расчётов являются результаты практики обогащения;

3) выполняемые в данном курсовом проекте расчёты приемлемы только на стадии проектирования **Обоснование инвестиций** (технико-экономического обоснования - ТЭО);

4) наименование цеха, для которого студент разрабатывает компоновочный чертёж, определяется преподавателем после составления студентом и объяснения принимаемых решений по схеме цепи аппаратов.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РАСЧЁТАМ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

2.1. Пояснительная записка оформляется на листах формата А4 (210х297 мм) в соответствии с ГОСТ 2.104-68 и 2.105-79.

Примечание – *торговый формат может не совпадать с чертёжным*.

2.2. Цвет пасты (чернил) должен быть постоянным по всей ПЗ. Допускается выполнение ПЗ с помощью компьютерной техники.

2.3. Рекомендуемый порядок разделов ПЗ следующий:

-титульный лист;

-содержание;

-задание;

-текст записки;

-список литературы.

2.4. Расчёты надо приводить в ПЗ по форме:

а) ссылка на литературу и общий вид формулы, при этом формула записывается в отдельную строку симметрично тексту и справа указывается в круг-

лых скобках номер формулы. Пояснения каждого символа даются с новой строки и в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения начинается со слова «где» и без двоеточия после него. Пояснения даются в том случае, когда они не пояснены ранее в тексте;

б) пример расчёта для однотипных вариантов расчёта и полный расчёт для неповторяющегося варианта;

в) сводная расчётная таблица;

г) технико-экономическое сравнение вариантов;

д) изложения окончательного решения.

2.5. Точность расчётов:

а) выход продукта (γ, %) – два знака после запятой;

б) массовая доля класса (содержание компонента) (β, %) – один знак после запятой;

в) производительность (Q, т/ч; т/сут.) – в основном три значащие цифры;

д) размеры отверстий просеивающих поверхностей должны соответствовать нормальным машиностроительным рядам **R**10, **R**20… и дополнительным по ГОСТ 6613-86 /15/;

е) округление следует производить в следующих пределах:

± 1мм – размер загрузочных и разгрузочных отверстий (щелей);

± 3мм – размер максимальных кусков, выходящих из дробилки.

Примечание. *После записи какого-либо значения в округлённой форме, т. е. после знака «тильда», следует использовать в дальнейших расчётах и выводах этот параметр только в округлённом виде.*

2.6. В расчётах принимаются следующие обозначения:

n – номер продукта по схеме;

Q_n – масса n-го продукта (производительность), т/ч или т/сут.;

γ_n и γ'_n – выход и частный выход n-го продукта, % или д. ед.;

j – номер стадии дробления (измельчения) /римскими цифрами/;

m – номер операции обогащения /арабскими цифрами/;

i – степень дробления (измельчения), д. ед.;

D – крупность исходного продукта (руды), мм;

d_n – крупность n-го продукта, мм;

a – размер отверстий просеивающей поверхности, мм;

s – размер загрузочной щели дробилки, мм ;

E_m^{-d} – эффективность грохочения в m-ой операции по классу минус d (в общем случае по классу минус a), % или д. ед.;

α^{-d} , β_n^{-d} , β_n^{+d} – массовая доля (содержание) компонента (класса) в исходном или в n- ом продукте, % или д. ед.;

B_j – величина загрузочного отверстия j-ой дробилки, мм;

$B_{j\ кат.}$ – величина загрузочного отверстия j-ой дробилки по каталогу (справочнику), мм;

F – площадь просеивающей поверхности, $м^2$;

V – объём мельниц для измельчения, $м^3$.

2.7. Порядок расчётов: в каждом случае сначала выполняются операции с выходами и показателями, которые выражены как массовые доли, и лишь затем определяются значения производительности по продуктам.

2.8. В тексте ПЗ должны быть ссылки на литературу (в соответствии со списком, приводимым в конце ПЗ), на таблицы, рисунки, разработанные чертежи.

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Все расчёты следует записывать в рабочей тетради, неверные результаты аккуратно зачёркивать (ни в коем случае не заливать и не замазывать!!!). Сама рабочая тетрадь должна быть подписана студентом (группа, ф. и. о.).

В начале рабочей тетради на развороте страниц должна располагаться рассчитываемая схема рудоподготовки, а на следующем развороте – расчётная таблица выходов продуктов и соответствующих производительностей. На рисунке надо подготовить выноски-клеточки.

Все получающиеся расчётные данные необходимо ***сразу же*** заносить в расчётную таблицу и отмечать на рисунке.

Основные сведения по определению гранулометрического состава продуктов приведены в Приложении А, рекомендации по нахождению в таблицах промежуточных значений расположены в приложении Б.

При заполнении расчётной таблицы необходимо следить за тем, чтобы каждый продукт был под одним и тем же названием в левой («поступает») и в правой («выходит») половинах таблицы. При этом название продукта должно быть идентичным указанному в тексте.

Выходящий из дробилки продукт называют или дроблёным или разгрузкой дробилки, или продуктом дробления. Конечный продукт j-ой стадии дробления называют дроблёной рудой или дроблёным продуктом j-ой стадии дробления.

Пример выполнения ПЗ представлен методическими указаниями /9/.

4. НОМЕР И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Номер задания указывается преподавателем, Содержание задания приведено в табл. 1, 2 и 3. Дополнительные данные по заданию размещены в табл. 4, 5, 6, 7, 8, 9 и на рис. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

Таблица 1

Исходные данные. Сведения по отделению рудоподготовки

№ задания	Производительность фабрики, млн. т/год	Район расположения в России	Номер схемы рудоподготовки по рисунку 1-10	Крупность питания		Влажность руды, %
				мельниц, мм	отделения флотации β^{-71}, %	
1	3,5	Север	1	8	60	7
2	4,0	Юг	2	10	58	5
3	5,0	Север	3	8	55	4
4	3,0	Ср. полоса	4	12	48	7
5	12,0	Юг	5	15	60	5
6	10,0	Север	6	12	65	9
7	8,0	Ср. полоса	7	10	55	6
8	0,6	Юг	8	10	58	11
9	4,0	Север	9	12	64	7
10	5,0	Ср. полоса	10	12	62	5
11	7,0	Юг	10	15	66	3
12	10,0	Север	9	15	54	10
13	6,0	Ср. полоса	8	8	55	5
14	10,0	Юг	7	10	60	6
15	7,5	Север	6	15	60	2
16	3,5	Ср. полоса	5	12	67	7
17	9,0	Юг	4	10	47	10
18	5,0	Север	3	8	50	10
19	14,0	Ср. полоса	2	10	66	7
20	7,5	Юг	1	10	61	12
21	9,0	Юг	5	12	60	5
22	2,0	Ср. полоса	7	8	60	7
23	1,5	Юг	9	12	57	4
24	0,2	Север	10	12	64	4
25	2,2	Ср. полоса	1	10	60	3
26	7,0	Север	3	10	68	13
27	22,0	Юг	8	10	65	2
28	13,0	Ср. полоса	2	12	59	2
29	3,3	Юг	6	8	56	3

Продолжение табл. 1

№ задания	Производительность фабрики, млн.т/год	Район расположения в России	Номер схемы рудоподготовки по рисунку 1-10	Крупность питания		Влажность руды, %
				мельниц, мм	отделения флотации β^{-71}, %	
30	8,5	Север	4	15	62	4
31	2,7	Ср. полоса	4	12	67	5
32	5,2	Север	6	10	56	6
33	1,8	Север	2	15	62	7
34	11,2	Ср. полоса	8	12	60	10
35	3,0	Юг	10	10	64	9
36	6,0	Ср. полоса	1	8	60	11
37	4,7	Юг	3	10	70	4
38	2,3	Ср. полоса	9	12	63	4
39	0,6	Север	5	15	59	7
40	4,7	Юг	7	8	62	9
41	2,3	Ср. полоса	5	12	60	9
42	0,6	Север	6	10	63	6
43	12,0	Юг	3	8	60	6
44	10,0	Ср. полоса	8	12	56	4
45	2,8	Север	10	12	67	4
46	3,9	Юг	2	10	60	4
47	22,0	Ср. полоса	1	10	60	4
48	9,0	Ср. полоса	4	8	63	3
49	1,5	Север	7	15	59	3
50	2,0	Юг	9	10	57	2
51	1,5	Север	7	8	65	4
52	2,0	Ср. полоса	8	8	60	5
53	2,5	Юг	6	8	68	3
54	3,0	Север	9	8	66	7
55	4,0	Ср. полоса	1	10	63	5
56	5,0	Юг	10	10	60	9
57	14,0	Север	5	10	65	6
58	2,5	Ср. полоса	2	10	58	11
59	13,0	Юг	3	12	65	7
60	4,5	Север	4	8	60	5
61	3,0	Ср. полоса	3	12	60	3
62	11,0	Юг	4	15	63	3
63	5,0	Север	5	15	61	5
64	6,0	Ср. полоса	6	12	58	6
65	7,0	Юг	10	12	55	6
66	8,0	Север	2	10	62	10

Окончание табл. 1

№ задания	Производительность фабрики, млн.т/год	Район расположения в России	Номер схемы рудоподготовки по рис. 1-10	Крупность питания		Влажность руды, %
				мельниц, мм	отделения флотации β^{-71}, %	
67	9,0	Ср. полоса	10	12	62	10
68	7,0	Юг	9	10	56	10
69	8,0	Север	7	10	60	7
70	12,0	Ср. полоса	8	12	63	13
71	10,0	Юг	10	12	60	15
72	8,0	Север	2	12	60	4
73	6,0	Ср. полоса	3	15	60	4
74	18,0	Юг	7	8	58	9
75	24,0	Север	8	10	64	3
76	1,2	Ср. полоса	9	10	60	3
77	2,0	Юг	10	15	63	12
78	25,0	Ср. полоса	4	10	66	2
79	4,5	Север	5	10	66	3
80	3,0	Юг	6	8	58	4
81	3,5	Север	4	12	61	2
82	4,6	Ср. полоса	8	8	61	3
83	2,2	Юг	3	8	64	3
84	2,5	Север	9	10	58	8
85	3,7	Ср. полоса	10	12	62	14
86	4,0	Юг	7	12	62	4
87	4,5	Север	2	15	56	2
88	5,5	Ср. полоса	5	15	60	6
89	5,8	Юг	6	12	60	6
90	6,5	Север	1	15	59	9
91	27,0	Ср. полоса	2	12	58	9
92	13,0	Юг	4	12	60	7
93	4,0	Север	6	12	47	4
94	11,0	Ср. полоса	8	8	53	4
95	10,0	Юг	10	10	55	11
96	1,0	Север	5	10	57	9
97	6,0	Ср. полоса	7	10	58	10
98	15,0	Юг	1	15	58	7
99	10,0	Север	3	15	62	6
100	8,0	Ср. полоса	9	12	66	5

Примечание. Средняя полоса (ср. полоса) территории России ограничена двумя линиями, первая из которых проводится условно через Кемь-Сыктывкар-Екатеринбург-Омск-Новосибирск-Черемхово-Благовещенск-Петропавловск-на-Камчатке, а вторая через Клайпеду-Вильнюс-Брянск-Орёл-Харьков-Волгоград-Гурьев-Аральск-Балхаш.

Таблица 2

Исходные данные. Качество руды

№ задания	Гранулометрический состав руды (номер по табл. 5)	Крепость руды по Протодьяконову f, ед.	Плотность ρ, т/м^3	Измельчаемость $k_{изм.}$, д. ед.	Максимальная крупность руды $D_{макс.}$, мм	Масс. доля в дроблёной руде класса β^{-71}, %
1	7	12-16	3,95	1,0	450	12
2	2	6-10	4,4	1,4	500	14
3	3	10-13	2,9	0,8	550	10
4	5	16-18	3,2	1,6	600	6
5	4	12-14	4,2	1,1	650	10
6	6	10-14	4,9	1,3	700	18
7	8	13-15	3,7	0,7	750	5
8	0	5-10	3,4	0,9	800	15
9	8	12-15	3,2	1,7	900	8
10	0	12-14	3,5	1,2	1000	9
11	2	10-14	3,8	1,6	1100	11
12	0	12-14	3,2	1,8	1200	6
13	8	8-11	2,85	1,3	600	12
14	8	16-20	3,65	1,0	900	5
15	4	8-12	4,0	1,6	700	15
16	3	10-12	4,6	1,2	500	10
17	5	14-16	5,5	1,0	600	3
18	6	16-18	4,1	0,7	700	2
19	8	6-9	3,0	0,9	800	10
20	9	12-15	3,0	1,9	1100	8
21	9	14-16	3,5	1,0	1200	9
22	2	10-12	4,8	1,2	700	5
23	2	16-18	3,7	1,3	1100	5
24	0	10-12	3,3	1,4	900	7
25	6	16-19	3,1	0,9	1200	3
26	4	8-10	4,2	1,1	800	15
27	7	6-10	3,0	1,4	700	13
28	2	18-20	3,8	1,2	600	14
29	5	11-14	3,5	1,0	1200	6
30	3	8-12	3,0	0,7	1100	4
31	1	7-9	3,4	1,1	1000	12
32	6	16-18	2,8	1,5	600	5
33	3	17-20	4,2	1,8	700	12
34	0	19-21	3,8	1,1	900	12
35	8	16-20	5,1	0,7	800	12

Продолжение табл. 2

№ задания	Гранулометрический состав руды (номер по табл. 5)	Крепость руды по Протодьяконову f, ед.	Плотность ρ, т/м^3	Измельчаемость $k_{изм.}$, д. ед.	Максимальная крупность руды $D_{макс.}$, мм	Масс. доля в дроблёной руде класса β^{-71}, %
36	1	8-10	2,8	1,8	600	15
37	4	6-9	3,1	2,1	700	11
38	0	6-12	4,7	1,9	1000	15
39	5	8-13	3,9	1,7	700	11
40	0	19-21	3,1	1,1	700	7
41	2	14-18	3,4	1,1	800	16
42	3	8-11	3,4	1,3	800	4
43	6	10-14	3,1	1,3	750	4
44	0	10-13	2,9	1,0	950	14
45	8	12-16	2,9	1,0	1200	7
46	1	12-15	3,0	1,2	1000	7
47	4	8-12	3,9	1,0	800	8
48	5	17-19	3,45	0,8	700	4
49	2	17-19	3,25	0,9	1000	12
50	8	18-21	3,05	1,2	700	13
51	2	12-14	3,6	1,2	500	15
52	8	16-20	3,4	1,0	500	12
53	1	8-10	4,7	1,6	550	20
54	0	8-14	2,9	1,1	600	14
55	6	10-12	3,0	0,8	600	7
56	0	17-20	3,0	0,6	700	4
57	4	12-15	3,0	0,6	450	13
58	6	14-18	3,2	0,8	500	5
59	7	10-15	3,2	1,0	700	8
60	2	7-10	3,4	1,1	500	10
61	3	17-20	3,6	0,9	800	4
62	5	12-14	3,6	1,2	900	13
63	9	10-14	3,8	1,6	700	17
64	4	13-16	3,8	1,6	1000	9
65	8	14-18	3,55	1,3	900	6
66	6	8-10	3,55	1,0	1000	10
67	2	7-9	3,3	1,8	1200	17
68	0	14-18	3,0	1,1	900	4
69	0	10-13	3,15	0,9	800	10
70	1	11-15	3,6	0,9	900	12
71	8	8-9	3,2	1,1	1000	21
72	6	9-10	3,8	1,5	1200	13

Окончание табл. 2

№ задания	Гранулометрический состав руды (номер по табл. 5)	Крепость руды по Протодьяконову f, ед.	Плотность ρ, т/м^3	Измельчаемость $k_{изм.}$, д. ед.	Максимальная крупность руды $D_{макс.}$, мм	Масс. доля в дроблёной руде класса β^{-71}, %
73	4	16-20	3,0	1,0	1200	5
74	2	16-20	3,4	0,9	1000	3
75	8	13-17	3,0	1,1	1100	8
76	2	10-14	3,7	1,3	700	10
77	0	12-14	4,5	1,0	850	10
78	8	8-10	4,2	1,0	650	16
79	7	16-19	4,0	0,8	800	15
80	8	11-12	3,8	1,2	900	9
81	2	7-10	3,5	1,0	400	16
82	0	10-12	3,0	1,0	500	15
83	9	10-14	2,9	1,0	550	4
84	2	15-19	3,3	0,8	600	8
85	8	15-19	3,5	0,9	650	7
86	0	10-12	4,2	0,8	700	6
87	4	13-15	4,0	0,7	750	2
88	5	16-18	3,85	1,0	800	10
89	3	8-10	3,25	1,6	900	12
90	6	18-20	3,4	1,1	1000	16
91	1	15-16	4,0	1,2	700	9
92	4	12-13	3,5	0,7	900	9
93	7	12-15	3,45	1,0	900	10
94	2	13-17	3,4	1,4	800	10
95	8	10-14	3,4	1,5	900	5
96	9	6-11	4,1	0,6	1000	11
97	0	6-9	3,4	1,7	900	12
98	6	18-20	4,7	1,6	1000	13
99	3	15-17	3,3	1,0	1100	4
100	8	11-13	3,0	1,2	700	6

Таблица 3

Исходные данные. Условия работы эталонной мельницы

№ задания	Типоразмер мельницы	Крупность питания $d_{эт.}$, мм	Массовая доля кл. –71мкм, % в		Производительность, Q, т/ч	Уд. производительность по кл. –71мкм, q^{-71}, т/(ч·м^3)
			питании, $\alpha_{эт.}$	сливе, $\beta_{эт.}$		
1	МШР 3200х3200	-18+0	4	59	-	2.05
2	МШР 3200х3200	-15+0	6	56	-	0,88
3	МШЦ 2700х3600	-10+0	10	50	43,2	-

Продолжение табл. 3

№ задания	Типоразмер мельницы	Крупность питания $d_{эт.}$, мм	Массовая доля кл. –71мкм, % в		Производительность, Q, т/ч	Уд. производительность по кл. –71мкм, q^{-71}, т/(ч·м^3)
			питании, $\alpha_{эт.}$	сливе, $\beta_{эт.}$		
4	МШЦ 2700х3600	-12+0	5	40	26,0	-
5	МШР 2100х3000	-20+0	15	42	32,4	-
6	МШЦ 2100х2200	-15+0	10	44	15,3	-
7	МШЦ 1500х3000	-18+0	7	47	-	1,45
8	МШЦ3200х4500	-10+0	14	48	-	1,55
9	МШЦ 3200х3100	-18+0	3	48	-	0,72
10	МШЦ 2100х2200	-25+0	7	52	-	0,94
11	МШЦ 2100х3000	-17+0	14	54	14,5	-
12	МШЦ 1200х2400	-30+0	14	54	7,2	-
13	МШР 2100х3000	-20+0	6	56	-	0,96
14	МШР 2100х2200	-30+0	12	62	-	0,84
15	МШР 2100х1500	-24+0	15	55	10,5	-
16	МШР 2100х1500	-12+0	6	46	13,2	-
17	МШР 2700х2100	-14+0	6	56	-	1,52
18	МШР 2700х2700	-40+0	12	57	-	1,14
19	МШР 270хх3600	-35+0	12	47	51,5	-
20	МШР 2700х2100	-20+0	15	53	25,6	-
21	МШЦ1500х3000	-10+0	15	48	-	1,18
22	МШЦ 2100х2200	-14+0	11	56	-	0,97
23	МШЦ 2100х3000	-30+0	6	60	10,2	-
24	МШЦ3200х3100	-30+0	7	40	-	0,77
25	МШЦ 3200х4500	-25+0	9	51	62,3	-
26	МШЦ 2700х3600	-20+0	5	42	-	0,88
27	МШЦ 2700х3600	-17+0	10	42	34	-
28	МШЦ 2100х3000	-15+0	4	52	30	-
29	МШЦ 1500х3000	-35+0	5	55	15	-
30	МШЦ 2100х2200	-40+0	2	40	3,0	-
31	МШЦ1200х2400	-25+0	3	48	3,2	-
32	МШЦ 900х1800	-18+0	2	52	1,2	-
33	МШЦ 1200х2400	-20+0	3	51	8,4	-
34	МШР 2100х2200	-34+0	9	56	29	-
35	МШР 2100х3000	-22+0	8	56	40	-
36	МШЦ 900х1800	-24+0	10	50	-	0,73
37	МШЦ 1200х2400	-12+0	12	62	-	0,66
38	МШЦ1500х3000	-11+0	11	55	5,8	-
39	МШЦ 2100х2200	-15+9	15	46	20,2	-
40	МШР 2100х2200	-32+0	3	45	-	1,05
41	МШЦ 900х1800	-20+0	8	42	-	1,02

Продолжение табл. 3

№ задания	Типоразмер мельницы	Крупность питания $d_{эт.}$, мм	Массовая доля кл. –71мкм, % в		Производительность, Q, т/ч	Уд. производительность по кл. –71мкм, q^{-71}, т/(ч·м^3)
			питании, $\alpha_{эт.}$	сливе, $\beta_{эт.}$		
42	МШР 1200х1200	-26+0	5	40	4,18	-
43	МШЦ 2700х3600	-18+0	8	42	52,0	-
44	МШР 2700х3600	-18+0	5	44	-	1,07
45	МШР 2700х2100	-16+0	8	46	-	1,31
46	МШЦ 1500х3000	-16+0	5	48	11,18	-
47	МШР 2700х2100	-14+0	8	50	23,36	-
48	МШЦ 1200х2400	-10+0	10	52	-	1,42
49	МШР 2700х2100	-10+0	10	54	-	1,24
50	МШЦ 2700х3600	-10+0	6	56	21,5	-
51	МШЦ 2700х3600	-28+0	4	40	-	1,2
52	МШР 2700х3600	-18+0	8	42	-	1,2
53	МШР 2700х3600	-20+0	4	44	-	1,8
54	МШЦ 2700х3600	-10+0	8	46	-	1,0
55	МШЦ 2700х3600	-22+0	4	48	-	1,0
56	МШР 2700х3600	-22+0	8	56	-	0,9
57	МШР 2700х3600	-12+0	10	52	-	0,8
58	МШЦ 2700х3600	-14+0	13	54	-	1,0
59	МШЦ 2700х3600	-12+0	13	56	-	1,1
60	МШР 2700х3600	-17+0	10	58	-	1,3
61	МШР 2700х3600	-40+0	5	60	-	1,5
62	МШЦ 2700х3600	-40+0	5	62	-	1,2
63	МШЦ 2700х3600	-35+0	5	64	-	1,1
64	МШР 2700х3600	-35+0	9	66	-	1,0
65	МШР 2700х3600	-25+0	8	64	-	1,0
66	МШЦ 2700х3600	-25+0	9	62	-	1,6
67	МШЦ 2700х3600	-20+0	8	60	-	1,6
68	МШР 2700х3600	-20+0	11	58	-	1,0
69	МШР 2700х3600	-17+0	7	56	-	1,2
70	МШЦ 2700х3600	-17+0	11	54	-	1,4
71	МШЦ 2700х3600	-28+0	7	52	-	1,0
72	МШР 2700х3600	-10+0	15	50	-	0,5
73	МШЦ 2700х3600	-8+0	15	45	-	0,9
74	МШЦ 2700х3600	-8+0	13	47	62,8	-
75	МШЦ 2700х3600	-6+0	12	51	93,4	-
76	МШР 2700х3600	-6+0	11	53	48,3	-
77	МШР 2700х3600	-8+0	13	49	55,5	-
78	МШЦ 2700х3600	-12+0	10	50	-	1,0
79	МШЦ 2700х3600	-18+0	10	45	-	1,4

Окончание табл. 3

№ задания	Типоразмер мельницы	Крупность питания $d_{эт.}$, мм	Массовая доля кл. –71мкм, % в		Производительность, Q, т/ч	Уд. производительность по кл. –71мкм, q^{-71}, т/(ч·м^3)
			питании, $\alpha_{эт.}$	сливе, $\beta_{эт.}$		
80	МШР 2700х3600	-28+0	4	40	-	1,2
81	МШР 2100х2200	-14+0	4	43	-	1,4
82	МШЦ 2100х2200	-20+0	7	46	51,3	-
83	МШЦ 2100х2200	-15+0	3	49	44,8	-
84	МШР 2100х2200	-20+0	9	52	-	1,0
85	МШЦ 2100х2200	-32+0	6	58	-	0,8
86	МШЦ 2100х2200	-12+0	4	55	88,0	-
87	МШЦ 2100х2200	-30+0	8	61	-	1,2
88	МШР 2100х2200	-40+0	10	58	-	0,7
89	МШР 2100х2200	-40+0	4	40	-	1,6
90	МШЦ 2100х2200	-36+0	6	44	-	0,8
91	МШЦ 2100х2200	-28+0	8	48	-	1,8
92	МШР 2100х2200	-20+0	10	52	45,6	-
93	МШР 2100х2200	-34+0	4	56	37,8	-
94	МШЦ 2100х2200	-26+0	6	60	-	1,2
95	МШЦ 2100х2200	-20+0	8	64	21,5	-
96	МШР 2100х2200	-15+0	10	40	18,6	-
97	МШР 2100х2200	-12+0	4	45	-	1,8
98	МШЦ 2100х2200	-20+0	6	50	45,0	-
99	МШЦ 2100х2200	-28+0	8	55	-	0,7
100	МШР 2100х2200	-30+0	10	60	34,2	-

Таблица 4

Классификация обогатительных фабрик по величине производительности

Категория фабрики по величине производительности	Производительность Q			Международная классификация	
	МЧМ $1\cdot10^6$ т/год	**МЦМ** (медная)		группа	Q , млн. т/год
		$1\cdot10^6$ т/год	т/сут.		
1-я категория (малая)	Менее 15	Менее 0,5	Менее1,5	D	Менее 0,3
				E	0,3 – 0,5
2-я категория (средняя)	15 – 30	0,5 – 3,0	1,5 – 9,0	C	0,5 – 1,0
				B	1,0 – 3,0
3-я категория (большая)	30 – 45	3,0 – 9,0	9,0 – 27	A	Более 3,0
4-я категория (весьма большая)	Свыше 45	Более 9,0	Более 27		

Таблица 5

Гранулометрический состав исходной руды, %

Класс, доли макс. крупности руды, $D_{макс}$	Номер характеристики крупности по заданию									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Выход класса									
-1,000+0,750	5	8	3	12	5	40	2	9	20	7
-0,750+0,500	10	20	3	15	18	10	5	6	5	15
-0,500+0,250	13	8	5	23	10	15	51	20	10	18
-0,250+0,125	17	29	9	20	45	16	34	35	3	30
-0,125+0,000	55	35	80	30	22	19	8	30	62	30

Таблица 6

Классификация руд по крепости

Категория руды	Коэффициент крепости по Протодъяконову М.М., f	
	МЦМ	**МЧМ**
Мягкая	Менее 10	Менее 12
Средняя	10 – 14	12 – 18
Твёрдая	14 – 18	18 – 22
Весьма твёрдая	Более 18	Более 22

Таблица 7

Крупность руды ($D_{макс}$, мм) и характер горных работ

Категория фабрики по величине производительности	Открытые горные работы	Подземный способ добычи
Малая	500 – 600	250 – 350
Средняя	700 – 1000	400 – 500
Большая	900 – 1200	600 – 700
Весьма большая	Более 1200	-

Таблица 8

Режим подачи руды на фабрику

Категория фабрики по производительности	Отрасль	Характер рабочей недели	Количество смен в сутки	Продолжительность смены, ч	Количество рабочих дней в год при расположении фабрики в районе России		
					северном	среднем	южном
Способ добычи – **ПОДЗЕМНЫЙ**							
	МЦМ		2	7	305		
	МЧМ		3	6			
Способ добычи руды – **ОТКРЫТЫЙ**							
Малая и средняя	МЦМ	5 дней в неделю	2 или 3	7	247	255	259

Окончание табл. 8

Категория фабрики по произв-ти	Отрасль	Характер рабочей недели	Количество смен в сутки	Продолжи-тельность смены, ч	Кол-во рабочих дней в год при расположении фабрики в районе России		
					северном	среднем	южном
Большая и весьма большая, а также ОФ Заполярья		7 дней в неделю	3	7	340	340	340
	МЧМ	7 дней в неделю	3	7	346		

Примечание: 1) цифры соответствуют руде средней крепости;

2) при подземном способе добычи крепость руды не учитывается;

3) средние районы России расположены между линиями Кемь-Сыктывкар –Екатеринбург-Омск-Новосибирск-Черемхово-Благовещенск-Петропавловск-на-Камчатке и Клайпеда- Вильнюс- Брянск- Орёл- Харьков- Волгоград- Гурьев- Аральск- Балхаш

Таблица 9

Расчётный фонд рабочего времени оборудования

Наименование подразделений фабрики	Машинное время				
	часов в год	дней в год	продолжи-тельность смены, ч	Кол-во смен в сутки	рабочая неделя (дней)
1. Отделение крупного дробления	По графику подачи руды (табл. 8)				
2. Отделение среднего и мелкого дробления 2.1 **Нет** складирования крупнодробленой руды	По режиму отделения крупного дробления				
2.2 Крупнодробленая руда складируется					
2.2.1	2135	305	7	1	5
2.2.2	4270	305	7	2	5
2.2.3	6406	305	7	3	6
2.2.4	7266	346	7	3	7
3. Оборудование по загрузке склада крупнодробленой руды	По режиму отделения крупного отделения				
4. Оборудование по разгрузке склада крупнодробленой руды	По режиму отделения среднего и мелкого дробления				
5. Оборудование по загрузке склада мелкодробленой руды	То же				
6. Отделение измельчения, включая оборудование по разгрузке склада мелкодроб. руды					
6.1. Измельчение традиционное и рудногалечное одна стадия	8235	343	8	3	7
две и более стадии	8060	336	8	3	7
6.2. Самоизмельчение					
МЦМ	Обосновывается проектом при любом количестве стадий измельчения				
МЧМ: одна стадия	7800-	325-341	8	3	7
две и более	8191	325-341	8	3	7

Примечание. Для отделения самоизмельчения МЧМ режим принимается с учётом крепости руды и срока службы футеровки

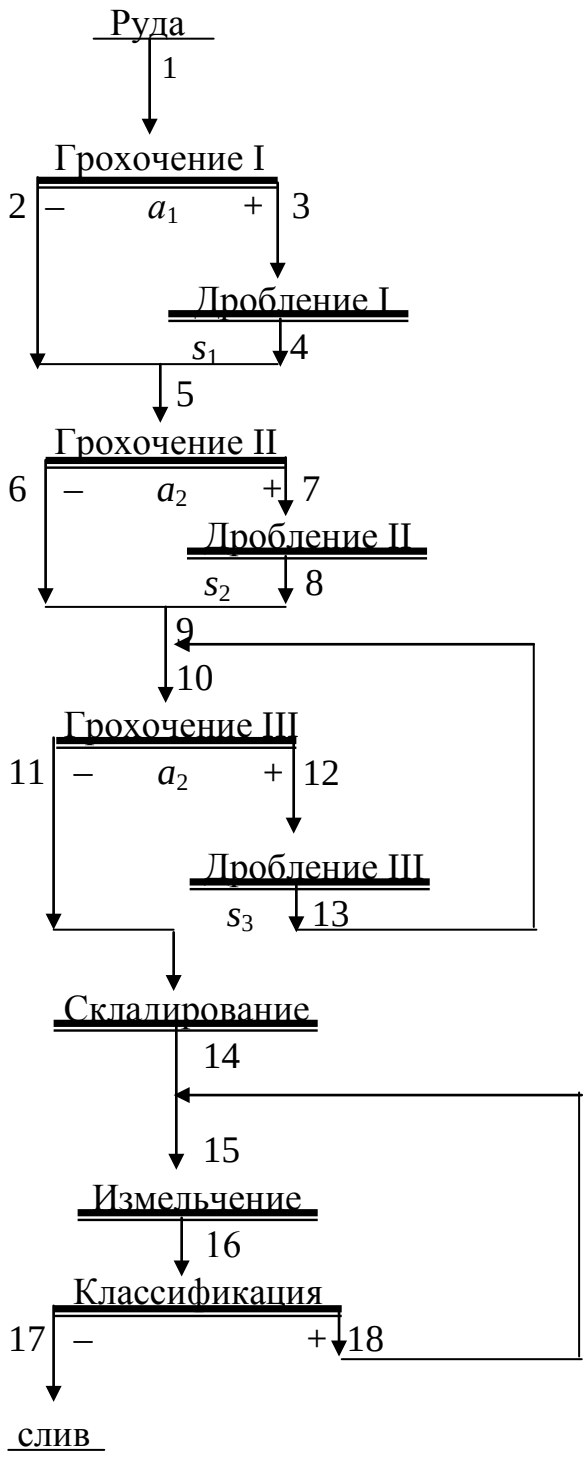


Рис. 1. – Схема рудоподготовки № 1:
1 – 18 – номера продуктов обогащения.

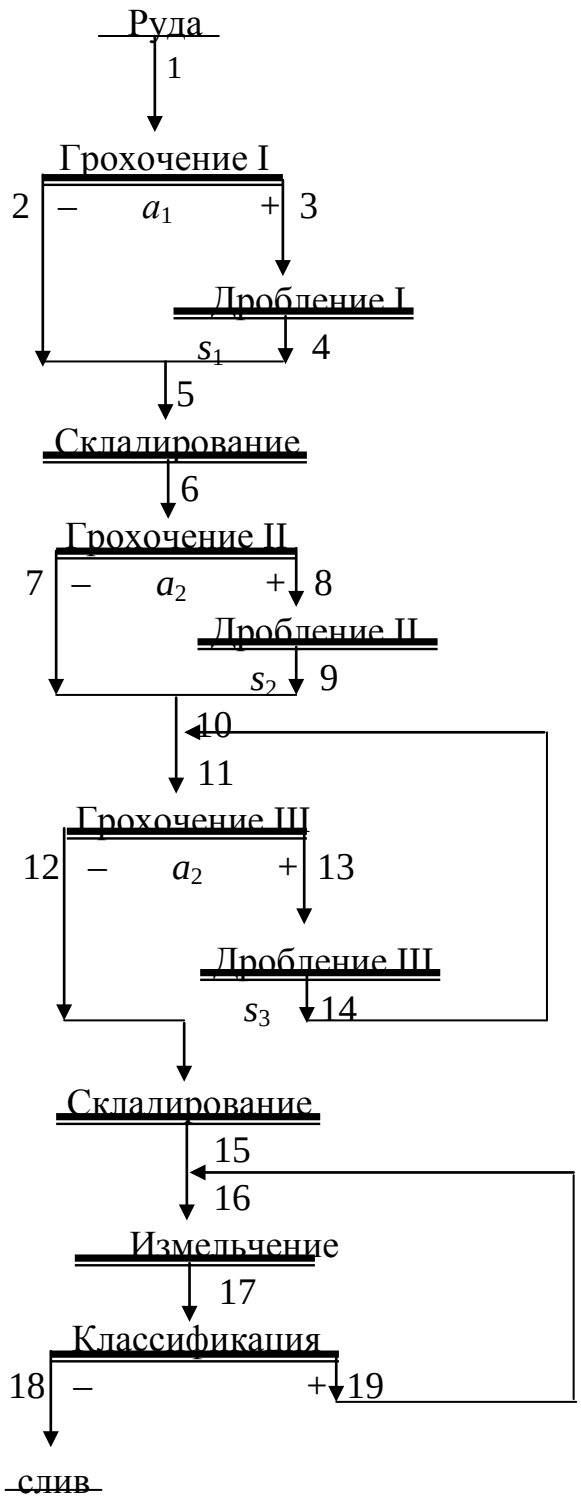


Рис. 2. – Схема рудоподготовки № 2:
1 – 19 – номера продуктов обогащения.

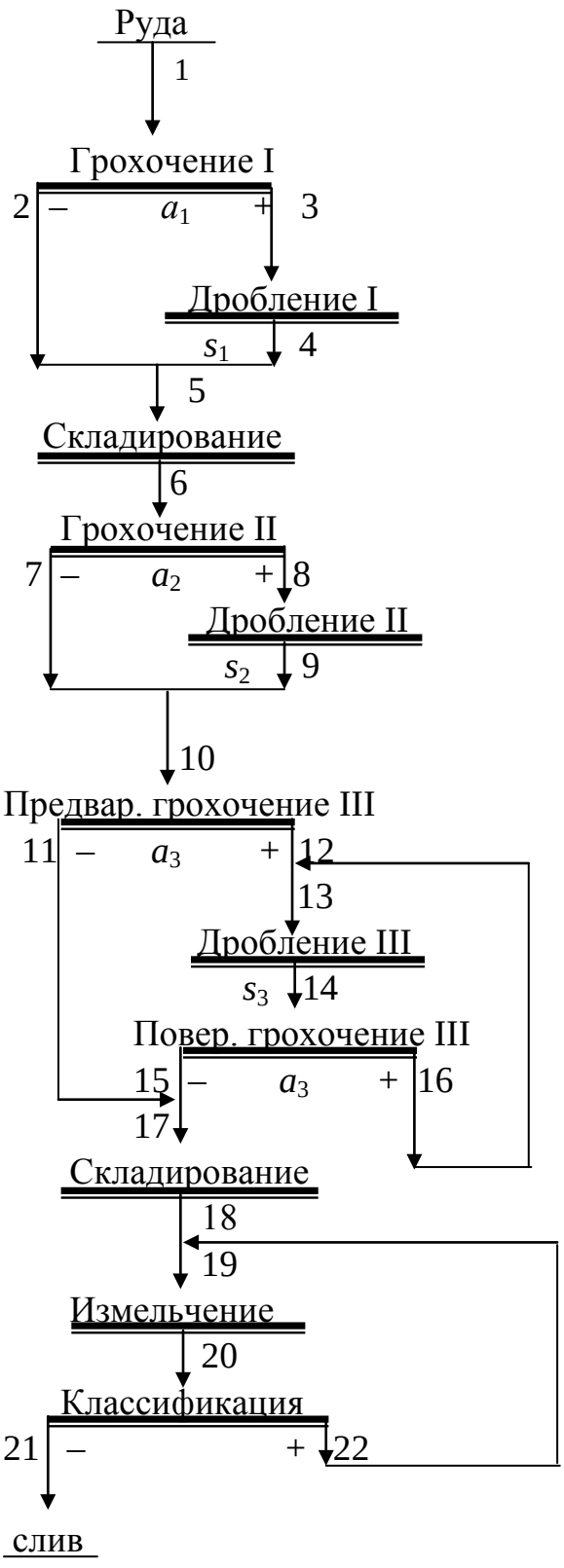


Рис. 3. – Схема рудоподготовки № 3:
1 – 22 – номера продуктов обогащения.

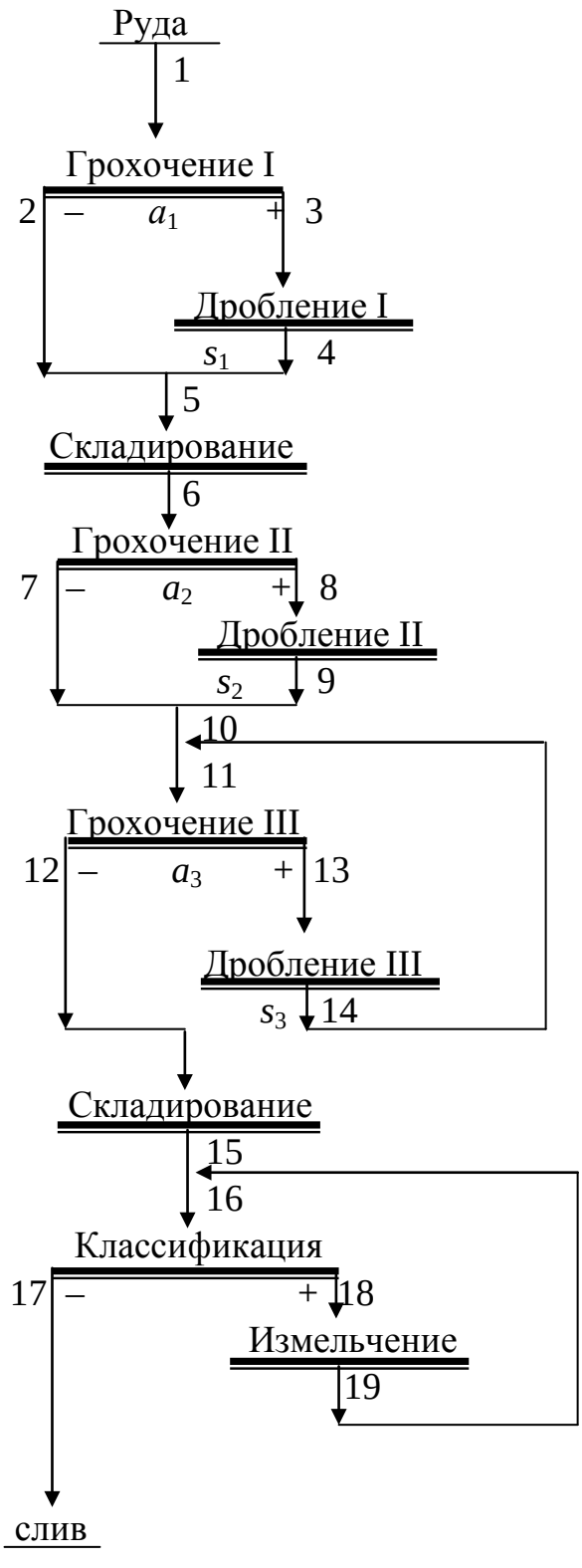


Рис. 4. – Схема рудоподготовки № 4:
1 – 19 – номера продуктов обогащения.

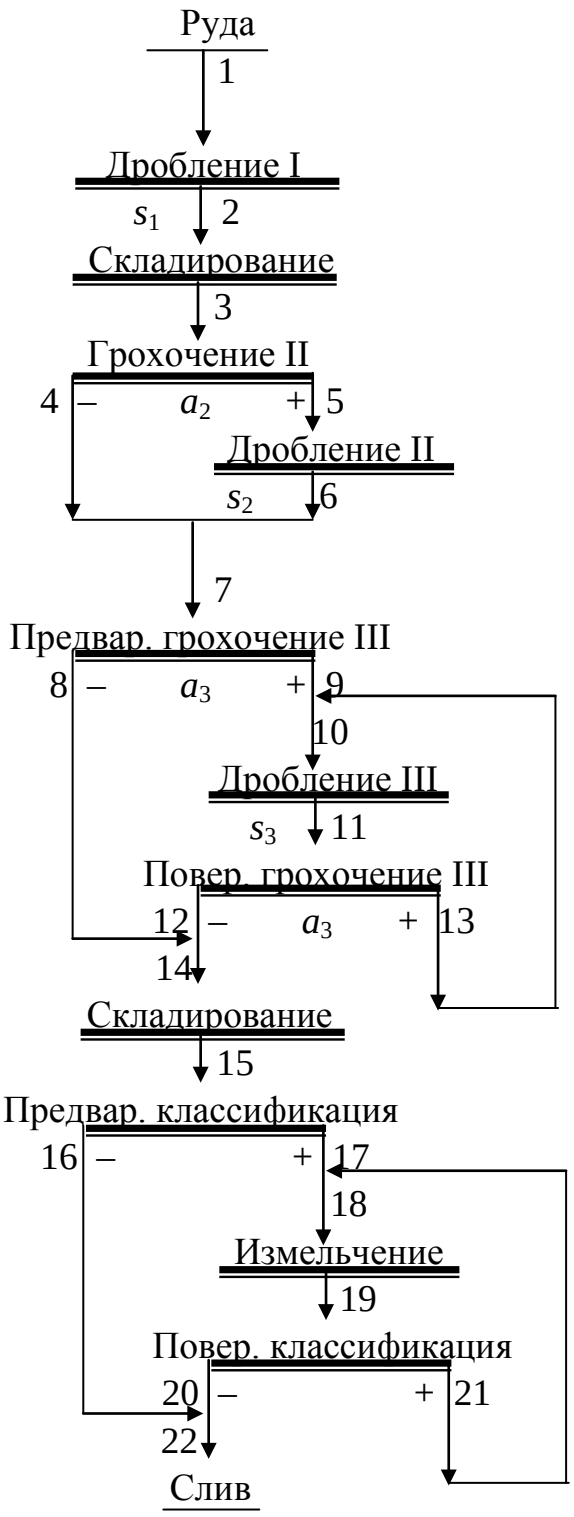


Рис. 5. – Схема рудоподготовки № 5:
1 – 22 – номера продуктов обогащения.

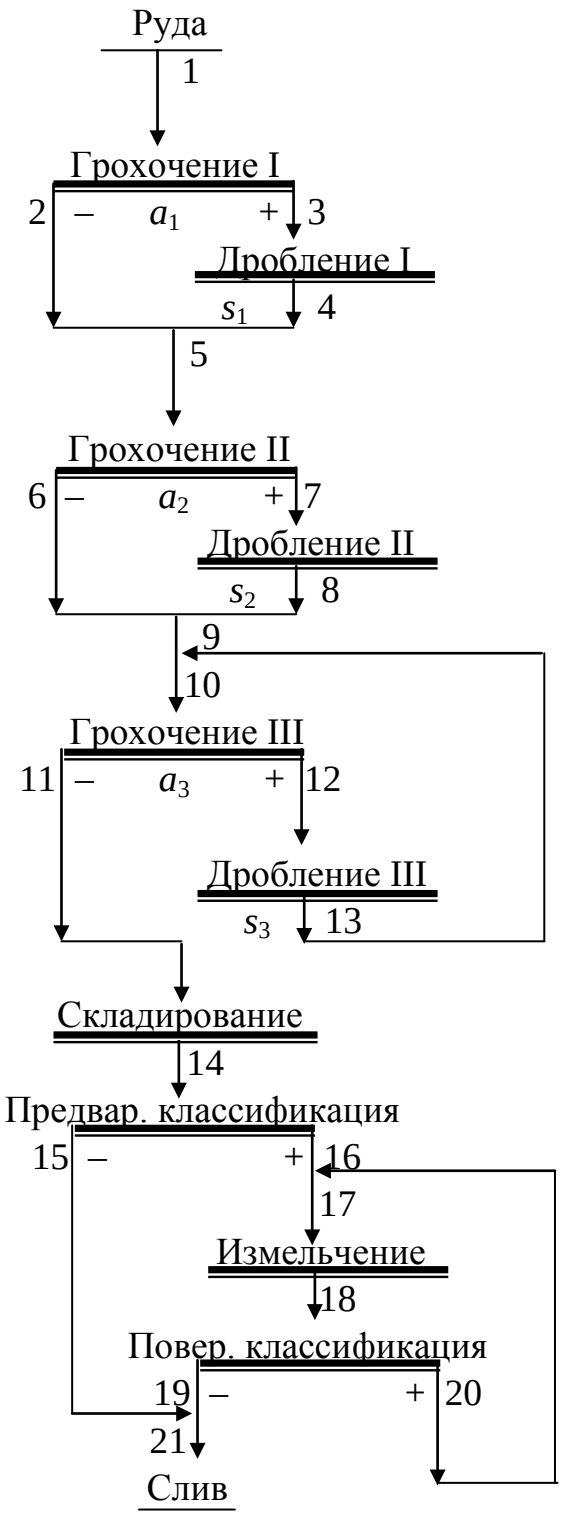


Рис. 6. – Схема рудоподготовки № 6:
1 – 21 – номера продуктов обогащения.

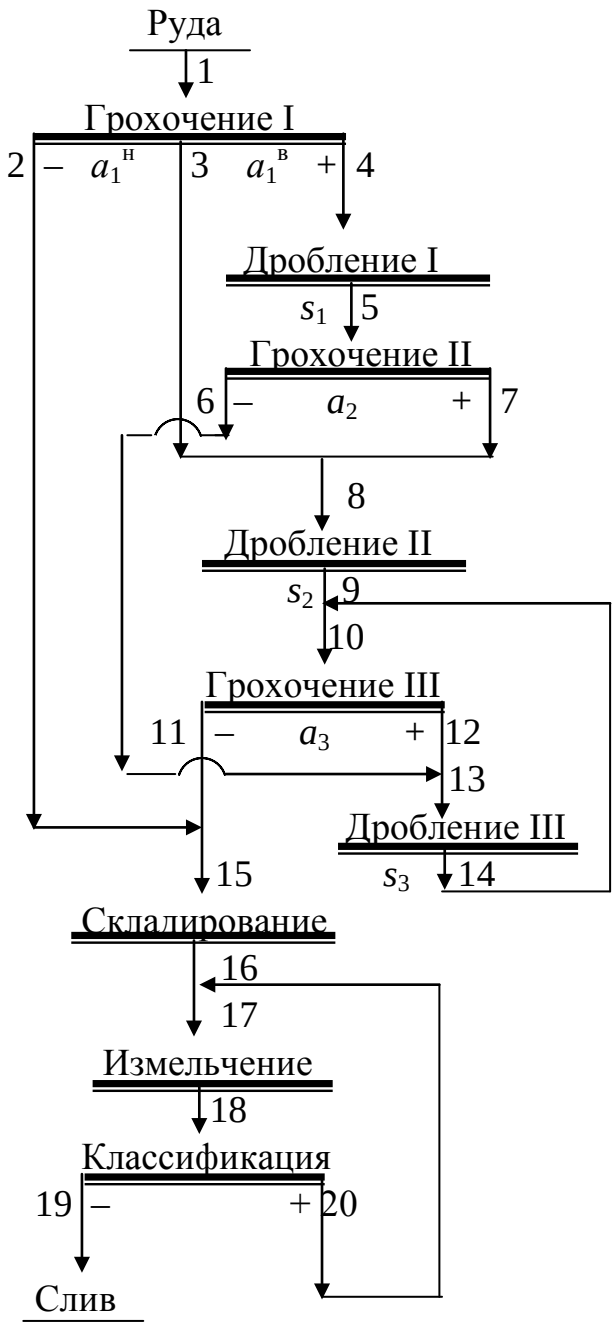


Рис. 7. – Схема рудоподготовки № 7:
1 – 20 – номера продуктов обогащения
$a_1^н$ – номер нижней сетки
$a_1^в$ – номер верхней сетки.

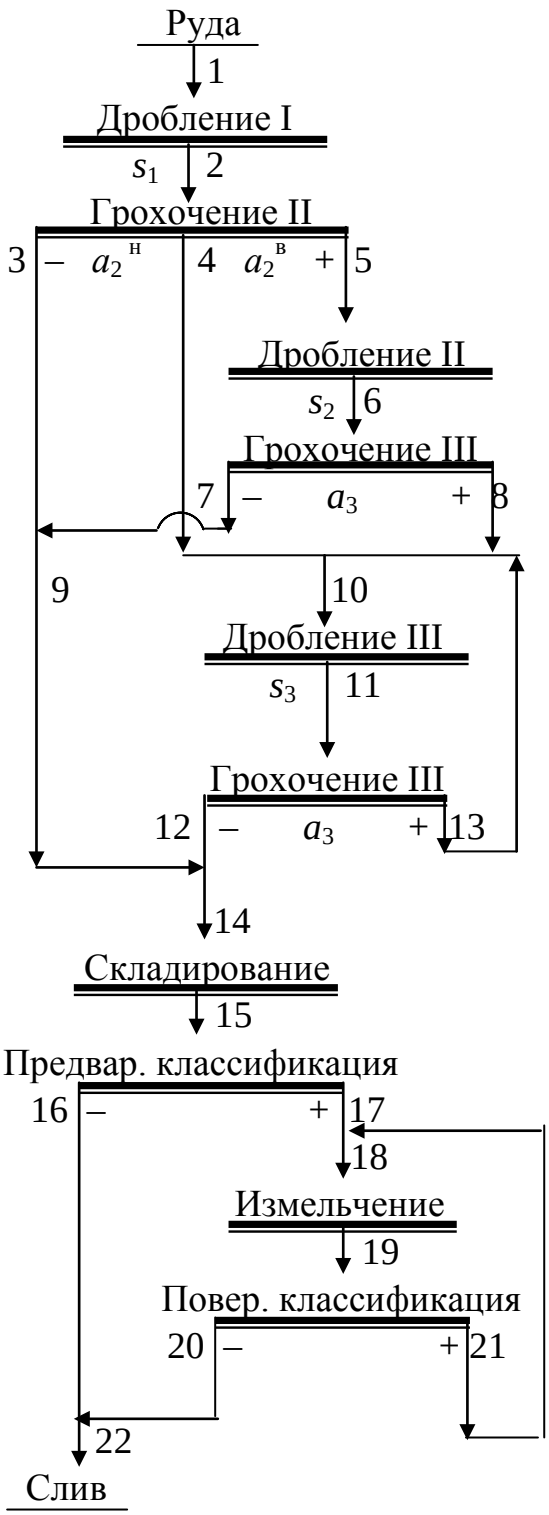


Рис. 8. – Схема рудоподготовки № 8:
1 – 22 – номера продуктов обогащения
$a_2^в$ – номер нижней сетки
$a_2^в$ – номер верхней сетки.

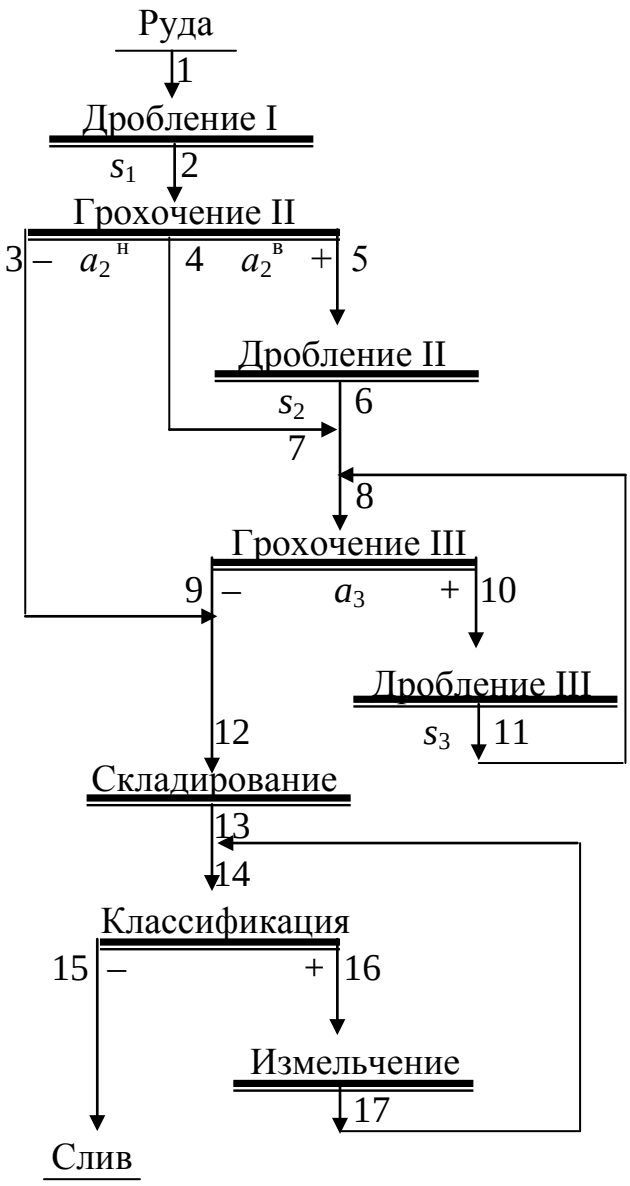


Рис. 9. – Схема рудоподготовки № 9:
1 – 17 – номера продуктов обогащения
$a_2^{в}$ – номер нижней сетки
$a_2^{в}$ – номер верхней сетки.

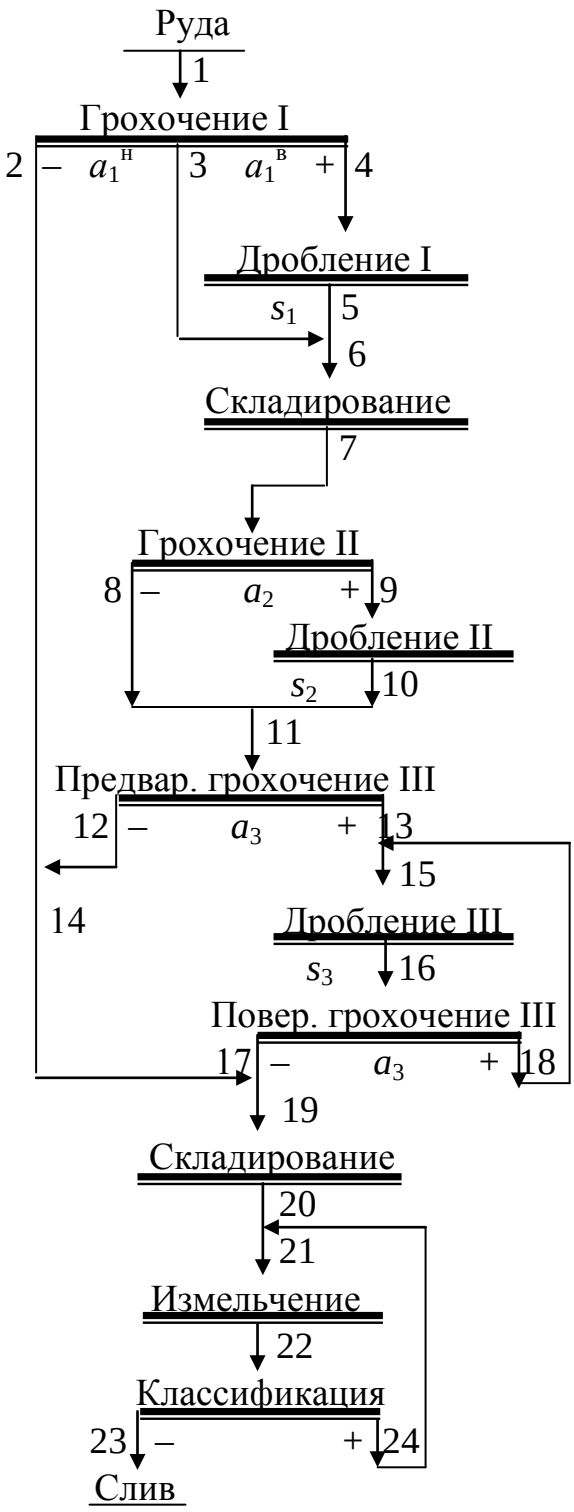


Рис. 10. – Схема рудоподготовки № 10:
1 – 24 – номера продуктов обогащения
$a_1^{н}$ – номер нижней сетки
$a_1^{в}$ – номер верхней сетки.

5. ЦЕЛЬ И СОСТАВ РУДОПОДГОТОВКИ

В первую очередь надо провести анализ всех данных задания и сформулировать цель рудоподготовки: для чего и для каких процессов обогащения подготавливается руда.

Затем необходимо охарактеризовать фабрику по величине производительности (табл. 4), привести обобщённую характеристику руды по всем основным свойствам – влажности, крепости, гранулометрическому составу и пр. (табл. 1-3, 5, 6). Для характеристики гранулометрического состава руды следует составить таблицу с колонкой или со строкой «суммарный выход по плюсу» и привести график с кривой суммарного выхода по плюсу ($\gamma_{\sum+}$). Для оценки влияния влажности на подвижность материала в зоне дробления рекомендуется провести аналогию с влиянием влажности на эффективность грохочения и воспользоваться графиками рис. 1.68 /15/, /12/.

Раздел завершается описанием схемы рудоподготовки, для этого в ПЗ приводится качественно-количественная схема и в тексте указываются особенности технологии: количество стадий, количество и особенности циклов, наличие операций складирования и т. п.

6. РАСЧЁТ СХЕМЫ ДРОБЛЕНИЯ

6.1. Режим работы и производительность отделения крупного дробления

Если в задании не указывается режим подачи руды с рудника, то его следует принять самостоятельно с помощью табл. 7, 8. Сначала надо решить вопрос о предполагаемом характере горных работ: обычно максимальная крупность кусков при подземной добыче не превышает 300 ÷ 350 мм, редко составляя 400 мм. В то же время по нормативам технологического проектирования горных работ (табл. 7, 8) она может составлять и 600 мм. При малой часовой производительности (расчёт выполняется в дальнейшем и проявляется малой величиной коэффициента загрузки дробилок) нормами проектирования рекомендуется уменьшить до одной количество в сутки смен с подачей руды. Таким образом, Ваше первоначальное решение о графике подачи руды в дальнейшем будет пересмотрено с корректировкой последующих расчётов.

Суточная и часовая производительности отделения приёма руды и крупного дробления (только для углеобогатительных фабрик проектируются раздельными узлы приёма исходного сырья и крупного дробления) рассчитываются (т/сут.; т/ч) по формулам:

$$Q_{\text{сут.кр.др.}} = Q_{\text{ф.год}} / (n_{\text{сут.}} \cdot k'), \quad (1)$$

$$Q_{\text{.ч кр.др..}} = k_{\text{н}} \cdot Q_{\text{ф.год}} / (n_{\text{сут.}} \cdot n_{\text{см.}} \cdot t_{\text{см}} \cdot k'), \quad (2)$$

где $Q_{\text{ф.год}}$ – годовая производительность фабрики, т/год; $k_{\text{н}}$ – коэффициент учёта неравномерности подачи руды с рудника и неравномерности свойств руды, которые влияют на производительность оборудования, д. ед. (для руд $k_{\text{н}}$=1,0÷1,1); $n_{\text{сут.}}$ – количество дней в году работы оборудования под полной на грузкой; $n_{\text{см.}}$ – количество смен в сутки; $t_{\text{см}}$ – продолжительность смены для работы оборудования, ч; k' – коэффициент учёта крепости руды (руда мягкая - k'=1,05 - 1,08; средней крепости – k' = 1,00; твёрдая - k' = 0,95; весьма твёрдая - k'= 0,90).

Примечание. *Если в нормах технологического проектирования задаётся годовой фонд рабочего времени в часах* $\Phi = (n_{\text{сут.}} \cdot n_{\text{см.}} \cdot t_{\text{см.}})$, *то надо воспользоваться формулой*

$$Q_{\text{ч кр.др .}} = k_{\text{н}} \cdot Q_{\text{ф.год}} / (\Phi \cdot k'), \quad (3)$$

где Φ – *годовой фонд рабочего времени оборудования, ч.*

6.2. Режим работы и производительность отделения среднего и мелкого дробления

По условиям эксплуатации оборудование для среднего и мелкого дробления (КСМД) размещают в одном здании. Режим работы оборудования в этом отделении определяется наличием операции складирования крупнодроблёной руды.

6.2.1. Складирование крупнодроблёной руды не предусматривается

При отсутствии складирования крупнодроблёной руды режим работы КСМД совпадает с режимом работы отделения крупного дробления.

6.2.2. Складирование крупнодроблёной руды предусмотрено

Режим работы КСМД при складировании всей крупнодроблёной руды приведён в табл. 9. В дальнейшем после расчёта дробилок Ваше решение о режиме работы может быть пересмотрено (точнее – должно быть пересмотрено) из-за малой величины коэффициента загрузки. Разумеется, такая корректировка потребует изменений в расчётах как схемы, так и оборудования.

Производительность оборудования отделения КСМД определяется по формуле (3).

6.2.3. Предусмотрено складирование крупнодроблёной руды за исключением мелочи

Рассматриваемый случай представлен на рис. 11.

Порядок расчёта[1] следующий:

1) рассчитываются выхода продуктов - γ_2 и γ_3 ;

принимается нормативный режим работы оборудования (табл. 9). Рекомендуется указывать годовой фонд времени – Ф, ч/год и обязательно режим - $n_{см.}$, $t_{см.}$;

2) рассчитывается часовая производительность по отделению средне-мелкого дробления по формуле

$$Q_{.ч\ ср.-м.др.\ .} = k_н \cdot Q_{ф.год} \cdot \gamma_{крд} / (\Phi_{ср.-м.} \cdot k'), \qquad (4)$$

где $\gamma_{крд} = \gamma_3$; $\Phi_{ср.-м.}$ – фонд рабочего времени оборудования в отделении средне-мелкого дробления.

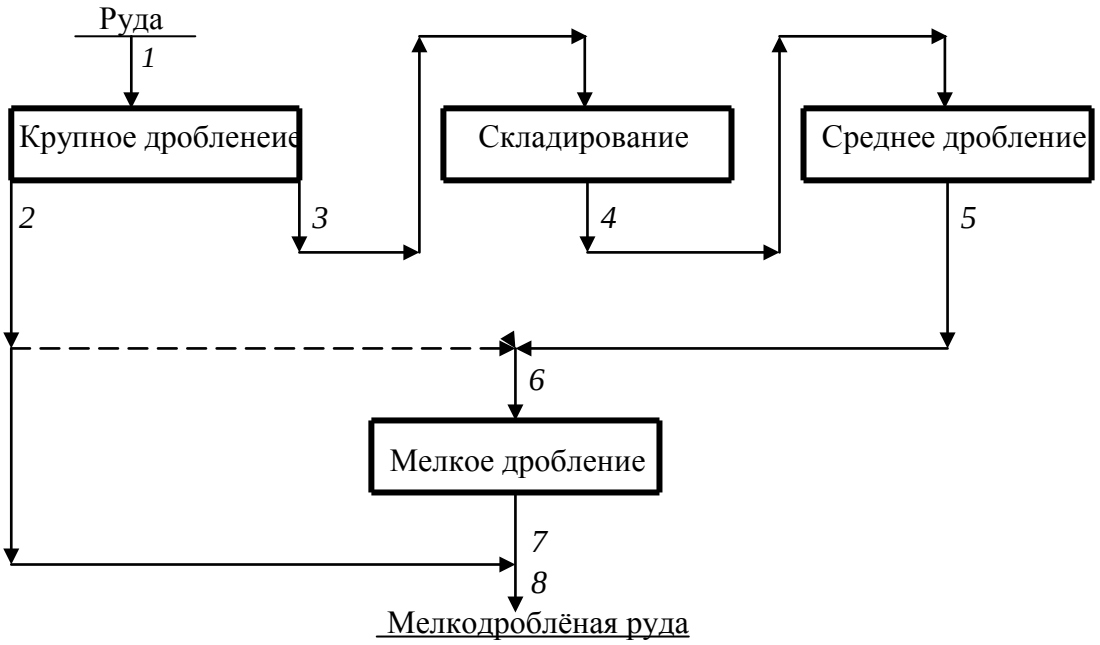


Рис. 11. – Принципиальная схема рудоподготовки с выделением готового продукта в цикле крупного дробления: 1-8 - номера продуктов.

3) рассчитываются выхода продуктов – γ_2 и γ_3 ;

принимается нормативный режим работы оборудования (табл. 9). Рекомендуется указывать годовой фонд времени – Ф, ч/год и обязательно режим – $n_{см.}$, $t_{см.}$;

[1] - порядок расчёта не совпадает с порядком записи в ПЗ

4) рассчитывается часовая производительность по отделению средне-мелкого дробления по формуле

$$Q_{.\text{ч ср.-м.др.}} = k_{\text{н}} \cdot Q_{\text{ф.год}} \cdot \gamma_{\text{крд}} / (\Phi_{\text{ср.-м.}} \cdot k'), \qquad (5)$$

где $\gamma_{\text{крд}} = \gamma_{\text{З}}$; $\Phi_{\text{ср.-м.}}$ – фонд рабочего времени оборудования в отделении средне-мелкого дробления.

6.3. Выбор степеней дробления по стадиям

Общая степень дробления находится по формуле

$$I_{\text{общ}} = D/d \qquad (6)$$

Определяется средняя (среднегеометрическая) степень дробления по стадиям:

$$I_{\text{ср.геом.}} = I^{1/n}, \qquad (7)$$

где n – количество стадий дробления.

При выборе значений степеней дробления задаются значением степени дробления для первой стадии, а для второй и третьей стадий их принимают обычно равными. Используется выражение

$$I_{\text{общ}} = \Pi \cdot I_j \qquad (8)$$

По данным практики и литературы технические особенности современных дробилок обеспечивают следующие степени дробления:

- для крупного дробления - щековые дробилки ЩДП – до 5;
  конусные дробилки ККД и КРД – до 5;
- для среднего дробления - щековые дробилки ЩДС – до 6 - 7;
  конусные дробилки КСД – до 6;
- для мелкого дробления - конусные дробилки КМД – до 8;
  щековые дробилки ЩДС – до 8 -10;
  конусные дробилки КИД – до 10;
  валковые дробилки - до 3 – 4;
  дробилки ударного действия – до 10 – 15.

Считается, что степени дробления составляют в среднем при крупном дроблении 3÷4, при среднем и мелком - 4÷5 /12/.

Так как литературные данные по практическому дроблению руд недостаточны, то в **данном** курсовом проекте приходится рассматривать лишь возможности дробилок ЩДП, ККД (КРД), КСД и КМД.

Рекомендации: 1) принимая тип дробилки для крупного дробления, следует учитывать, что при производительностях до 500 (800) т/ч рациональнее использовать щековые; 2) принимая степень дробления для крупного дробления, желательно «забежать вперёд», а именно – определить (п. 7.4 и 7.6) крупность куска в разгрузке дробилки и величину разгрузочной щели дробилки. Ориентировочно крупность руды после крупного дробления составляет 200 – 250 мм. Затем начать заполнение таблицы для выбора типоразмеров дробилок (табл. 14). Последовательно сравнивая (построчно) требования с техническими данными выбрать, как минимум, два-три типоразмера дробилки. Если не удаётся выбрать дробилку по величине разгрузочной щели, то надо изменить степень дробления i_{I}. Когда в каталогах не указывается диапазон изменения величины разгрузочной щели, тогда его принимают равным ±15 % от номинального значения.

6.4. Определение крупности продуктов по стадиям дробления

Максимальная крупность продуктов (мм) по стадиям дробления обычно совпадает с максимальной крупностью продукта в разгрузке дробилки при открытом цикле дробления и определяется по формуле

$$d_j = D_j / I_j \ , \qquad (9)$$

где D_j – максимальная крупность питания j- ой стадии; I_j – степень дробления в j –ой стадии дробления.

Максимальная крупность продукта в разгрузке дробилок мелкого дробления (цикл дробления замкнутый) не совпадает с максимальной крупностью руды после стадии мелкого дробления и рассчитывается после принятия решений по п. 6.6 по формуле

$$d'_{\text{разгр.III}} = s_{\text{III}} \cdot z_{\text{макс.III}} \ , \qquad (10)$$

где s_{III} – принятая разгрузочная щель (мм) дробилки мелкого дробления (принята в п. 6.6); $z_{\text{макс.III}}$ – максимальная относительная крупность продукта в разгрузке дробилки третьей стадии (принимается по типовым характеристикам, приведённым в табл. 10).

Завершая расчёты по данному пункту, следует указать условные максимальные (так называемые «номинальные») крупности (для p = 0,80), используя соответствующие графики.

6.5. Определение ширины загрузочных отверстий дробилок по стадиям

Для удовлетворительной работы дробилок необходимо обеспечить захват кусков /2, 12/. Известно, что величина угла захвата зависит от свойств материала и, в первую очередь, от влажности, далее от гранулометрического состава и т.д. Например, чем более выпуклая кривая гранулометрического состава, тем больше должно быть загрузочное отверстие; чем больше влажность продукта, тем меньше сила трения, и тем больше должна быть разница в размерах отверстия и кусков. В случае руды с низким значением коэффициента трения, надо увеличивать величину отверстия и даже принимать футеровку с уменьшенным углом захвата. Последнее - следует обязательно указать при расчётах дробилок. Используется соотношение, мм:

$$B_j = (1{,}1 \div 1{,}2) \cdot D_j \qquad (11)$$

После расчётов надо проверить, выдерживается ли практическая рекомендация по соотношению величин разгрузочной щели дробилки предыдущей стадии дробления и загрузочной щели дробилки в последующей стадии:

$$B_j \geq (1{,}5 \div 2) \cdot s_{j-1} \qquad (12)$$

6.6. Определение ширины разгрузочных щелей дробилок

Производится выбор типа дробилок по стадиям дробления. Для крупного дробления рекомендуется применять щековые дробилки при производительности фабрики не более 550 ÷ 650 т/ч, в противном случае – конусные. Определение ширины разгрузочных щелей (мм) дробилок производится в данном курсовом проекте с использованием максимальной относительной крупности $\boldsymbol{Z_{макс}}$ по формуле

$$s_j = d_j / (z_{макс.})_j, \qquad (13)$$

где d_j – крупность материала в разгрузке дробилки j-ой стадии; $(z_{макс.})_j$ – значения относительной максимальной крупности приведены в табл.10.

Расчёты щелей производятся с округлением до миллиметра и найденные значения щелей надо сверить с техническими данными дробилок. При этом следует не забывать, что у дробилок с механическим регулированием изменение щели возможно только на определённую величину (шаг). И если расчётное значение не совпадает с каталожным, то надо пересмотреть степени дробления

и принять их таким образом, чтобы обеспечить совпадение расчётного и каталожного значений.

Для конусных дробилок КМД ширина разгрузочной щели принимается с учётом физических свойств руды как только возможно меньшей. Расчётное значение щели находится также по формуле (12). Практически устанавливаемая на дробилках разгрузочная щель составляет от 6 до 10 мм. Обычно расчётное значение всегда меньше принимаемого в проекте. Рекомендации по принятию соответствующего решения: чем больше прочность руды, тем меньше щель; чем больше влажность, тем больше щель; если при обогащении играет роль форма зёрен, то следует учесть и это обстоятельство.

Таблица 10

Типовой гранулометрический состав продуктов дробления (суммарный выход по плюсу, %)

Относительная крупность **Z**, д. ед.	Дробление											
	крупное						среднее			мелкое		
	дробилка											
	щековая (ЩДП)			конусные								
	м	**с**	**т**	**м**	**с**	**т**	**м**	**с**	**т**	**м**	**с**	**т**
0,2	80	87	93	80	84	87	80	85	95	82	91	99
0,4	60	74	81	60	68	73	60	72	85	65	80	94
0,6	42	57	67	44	53	60	40	58	73	51	70	88
0,8	29	40	51	23	35	45	29	47	62	38	58	77
1,0	17	27	36	13	23	33	17	35	52	28	45	65
1,2	10	17	25	5	13	20	9	26	43	18	35	51
1,4	4	9	15	-	6	12	4	18	35	12	26	40
1,6	1	5	8	-	2	5	-	12	28	6	18	30
1,8	-	<1	4	-	-	3	-	7	14	3	9	23
2,0	-	-	-	-	-	<1	-	2	9	1	6	18
2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	4	13
2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	2	9
2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	<1	6
2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
3,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
3,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
$Z_{макс.}$	1,65	1,85	2,00	1,4	1,8	2,1	1,6	2,2	3,0	2,1	3,0	3,8

Примечание. «**М**» **–** руда мягкая; «**с**» - руда средней крепости; «**т**» - руда твёрдая

6.7. Определение размеров отверстий просеивающей поверхности для грохочения, типа поверхности

В соответствии с характером материала (крупность, гранулометрический состав, влажность и т. д.), целями операции грохочения принимается тип просеивающей поверхности (колосниковая, прутковая, листовая, сетка и др.) и материал, из которого она выполнена, а также форма отверстий. Затем проектирующий принимает согласно рекомендациям размеры отверстий (мм):

для стадии крупного дробления – $d_{\text{I}} \geq a_{\text{I}} \geq s_1$ (14)

для стадии среднего дробления – $a_{\text{I I}} = (1{,}5 \div 1{,}) \cdot s_{\text{II}}$ (15)

для стадии мелкого дробления – $a_{\text{III}} = d_{\text{III}}$ (по заданию).

При этом, если ожидается, что дробилка будет загружена надрешётным продуктом нормально (коэффициент загрузки дробилки для крупного дробления около 0,75 ÷ 0,85, для среднего и мелкого дробления – 0,85 ÷ 0,95), то величина отверстия просеивающей поверхности принимается близкой и даже равной размеру максимального куска в разгрузке дробилки. Если же предвидится небольшая загрузка дробилки, то величина отверстия приравнивается ширине разгрузочной щели дробилки.

Примечание. *Рекомендуется обратить внимание на размер отверстия просеивающей поверхности, приводимый в таблице для расчёта грохотов.*

6.8. Выбор типа грохотов, эффективности грохочения

Тип грохота определяется крупностью поступающего на грохочение материала и его свойствами. Рекомендации по выбору типа приведены в литературе /2, с.65-66/; /14, с.220/; /15, с.30/.

Для назначения исполнения виброгрохотов необходимо знать насыпную плотность (кг/м^3). На её величину влияет крупность и в среднем принимается соотношение

$$\rho_{\text{н}} = (0{,}5 \div 0{,}7)\ \rho, \qquad (16)$$

где $\rho_{\text{н}}$ – насыпная плотность продукта.

Исполнение лёгкое (**Л**) - $\rho_{\text{н}} < 1000$, среднее (**С**) - $1000 < \rho_{\text{н}} < 1600$, тяжёлое (**Т**) - $\rho_{\text{н}} > 1600$ г/м^3. Эффективность грохочения принимать для колосниковых грохотов в диапазоне 55 ÷ 75 % (обязательно смотреть табл. 18), для вибрационных - 85 ÷ 95 %. При этом нужно иметь в виду, что меньшие значения соответствуют большей нагрузке, большей влажности и большему содержанию мелочи в продукте.

6.9. Расчёт качественно-количественной схемы

Перед расчётом должна быть составлена расчётная таблица. Основная её форма соответствует табл. 11, допустимая – табл. 12, причём последняя может требовать большую ширину формата страницы.

Расчёт заключается в построении гранулометрических характеристик продуктов дробления, питания операций грохочения и дробилок (последних – при необходимости). Последовательность расчётов следующая:

- вначале строятся графики гранулометрического состава разгрузки дробилок с использованием типовых характеристик (табл. 10);
- затем производится расчёт количественной схемы стадии. Для этого ниже приводятся варианты наиболее распространённых операций и циклов с соответствующими каждому случаю комментариями и расчётными формулами;
- в заключение строится, если это необходимо, график гранулометрического состава руды после рассчитанной стадии дробления. Рекомендации по построению графиков гранулометрического состава приведены в Приложении А;
- напоминаем в очередной раз, что получаемые при расчётах значения необходимо с целью контроля сразу же заносить в расчётную таблицу и располагать на рисунке схемы.

Таблица 11

Расчёт качественно-количественной схемы рудоподготовки

Поступает			Выходит		
Наименование продукта	Выход, γ, %	Производительность, т/ч	Наименование продукта	Выход, γ, %	Производительность, т/ч
1. Грохочение, I ст. др					
Исходная руда	100,00	……	Класс……,мм	……..	……
			Класс……,мм	……	……..
Итого	100,00	….	Итого	100,00	……..
		2. Дробление I ст. др			
Класс ….., мм	……	……	Разгрузка дробилки I ст. др	……	……
Итого	……	……	Итого	…..	….
3. Складирование					
Класс …, мм	….	…..	Крупнодр. руда	……	……
Итого	100,00	…..	Итого	100,00	….
… …	…. ….	…. ….	….. …..	….. …..	…… …..
n. Классификация I ст. изм.					
Разгрузка мельницы	…..	…..	Слив	…..	…..
			Пески	……	…..
Итого	….	…..	Итого	…..	…..

Примечания:1. 1-*n* - *номера операций рудоподготовки*.

2. *Наименование операции «складирование» не указывает тип оборудования или устройства и поэтому не может быть названо «бункерование».*

Таблица 12

Допустимая форма расчётной таблицы

Наименование операции	Поступает			Выходит		
	Наименование продукта	Выход, %	Производительность, т/ч	Наименование продукта	Выход, %	Производительность, т/ч
….	….	….	…..	……	…..	….
3. Дробление I ст. др	Класс …, мм	…..	….	Разгрузка дробилки I ст. др	….	…
	Итого	….	…..	Итого	….	….
…..	…..	….	…..	…..	…..	….

Примечание. *В приводимых ниже расчётных формулах для расчётов выходов от исходного на фабрику выход исходной руды* $\gamma_{исх.}$ *и производительность по руде* $Q_{исх.}$ *соответственно* 100,00 % *и* $Q_ф$.

Операция **«объединение»**

Расчётные формулы:

$-\gamma_\Sigma = \sum\gamma_i$; (17)

$-\gamma_\Sigma \cdot \beta_\Sigma = \sum\gamma_i \cdot \beta_i$; (19)

$-Q_\Sigma = \sum Q_i$. (18)

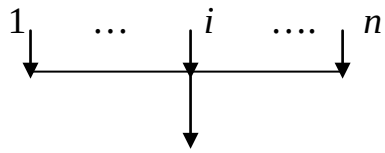


Рис. 11.

Операция «обработка» (дробление, измельчение)

Расчётные формулы:

- $\gamma_{исх.} = \gamma_{кон.}$; (20)
- качество конечного продукта определяется технологическим режимом операции;
- $Q_{исх.} = Q_{кон.}$ (21)

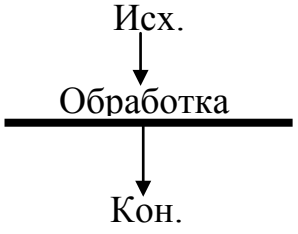


Рис. 12.

Операция «складирование»

Расчётные формулы:

- $\gamma_{исх.} = \gamma_{кон.}$; (22)

- изменением качества продукта при складировании в общем случае пренебрегают

- $Q_{исх.} = Q_{кон.}$ (23)

Выражение (23) справедливо для производительности в т/год, а при выражении её в т/ч оно не соблюдается из-за разного режима работы оборудования до и после складирования (в общем случае).

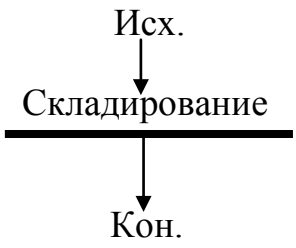


Рис. 13.

Операция «разделение»

Операции разделения (грохочение, классификация, деление продукта на параллельные потоки) могут осуществляться в виде следующих вариантов:

а) обособленная операция (рис. 14);

б) открытый цикл с раздельной обработкой одного из продуктов или каждого (рис. 15) и выдачей объединённого продукта:

в) замкнутый цикл с поверочным разделением (рис. 16);

г) замкнутый цикл с совмещённым разделением предварительным и поверочным (рис. 17);

д) замкнутый цикл с операциями разделения предварительной и поверочной (рис. 18);

е) особые циклы (рис. 19, 20, 21).

При расчётах замкнутых циклов дробления найденные значения циркулирующей нагрузки надо сравнить с экономически допустимыми: 60÷80 % для руд средней крепости и 110 ÷ 120 % для руд весьма крепких. Если расчётные значения будут превышать допустимые, то надо пересмотреть распределение степеней дробления по стадиям.

Вариант а

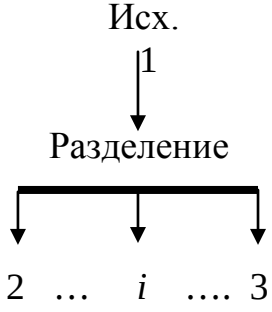


Рис. 14.

Расчётные формулы:

- $\gamma_{исх.} = \sum\gamma_i$; (24)
- для двухпродуктового разделения
- $\gamma_1 = \gamma_2 + \gamma_3$; (25)
- если известно качество (содержание расчётного класса) продуктов (исходного 1, концентрата 2 и хвостов 3),
- то $\gamma_2 = \gamma_1 \cdot (\beta_1 - \beta_3)/(\beta_2 - \beta_3)$; (26)
- если операцией разделения является грохочение с эффективностью грохочения E по классу «-a», то
- $\gamma_2 = \gamma_{исх.} \cdot \beta^{-a}_{исх.} \cdot E^{-a}$; (27)

и далее

$$Q_2 = Q_1 \cdot \gamma_2; \quad (28)$$

$$Q_1 = Q_2 + Q_3; \quad (29)$$

- содержание расчётного класса находится по графику гранулометрического состава соответствующего продукта;
- если в качестве обособленной операции разделения предполагается применение рудоразборки или сортировки, то значения выходов продуктов принимаются по данным исследований или практики, или же используются значения извлечения компонентов.

Вариант б

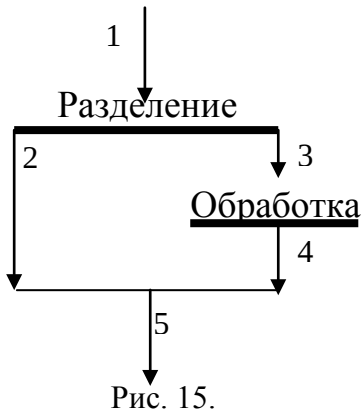


Рис. 15.

1-питание цикла (исх.); 2-часть конечного продукта цикла; 3-питание операции обработки цикла; 4- конечный продукт операции обработки; 5- конечный продукт цикла

Расчётные формулы:

- $\gamma_5 = \gamma_1$; (30)
- $\gamma_2 = \gamma_1 \cdot (\beta_1 - \beta_3)/(\beta_2 - \beta_3)$; (31)

или

- $\gamma_2 = \gamma_1 \beta_1^{-a} \cdot E^{-a}$; (32)
- $\gamma_1 = \gamma_2 + \gamma_3$; (33)
- $\gamma_3 = \gamma_4$; (34)
- проверка:

$\gamma_2 + \gamma_4 = \gamma_5$; (35)

- $Q_2 = Q_{исх.} \cdot \gamma_2$; (36)
- $Q_3 = Q_4 = Q_{исх.} \cdot \gamma_3$; (37)
- $Q_5 = Q_1$; (38)
- дальнейшие расчёты по циклу включают определение гранулометрического состава продукта 5.

Вариант в

Расчётные формулы:

- $\gamma_4 = \gamma_1$; (39)
- $\gamma_2 = \gamma_3$; (40)
- $\gamma_2 = \gamma_1 + \gamma_5$; (41)
- $\gamma_3 = \gamma_4 + \gamma_5$; (42)
- $\gamma_4 = \gamma_3 \cdot \beta_3^{-a} \cdot E^{-a}$; (43)

или

- $\gamma_4 = \gamma_3 \cdot (\beta_3 - \beta_5)/(\beta_4 - \beta_5)$; (44)
- $\beta_2 = (\gamma_1 \cdot \beta_1 + \gamma_5 \cdot \beta_5) / \gamma_2$; (45)
- циркулирующая нагрузка

$C = 100\gamma_5 / \gamma_4$; (46)

- $Q_4 = Q_1$; (47)
- $Q_2 = Q_3 = Q_1 \cdot \gamma_2$; (48)
- $Q_5 = Q_1 \cdot \gamma_5$; (49)
- дальнейшие расчёты по циклу включают определение гранулометрического состава продуктов 3 и 2.

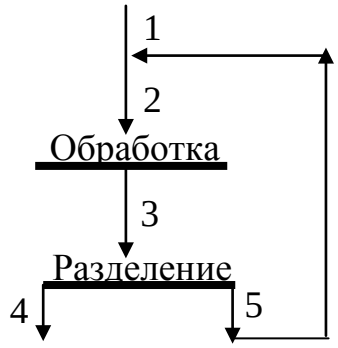


Рис. 16

1- питание цикла; 2-питание операции «обработка»;
3- продукт обработки (питание операции «разделение»);
4- конечный продукт цикла;
5- циркулирующий продукт цикла

Вариант г

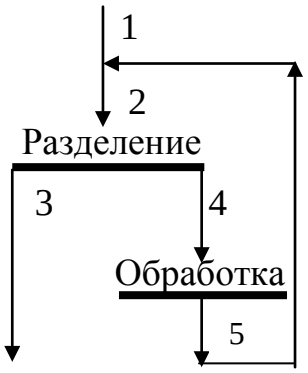


Рис. 17.
1- питание цикла (исх.);
2- питание операции «разделение»; 3- конечный продукт цикла; 4- питание операции «обработка»; 5– циркулирующий продукт.

Расчётные формулы:

- $\gamma_3 = \gamma_1$; (50)

- $\gamma_5 = \gamma_1 \cdot (\frac{\beta_3^{-a}}{E \cdot \beta_5^{-a}} - \frac{\beta_1^{-a}}{\beta_5^{-a}})$; (51)

- необходимо сравнить результат, который получается по формуле (52), с вычислением по Разумову /13/

- $\gamma_5 = \gamma_1 \cdot (1/E + \beta_1^{+a} / \beta_5^{-a} - 1)$; (52)

Окончательно принять результат по формуле

- $\gamma_4 = \gamma_5$; (53)
- $\gamma_2 = \gamma_1 + \gamma_5$; (54)
- $C = 100 \cdot \gamma_5 / \gamma_3$; (55)
- $Q_3 = Q_1$; (56)
- $Q_5 = Q_4 = Q_1 \cdot \gamma_5 = Q_1 \cdot \gamma_4$; (57)
- $Q_2 = Q_1 \cdot \gamma_2$. (58)

- расчёты по циклу заканчиваются определением гранулометрического состава питания операции разделения (продукт 2).

Вариант д

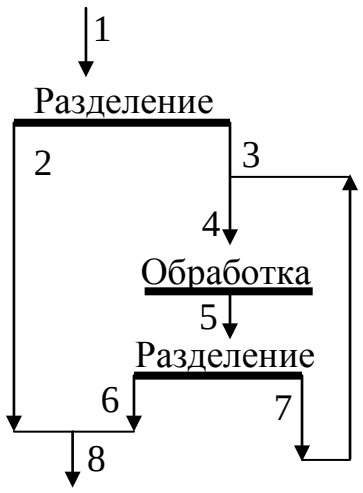


Рис. 18.
1-питание цикла (исх.);
2-часть конечного продукта;
3-питание цикла «обработка»;
4- питание операции «обработка»;
5- конечный продукт операции «обработка»; 6 - конечный продукт цикла «обработка»; 7- циркулирующий продукт цикла «обработка»; 8-конечный продукт цикла.

Расчётные формулы:

- $\gamma_8 = \gamma_1$; (59)
- $\gamma_6 = \gamma_3$; (60)
- $\gamma_5 = \gamma_4$; (61)
- $\gamma_2 = \gamma_1 \cdot (\beta_1 - \beta_3) / (\beta_2 - \beta_3)$; (62)

или

- $\gamma_2 = \gamma_1 \cdot \beta_1^{-a} E^{-a}_{\text{разд.1}}$; (63)
- $\gamma_3 = \gamma_1 - \gamma_2$; (64)
- $\gamma_6 = \gamma_1 - \gamma_2$; (65)
- $\gamma_5 = \gamma_6 (\beta_6 - \beta_7) / (\beta_5 - \beta_7)$; (66)

или

- $\gamma_5 = \gamma_6 / (\beta_5^{-a} \cdot E^{-a}_{\text{разд.2}})$; (67)
- $C = 100 \cdot \gamma_7 / \gamma_6$; (68)
- $Q_2 = Q_1 \cdot \gamma_2$; (69)
- $Q_3 = Q_1 - Q_2$; (70)
- $Q_6 = Q_3$; (71)
- $Q_4 = Q_1 \cdot \gamma_4$; (72)
- $Q_5 = Q_4$; (73)
- $Q_7 = Q_5 - Q_6$; (74)

- расчёт цикла заканчивается определением гранулометрического состава питания операции «обработка».

Вариант е

Цикл получения двух конечных продуктов при разделении исходного на три продукта. Наиболее крупный класс обрабатывается и затем объединяется с одним из продуктов разделения. Реальны три исполнения, разница между которыми заключена в количестве задействованных аппаратов при одной и той же производительности и прочих равных условиях.

Исполнение 1

Расчётные формулы:

$-\gamma_2=\gamma_1\cdot\beta_1^{-a_1}\cdot E^{-a_1}$; (75)

$-\gamma_4=\gamma_1\cdot(1-\beta_1^{-a_2}\ E^{-a_2})$; (76)

Примечание. В курсовом проекте принять $E^{-a2}=E^{-a1}$; - расчётные классы «$-a_1+0$» и «$-a_2+0$»мм ;

$-\gamma_6=\gamma_1-\gamma_2$; (77)

$-\gamma_3=\gamma_1-\gamma_2-\gamma_4$; (78)

$-\gamma_5=\gamma_4$; (79)

$-Q_2=Q_1\cdot\gamma_2$; (80)

$-Q_3=Q_1\cdot\gamma_3$; (81)

$-Q_4=Q_1-Q_2-Q_3$. (82)

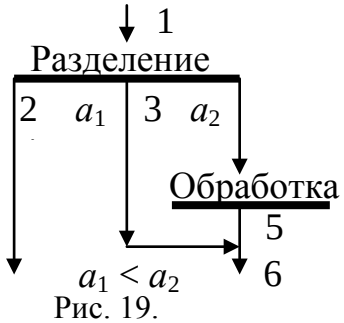


Рис. 19.

1- питание цикла (исх.); 2- первый конечный продукт цикла; 3- промежуточный продукт цикла; 4- питание операции «обработка»; 5- продукт операции «обработка»; 6- второй конечный продукт.

Исполнение 2

Расчётные формулы:

$-\gamma_6=\gamma_3$; (83)

$-\gamma_3=\gamma_1\cdot(1-\beta_1^{-a_2}E_1^{-a2})$; (84)

$-\gamma_2=\gamma_1-\gamma_3$; (85)

$-\gamma_4=\gamma_2\cdot\beta_2^{-a1}E_2^{-a1}$; (86)

или

$\gamma_4=\gamma_1\cdot\beta_1^{-a1}E_1^{-a1}E_2^{-a1}$; (87)

Примечание. В курсовом проекте принять равенство $E_1^{-a2}=E_2^{-a1}$ и E_1^{-a1}=100%;

$-\gamma_5=\gamma_2-\gamma_4$; (88)

$-\gamma_7=\gamma_1-\gamma_4$; (89)

- проверка: $\gamma_7=\gamma_1-\gamma_4$; (90)

$-Q_2=Q_1\cdot\gamma_2$; (91

$-Q_3=Q_1-Q_2$; (92)

$-Q_4=Q_1\cdot\gamma_4$; (93)

$-Q_5=Q_2-Q_4$; (94)

$-Q_7=Q_1-Q_4$. (95)

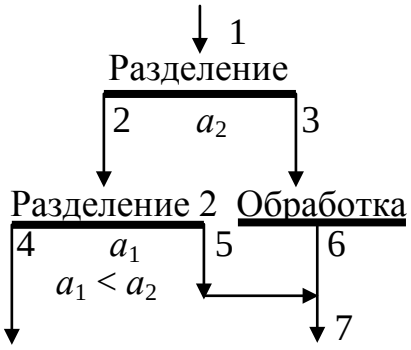


Рис. 20.

1-питание цикла (исх.); 2-промпродукт; 3- питание операции «обработка»; 4-первый конечный продукт цикла; 5- второй продукт операции «разделение»; 6- продукт операции «разделение»; 7- второй конечный продукт.

Исполнение 3

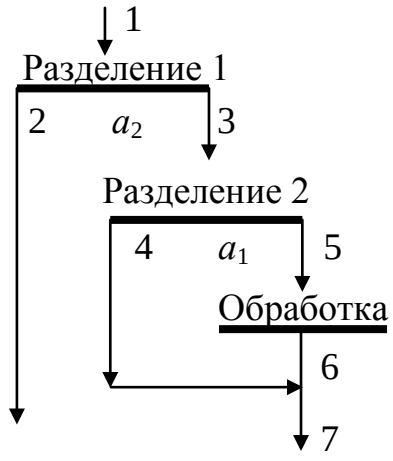


Рис. 21.
1- питание цикла; 2- первый конечный продукт цикла; 3- промпродукт; 4- конечный продукт операции «разделение 2»; 5- питание операции «разделение 2»; 6- продукт операции « обработка»; 7- второй конечный продукт цикла.

Расчётные формулы:

- $\gamma_2 = \gamma_1 \cdot \beta_1^{-a2} E^{-a2}$; (96)
- $\gamma_3 = \gamma_1 - \gamma_2$; (97)
- $\gamma_4 = \gamma_3 \cdot \beta_3^{-a1} E^{-a1}$; (98)

или

$\gamma_4 = \gamma_1 \cdot \beta_1^{-a1} E_1^{-a1} E_2^{-a1}$; (99)

Примечание. В курсовом проекте принять равенство $E_1^{-a1} = E_2^{-a1}$

- $\gamma_5 = \gamma_3 - \gamma_4$; (100)
- $\gamma_6 = \gamma_5$; (101)
- $\gamma_7 = \gamma_1 - \gamma_2$; (102)

проверка

- $\gamma_7 = \gamma_4 + \gamma_6$; (103)
- $Q_2 = Q_1 \cdot \gamma_2$; (104)
- $Q_7 = Q_3 = Q_1 - Q_2$; (105)
- $Q_4 = Q_1 \cdot \gamma_4$; (106)
- $Q_6 = Q_5 = Q_3 - Q_4$; (107)
- проверка
- $Q_2 + Q_7 = Q_1$. (108)

7. ВЫБОР И РАСЧЁТ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ДРОБЛЕНИЯ

При выборе основного технологического оборудования в первую очередь надо учитывать физические свойства руды. Расчёт количества оборудования производится в общем порядке:

а) определение производительности, или площади или объёма оборудования ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ПРИНЯТОГО типа с учётом проектных условий работы его;

б) определение количества единиц оборудования с учётом его технологической характеристики и коэффициента неравномерности питания $k_{\text{н.пит.}}$ (табл. 13);

в) окончательное решение о количестве оборудования определённого типоразмера с учётом режима работы цеха (отделения) и условий проведения ремонтных работ, а также с учётом компоновочных решений.

Примечание. При определении количества оборудования допускается перегрузка не более 5 % отн.

Таблица 13

Значения коэффициента неравномерности питания $k_{н.пит.}$

$k_{н.пит.}$	Условия работы оборудования	Объекты
0,98	Непосредственная загрузка из бункера с автоматическим регулированием загрузки	Дробилки всех стадий
		Мельницы шаровые, стержневые, рудногалечные, самоизмельчения
		Грохота
		Флотомашины
0,95	Загрузка в «завал»	Всё оборудование
	Загрузка питателем из безъёмкостной воронки	
	Каскадное размещение дробилок	
	Непосредственная загрузка надрешётным продуктом	
	Отсутствие складирования крупнодроблёной руды	Всё оборудование
	Доизмельчение промпродукта при отсутствии буферной емкости (сгустителя)	

7.1. Выбор и расчёт дробилок

Рекомендации по выбору типа дробилок в зависимости от характера руды и других факторов приведены в литературе /12, 14, 15, 16/. Сведения по выбору типа дробилок уже использовались при расчётах схемы дробления; в этом разделе пояснительной записки курсового проекта надо на основании расчётов схемы дробления составить табличную форму исходных данных для выбора дробилок в виде табл. 14.

Согласно практике обогащения наиболее распространены дробилки для крупного дробления – щековые (ЩДП, ЩДС), конусные (ККД, КРД), для среднего и мелкого дробления – короткоконусные, щековые (ЩД), ударного действия и валковые.

При выборе типа дробилки желательно для каждой стадии дробления иметь два-три конкурирующих типоразмера. С помощью данных табл. 14, последовательно (построчно) перебирая данные, надо сравнивать требуемые значения с паспортными (каталожными, справочными) и выбирать наиболее подходящие типоразмеры; в Приложениях В, Г, Д, Е, Ж пособия приводятся некоторые характеристики оборудования.

Таблица 14

Исходные данные для выбора и расчёта дробилок

Наименование параметра	Стадия дробления		
	I	II	III
1. Размер требуемого загрузочного отверстия, мм	B_1	B_2	B_3
2. Размер максимального куска в питании, мм	D_{I}	D_{II}	D_{III}
3. Размер разгрузочной щели, мм	S_{I}	S_{II}	S_{III}
4. Производительность дробилки по питанию, т/ч	Q_{I}	Q_{II}	Q_{III}

После выбора типоразмеров производится расчёт:

а) определяется производительность дробилки для работы в проектных условиях;

б) определяется необходимое количество дробилок;

в) оформляется расчёт дробилок в виде расчётной таблицы типа табл. 15;

г) производится технико-экономическое сравнение дробилок по конкурирующим вариантам;

д) с учётом компоновочных решений делается заключение.

Таблица 15

Расчёт дробилок

Стадия дробления	Q_j, т/ч	Типоразмер дробилки	$\rho_{\text{н}}$, т/м^3	k_f	k_p	$k_{\text{вс}}$	k_ρ	$k_ц$	$Q_{\text{кат}}$	$Q_{\text{др}}$	$k_{\text{н.пит}}$	$(n_j)_{\text{расч.}}$	$n_{\text{прин}}$
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

Существует несколько методик для расчёта дробилок /2, 5, 12, 15, 16/, наиболее часто применяемая приводится ниже.

Производительность дробилки (т/ч) в проектных условиях рассчитывается по формулам (105) и (106) в зависимости от размерности производительности, приведённой в каталоге (справочнике):

а) $Q_{\text{кат.}}$ – м^3/ч,

$$Q_{\text{др.}} = Q_{\text{кат. прив.}} \cdot \rho_н \cdot k_f \cdot k_{\text{кр}} \cdot k_{\text{вл}} \cdot k_{\text{ц}}; \qquad (109)$$

б) $Q_{\text{кат.}}$ – т/ч,

$$Q_{\text{др.}} = Q_{\text{кат. прив.}} \cdot k_\rho \cdot k_f \cdot k_{\text{кр}} \cdot k_{\text{вл}} \cdot k_{\text{ц}}; \qquad (110)$$

где $Q_{\text{кат. прив.}}$ – приведённая каталожная производительность; $\rho_{\text{н}}$ – насыпная плотность руды (рассчитана в п.7.8), т/м^3; k_ρ – поправочный коэффициент на плотность руды; $k_f \cdot k_{\text{кр}} \cdot k_{\text{вл}}$ – учёт поправочными коэффициентами крепости руды, крупности питания дробилки и влажности руды; $k_{\text{ц}}$ – коэффициент учёта характера цикла дробления.

В литературе указывается производительность дробилок двояко. В *первом* случае она приводится для номинального значения разгрузочной щели. Если значения номинальной и проектной щелей не совпадают, то необходимо рассчитывать приведённую каталожную производительность по формуле /13/:

$$Q_{\text{кат. прив.}} = Q_{\text{ном.}} \cdot s_{\text{проект.}} / s_{\text{ном.}}. \qquad (111)$$

Если же щели одинаковые, то

$$Q_{\text{кат. прив.}} = Q_{\text{ном.}}. \qquad (112)$$

Во *втором* случае указывается диапазон изменения величины разгрузочной щели (в мм или в процентах) и соответствующий ему диапазон значений производительности, а приведённая каталожная производительность рассчитывается по интерполяционным формулам[1]

$$Q_{\text{кат. прив.}} = Q_{\text{мин.}} + (Q_{\text{макс.}} - Q_{\text{мин}}) \cdot (s_{\text{проект.}} - s_{\text{мин.}}) / (s_{\text{макс.}} - s_{\text{мин.}}); \qquad (113)$$

или

$$Q_{\text{кат. прив.}} = Q_{\text{макс.}} - (Q_{\text{макс.}} - Q_{\text{мин.}}) \cdot (s_{\text{макс.}} - s_{\text{проект.}}) / (s_{\text{макс.}} - s_{\text{мин.}}); \qquad (114)$$

численное значение коэффициента k_ρ составляет: если $Q_{\text{кат.}}$ дано в м^3/ч, то $k_\rho = 1$; если $Q_{\text{кат.}}$ приводится в т/ч, то приближённо можно принять

$$k_\rho \approx \rho / 2{,}7 ; \qquad (115)$$

Величины поправочных коэффициентов определяются по табл. 16.

Внимание: для определения значения $k_{\text{кр}}$ необходимо иметь график гранулометрического состава питания дробилки. Когда же такового нет, тогда для **выбранного** типоразмера дробилки определяется балансовым расчётом содержание в питании крупных зёрен $\beta^{+0,5B_{\text{прин.}}}$ с учётом ширины загрузочного отверстия $B_{\text{прин.}}$. Например, для схемы по рис. 15 имеем

$$\gamma_4 \cdot \beta_4^{+0,5B_{\text{прин.}}} = \gamma_1 \beta_1^{+0,5B_{\text{прин.}}}, \text{ откуда}$$

$$\beta_4^{+0,5B_{\text{прин.}}} = \beta_1^{+0,5B_{\text{прин.}}} \cdot \gamma_1 / \gamma_4 \qquad (116)$$

При учёте влияния характера цикла дробления надо иметь в виду, что в каталогах и справочниках производительности дробилок приводятся для работы в открытом цикле.

[1] Сведения по интер- и экстраполяции даны в Приложении Б

Таблица 16

Поправочные коэффициенты для расчёта производительности дробилок

Коэффициент	Значения коэффициента									
k_f (учёт крепости руды)	f <10			f =10÷14			f =15÷17		f≥18	
	1,20			1,00			0,95		0,90	
$k_{кр.}$ (учёт гранулометрического состава питания)	Массовая доля в питании класса +0,5 $B_{прин}$ (%)									
	5	10	20	25	30	40	50	60	70	80
	1,10	1,08	1,05	1,04	1,03	1,00	0,97	0,95	0,92	0,89

Коэффициент	Значения коэффициента							
$k_{вл.}$ (учёт влажности руды)	Влажность (%)							
	4	5	6	7	8	9	10	11
	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,65

$k_ц$ (учёт характера цикла дробления)	$a/d_н$					$d_н$ – номинальная (95%) крупность в разгрузке дробилки, мм; a – номер сетки в поверочном грохочении, мм
	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0	
	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	

Количество дробилок для j-той стадии дробления определяется по формуле:

$$(n_j)_{расч.} = Q_j/(Q_{др.j} \cdot k_{н.пит.}); \qquad (117)$$

Результаты расчётов дробилок оформляются по форме табл. 15. Затем надо составить таблицу технико-экономических показателей для сравнения вариантов использования дробилок (форма таблицы см. табл. 17).

Таблица 17

Технико-экономическое сравнение вариантов применения дробилок

Стадия дробления	Типоразмер дробилки	Количество дробилок	Коэффициент загрузки $k_{загр}$	Производительность, т/ч		Установленная мощность электродвигателя, кВт		Стоимость, руб.	
				одной	всех	одной	всех	одной	всех
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .

Расчёт дробилок завершается заключением, т. е. производится окончательное проектное решение.

В курсовом проекте по «Дроблению . . .» в заключение этого пункта можно дать рекомендации по величине $k_{загр}$. В нормах технологического проектирования рекомендуется выдерживать $k_{загр}$, равной примерно 85 %. И выполняющему курсовой проект предоставляется возможность приведения коэффициента $k_{загр}$ для дробилок к этому значению.

7.2. Выбор и расчёт грохотов

7.2.1. Выбор и расчёт грохотов для стадии крупного дробления

Тип грохота для крупного грохочения принимается в зависимости от крупности и свойств руды; соответствующие рекомендации приведены в литературе /2, 5, 12, 15, 16/. Чаще всего для данной операции применяются колосниковые грохота. В последнее время при крупности руды менее 450 мм стало возможно применение виброгрохотов с колосниковой просеивающей поверхностью. Такие грохота рассчитываются как вибрационные (методика приведена в п. 8.2.2).

Необходимая площадь для грохочения на колосниковом грохоте определяется в зависимости от величины щели между колосниками (a) по формулам в м^2:

1) a>200 мм, $$F_{\text{гр.}} = Q/(2{,}4 \cdot a)\ ; \qquad (118)$$

2) $a \leq 200$ мм, $$F_{\text{гр.}} = Q/(\rho_{\text{н}} \cdot q_a)\ ; \qquad (119)$$

где Q – масса руды, поступающей на грохочение, т/ч (берётся из расчётной табл. 11 или по рисунку качественно-количественной схемы); a – размер щели между колосниками, мм; $\rho_{\text{н}}$ – насыпная плотность руды, т/м^3; q_0 – удельная объёмная производительность для определенной щели между колосниками и при необходимой эффективности грохочения (табл. 18).

Таблица 18

Удельная объёмная производительность неподвижных колосниковых грохотов q_0 [м^3/(ч·м^2)]

Эффективность грохочения, %	Размер щели между колосниками, мм						
	25	50	75	100	125	150	200
55 - 60	18	32	44	50	56	62	70
70 - 75	9	16	22	25	28	31	34

Затем определяется площадь грохота (м^2) с учётом компоновочных решений: $$F_{\text{комп.}} = B_{\text{гр.}} \cdot L_{\text{гр.}}; \qquad (120)$$

Длину колосникового грохота принимают на практике равной

$$L_{\text{гр.}} = (2 \div 4)\, B_{\text{гр.}} \qquad (121)$$

и обычно она составляет 3,5 – 6 м.

Примечание. *Длина колосникового грохота - это горизонтальная проекция колосника.*

Ширина грохота определяется либо из представления, что грохот - это транспортное устройство, либо условиями подачи материала на грохот. В *первом* случае подразумевается, что на грохот материал подаётся пластинча-

тым питателем, а сам грохот рассматривается как течка (жёлоб). Известно, что при движении материала в лотке (жёлобе) крупные куски могут образовывать своды, и тогда прекращается движение материала. Крупными считаются куски величиной (0,7÷1,0) $Д_{макс.}$, а их количество - значительным при $\alpha^{+0,7D_{макс.}} \geq 15\%$. Ширина (мм) колосникового грохота принимается равной:

а) $B \geq 3Д_{макс.}$, если крупных кусков много;

б) $B = 2Д_{макс.}+100$, если крупных кусков немного.

Во *втором* случае – разгрузка транспортного средства осуществляется прямо на грохот (рис. 22) через приёмную воронку (бункер) и тогда ширина грохота определяется габаритами: а) шириной шахтного скипа; б) шириной кузова самосвала (табл. 19, Приложение У); в) длиной думпкара (вагона) по осям сцепок (табл. 20).

В этом случае грохот выполняется в виде одной стенки приёмного бункера, причём, при использовании автотранспорта, в виде колосниковых грохотов могут быть использованы задняя, одна или обе боковые стенки бункера (рис. 22). Обычный угол наклона боковых стенок бункера, не выполняющих функции грохота, составляет $\delta = 50^{\circ}$; наклон колосниковой поверхности $\beta = 35 - 40^{\circ}$ при сухой руде и $\beta = 45 - 50^{\circ}$ при повышенной влажности руды.

Рис. 21 – Поперечный размер думпкара грузоподъемностью 140-180 т типа 2ВС, думпкара грузоподъемностью 100 т типа ВС-100

Таблица 19

Краткая характеристика автосамосвалов, тягачей

Параметр		БелАЗ						МАЗ	
		самосвал			тягач с прицепом			самосвал	
		540	548	549	540В+ 5271	548 В+ 5272	549 В+ 5275	503	503Б
Номинальная грузоподъёмность, т		27	40	75	45	65	120(7512)	7,0	7,5
Объём кузова, м^3		15,3	22,3	35			47		
Масса автомобиля, т	снаряжённого	21	29	48			90	13,9	13,9
	полная	48	69	125			195		
Дорожный просвет под задней осью, мм просвет (без груза)		475	400	620		740			
Наружный габаритный радиус поворота по крайней внешней точке крыла, мм		10	11,5	9,0			13	7,5	7,5
Высота по козырьку поднятой платформы, м		7	7,9	9,5					
Габариты, мм	*L*	7,3	8,1	9,7			11,3	6	
	B	3,5	3,8	4,9			6,1	2,65	
	H	3,6	3,9	4,4			5,4	2,6	
Разгрузка		Н а з а д							
Длина фронта разгрузки, м		3,5	3,8	4,9					
Примечание. *Для самосвалов (*МАЗ*) не рекомендуется ёмкость ковша экскаватора: 1)* >1,5 *м^3 грунт мягкий; 2)* >1,0 *м^3 грунт твердый*									
Продолжительность разгрузки, мин		1	1,2 – 1,5						
Опускание платформы, с		20							

Параметр		КамАЗ (самосвал)		КрАЗ					МоАЗ
		55102	5511	222	254	256	251	2565	522
Номинальная грузоподъёмность, т		7	10	10	10	10	12	12	18 – 20
Объём кузова, м^3				8	8	8	6 – 8	6	10
Масса автомобиля, т	снаряженного	8,5	8,9	12,2	11,5	11,4	10,6	–	–
	полная	15,6	19,0						
Дорожный просвет под задней осью, мм (без груза)		280							
Наружный габаритный радиус поворота по крайней внешней точке крыла, мм		9,3	9,0	10,5	10,5	10,5	10,0	19,3	10,5
Высота по козырьку поднятой платформы, м		4,0	5,8						
Габариты, мм	L	7,6	7,2	8,2	7,9	8,2	7,5	8,1	
	B	2,9	2,9	2,7	2,7	2,7	2,5	2,6	
	H	2,9	2,7	2,8	2,8	2,8	2,5	2,8	
Разгрузка		Боковая	Назад						

Продолжение табл.19

Параметр	КамАЗ (самосвал)		КрАЗ					МоАЗ
	55102	5511	222	254	256	251	2565	522
Продолжительность разгрузки, мин								
Опускание платформы, с								

Примечание. Изображение автосамосвалов приведено в приложении У

Таблица 20

Краткая техническая характеристика железнодорожных вагонов

Тип вагона	Обозначение	Грузоподъём-ность, т	Коли-чество осей	Длина по осям сцепок, м	Наружная длина кузова, м	Угол наклона кузова при разгрузке, град.
Гондола с металлическим кузовом		52	4	13,9		
		95	6	16,4		
		126	8	20,2		
Думпкар	6 ВС – 60	60	4	11,8	9,8	45
	В 85	85	4	12,2	10,6	4,5
	2 ВС – 105	105	6	14,9	13,4	45
	ВС – 136	136	8	17,6	16,1	45
	2 ВС – 180	180	8	17,6	16,2	45
Полувагон с седло-образным дном		90		16,4		

Примечание. Гондола и полувагон разгружаются с помощью толкателей или «под себя»; разрез думпкара приведён на рис. 21

«Компоновочная» площадь колосникового грохота определяется расчётом. Например, для варианта по рис. 22 она составит

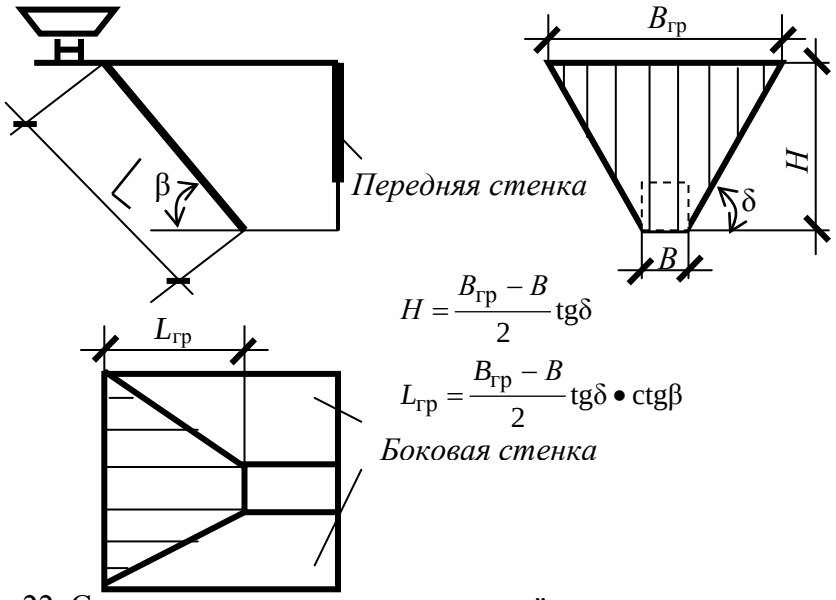
$$F_{комп.}=0{,}25(B^2_{гр.}-B^2)\cdot ctg\beta \cdot tg\delta \qquad (122)$$

Завершаются расчёты сравнением значений $F_{комп.}$ и $F_{гр.}$. Если $F_{комп.} \le F_{гр.}$, то окончательная длина грохота определится из условия

$$F_{гр.}=B\cdot L_{гр} \qquad (123)$$

Если же $F_{комп} > F_{гр.}$, то длина грохота находится по уравнению (120).

N.B. - *Количество колосниковых грохотов зависит от количества дробилок, на которые поступает надрешётный продукт. Обычное соотношение «грохот: дробилка» 1:1, возможны варианты 2:1 и 3:1. Последние характерны при подаче руды автотранспортом и редко – железнодорожным.*



$$H = \frac{B_{гр} - B}{2} \mathrm{tg}\delta \qquad (124)$$

$$L_{гр} = \frac{B_{гр} - B}{2} \mathrm{tg}\delta \bullet \mathrm{ctg}\beta \qquad (125)$$

Рис. 22. Схема компоновочного узла «приёмная воронка – колосниковый грохот»
B- ширина разгрузочной щели (меньше ширины полотна пластинчатого питателя примерно на 300 мм); $B_{гр.}$ – компоновочная ширина грохота (по стороне разгрузки транспорта); *L* - длина колосника; $L_{гр.}$ – расчётная длина колосникового грохота.

7.2.2. Выбор и расчёт грохотов для среднего и мелкого дробления

Рекомендации по выбору типа грохота даны в литературе /2, 5, 16/. В зависимости от крупности питания и от насыпной плотности продукта принимается исполнение грохота Л, С или Т. Довольно часто под словом «исполнение» понимают не только конструктивные особенности, но и вариант установки грохота – опорное (О), подвесное (П).

Исходя из особенностей руды и целей рудоподготовки, надо выбрать тип просеивающей поверхности и задаться величиной коэффициента живого сечения.

Для расчёта вибрационных (инерционных, полувибрационных и др.) разработаны разные методики. При проектировании возможно использовать любую из них, но *нельзя вести расчёты одновременно по нескольким методикам.* Ниже приводится наиболее технологичная (по мнению автора) и распространённая методика /13/, откорректированная на кафедре ОПИ УГГГА.

Необходимая площадь ($м^2$) для грохочения на виброгрохотах рассчитывается по формуле

$$F_{гр.} = Q / (q\ \rho_н\ k\ l\ m\ n\ o\ p\ k`_{ж.с.}), \qquad (126)$$

где Q – производительность операции «грохочение» по питанию, т/ч; q – удельная производительность одного кв. метра просеивающей поверхности, $м^3/(м^2 \cdot ч)$.

По Разумову К. А. /13/ для самобалансных грохотов удельная производительность выше на 65 % по сравнению с аналогичной для самоцентрирующихся грохотов. Значения q приведены в табл. 21; $\rho_н$ – насыпная плотность (см. п. 7.8.); k, l, m, n, o, p – поправочные коэффициенты по табл. 21; $k`_{ж.с.}$ – коэффициент учёта величины живого сечения просеивающей поверхности, при грохочении руд $k`_{ж.с.} = k_{ж.с.}/50$ ($k_{ж.с.}$- коэффициент живого сечения принимаемой просеивающей поверхности, %).

После определения необходимой площади для грохочения надо в справочниках (каталогах) найти площади нескольких типоразмеров грохотов (F_i, м^2)

N.B. – *Если в справочной литературе нет данных о величине* ***рабочей*** *площади грохота, но есть габариты (B_i, L_i) короба, то надо рассчитать площадь грохочения i-го типоразмера грохота по выражению*

$$F_i = 0{,}85\, B_i\, L_i \qquad (127)$$

Если же из справочных данных следует, что площадь определена как произведение BxL, то справочные данные необходимо уменьшить для F_i на 15 %, т. е. использовать выражение (126).

Некоторые сведения по виброгрохотам приведены в Приложении И.

Количество грохотов каждого типоразмера определяется по формуле

$$n_i = F_{гр} / (F_i\, k_{н.пит.}) \qquad (128)$$

Для большей компактности ПЗ необходимо расчёты представить в виде сводной таблицы по форме табл. 22, а в тексте дать пример расчёта.

Для выбранных грохотов определяется коэффициент загрузки

$$k_з = n_i / n_{прин.} \cdot 100, \% \qquad (129)$$

и производится проверка на толщину слоя, которая должна быть в конце просеивающей поверхности не более 100 мм или не более 4d. Толщина слоя рассчитывается по формуле:

$$h = Q_+ /(3{,}6 \cdot \rho_н \cdot B_р \cdot v), \qquad (130)$$

где Q_+ – производительность грохота по надрешётному продукту, т/ч;

$B_р$ – рабочая ширина грохота, м; $B_р = B - 0{,}15$; B – ширина короба грохота, м; v - скорость движения материала по грохоту, м/с. Принимается в зависимости от влажности продукта и от угла наклона равной для виброгрохотов 0,5-0,63 м/с и для самобалансных 0,25 – 0,35 м/с.

Окончательно количество грохотов принимается кратным количеству работающих с ними дробилок, и оно должно быть минимально возможным.

Расчёты грохотов заканчиваются определением номера сетки (размера отверстия просеивающей поверхности), которую необходимо установить на грохот с учётом угла наклона грохота (α, град):

$$a_{уст.} = k \cdot a_{расч.}, \qquad (131)$$

где k – поправочный коэффициент /5/.

α , град	0	15	20	25
k	1,00	1,10	1,15	1,25

8. ВЫБОР И РАСЧЁТ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ОТДЕЛЕНИИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

8.1. Режим работы отделения измельчения

Отделение измельчения обычно входит в состав корпуса обогащения (цех обогащения), т. к. складирование измельчённых продуктов затруднено и к тому же связано с сильным изменением поверхности тонкоизмельчённых зёрен, что отрицательно будет сказываться на эффективности последующих операций обогащения.

Таблица 21

Поправочные коэффициенты для расчёта вибрационных грохотов

q, удельная производительность	Размер отверстия сита а, мм	0,5	0,8	1	2	3	6	10	13	16	20
	q, м^3 /(ч· м^2)	3,0	3,5	4,0	5,5	7,5	13	19	22	24,5	28
	Размер отверстия сита а, мм	25	30	40	50	60	70	80	100	150	220
	q, м^3 /(ч· м^2)	31	33,5	37	42	46	50	55	63	90	110
k, влияние мелочи	Содержание в питании зёрен размером меньше половины размера отверстия, %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	k, д. ед.	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
l, влияние крупных зёрен	Содержание в питании зёрен «+a», %	10	20	25	30	40	50	60	70	80	90
	l , д. ед.	0,94	0,97	1,00	1,03	1,09	1,18	1,32	1,55	2,00	3,36
m, учёт эффективности	E, %	40	50	60	70	80	90	92	94	96	98
	m, д. ед.	2,3	2,1	1,9	1,65	1,35	1,00	0,9	0,8	0,6	0,4

n, форма зёрен	Материал и форма	Уголь	Округлённая		Дроблёный материал (кроме угля)
	n, д. ед.	1,5	1,25		1,0
o, влияние влажности	Характер сетки и материала	Размер отверстия сит меньше 25мм			Размер отверстия сит больше 25 мм
		Сухой	Влажный	Комкующийся	В зависимости от влажности
	o, д. ед.	1,0	0,75 - 0,85	0,2 - 0,6	0,9 - 1,0
p, способ грохочения	условия	Размер отверстия сит меньше 25мм			Размер отверстия сит больше 25мм
		Сухое	Мокрое с орошением		любое
	p	1,0	1,25 - 1,40		1,0

Таблица 22

Расчётная таблица грохотов

Стадия дробления / Наименование грохочения	Q, т/ч	a, мм	q, $м^3/(ч \cdot м^2)$	$\rho_н$, $т/м^3$	Коэффициенты k	l	m	n	o	p	$k'_{ж.с.}$	$F_{гр}$, $м^2$	Типоразмер грохота и его площадь F_i, $м^2$	n_i	$n_{прин}$	$k_з$, %

Режим работы главного корпуса определяется способом обогащения и особенностями технологического процесса, отраслевой принадлежностью фабрики и способом ремонта мельниц (самого сложного оборудования в цехе обогащения). Чтобы обеспечить бесперебойную работу главного корпуса при необходимости усреднения руды, используется складирование мелкодроблёной руды. Для этого применяются склад или бункер, полезная ёмкость которых обеспечивает обычно 36 - 48 часов работы цеха обогащения.

По «Нормам проектирования…»/11/ флотационных фабрик МЦМ России отделение *одностадиального* измельчения работает 343 дня в году по 24 часа в сутки при фонде машинного времени 8235 ч, что соответствует непрерывной рабочей неделе в три смены по восемь часов и коэффициенту использования машинного времени $k_в$ = 0,94. При измельчении руды, которая отличается по крепости от средней, надо вводить поправку k':

руда мягкая - k' = 1,02-1,04;

руда твёрдая - k' = 0,98;

руда весьма твёрдая - k' = 0,96.

Суточная и часовая производительности (т/сут., т/ч) отделения измельчения определяются по формулам (1) и (3).

Объём складируемой мелкодроблёной руды ($м^3$) составит

$$V = (36 \div 48) Q_{ч.изм.} / \rho_н \qquad (132)$$

8.2. Расчёт схемы измельчения

Для пояснения (!) расчёта на рис. 23 приведена одна из возможных схем измельчения. В случае одностадиального измельчения в шаровых мельницах расчётным является класс -71мкм. Массовая доля его в продуктах измельчения принимается по заданию и по практике обогащения. Известно, что на первой стадии измельчения в разгрузке мельниц содержится класса -71мкм: у мельниц типа МШР –20 –30 %, у мельниц типа МШЦ –25 – 40 % (меньшие зна

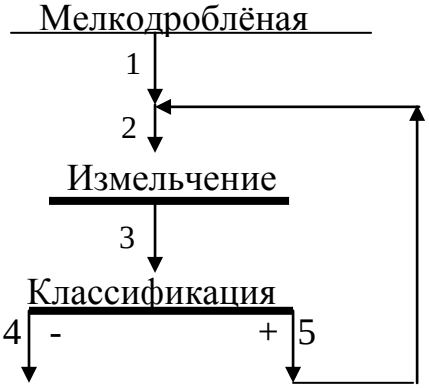


Рис. 23. – Пример к расчёту схемы измельчения
1-5 – номера продуктов

N. B. *– В ПЗ курсового проекта такой рисунок не нужно приводить, следует делать ссылку на общий рисунок схемы рудоподготовки*

классификации зависит от типа оборудования. Если принимается спиральный классификатор, то в песках содержится класса -71мкм примерно половина (даже меньше) того, что имеется в питании классификации. Если же используется гидроциклон, то класса -71мкм содержится более половины (до 3/4).

Примечание. *В данном курсовом следует рассчитать схему измельчения только один раз независимо от дальнейших расчётов и решений.*

Расчётные формулы имеют вид:

-ключевые расчётные формулы (из баланса расчётного класса по продуктам операции классификации):

$$-\gamma_4 = \gamma_3(\beta_3^{-71} - \beta_5^{-71})/(\beta_4^{-71} - \beta_5^{-71}), \quad (133)$$

$$-\gamma_4 = \gamma_1, \quad (134)$$

$$-\gamma_3 = \gamma_2, \quad (135)$$

$$-Q_4 = Q_1, \quad (136)$$

$$-Q_3 = Q_1\gamma_3/100, \quad (137)$$

$$-Q_2 = Q_3, \quad (138)$$

$$-Q_5 = Q_2 - Q_1 \quad (139)$$

При расчёте схемы измельчения важным является обеспечение оптимального уровня затрат на измельчение. По Разумову К. А. /13,14/ оценкой оптимальности является величина циркуляционной нагрузки C. Необходимо рассчитать её и сравнить с оптимальным значением $C_{\text{опт.}}$ /13/

$$C = \gamma_5 100/\gamma_4, \% \quad (140)$$

Результаты расчётов схемы измельчения надо записать в общую расчётную таблицу (табл. 12).

8.3. Выбор типа мельницы

Рекомендации по выбору типа мельницы приведены в литературе /5, 14, 15/. Обязателен учёт характера руды, крупности дроблёного продукта и массовой доли в нём готового класса. Нельзя оставить без внимания и конструктивные особенности мельниц и современные тенденции. Основные аспекты выбора приведены в табл. 23.

Таблица 23

Оценка условий применения мельниц

Фактор	Преимущество имеет мельница
Количество готового класса -71мкм в сливе мельницы	МШЦ (максимум)
Продолжительность нахождения руды в мельнице	МШР (минимум)
Степень окисления минеральных поверхностей	МШР (минимум)
Сложность конструкции мельницы и сложность ремонта	МШЦ (минимум)
Масса мельницы	МШЦ (минимум)
Удельный расход электроэнергии на 1т готового класса	МШЦ (минимум)

В курсовом проекте принимается мельница с центральной разгрузкой.

8.4. Расчёт количества мельниц

Расчёт количества мельниц, работающих в замкнутом цикле, производится по так называемому «оригинальному» питанию. Под этим понимают питание **цикла** измельчения.

Раздел надо начинать с определения исходных данных, включая всё об эталонной мельнице.

Общий порядок расчёта мельниц следующий:

а) определение необходимой производительности цикла измельчения по расчётному классу;

б) определение удельной производительности выбранных типоразмеров мельниц для проектных условий;

в) определение повариантно необходимого объёма мельниц для измельчения;

г) определение повариантно количества мельниц;

д) проверка мельниц на пропускную способность;

е) технико-экономическое сравнение вариантов с учётом результатов расчёта классифицирующего оборудования.

Производительность цикла по классу -71мкм определяется (т/ч) по формуле

$$Q^{-71} = Q_{\text{ч.изм.}}(\beta^{-71} - \alpha^{-71})/100, \qquad (141)$$

где α^{-71} и β^{-71} - массовая доля класса -71мкм в дроблёной руде и в питании флотации, %.

Внимание! При наличии в цикле измельчения предварительной классификации раздельно от поверочной (как показано на рис. 5, 6, 8), для расчёта мельниц необходимо определение производительности подцикла «измельчение – поверочная классификация» по формуле

$$Q_{\text{изм}}^{-71} = Q_{\text{п.п.к.}}^{-71} \cdot (\beta_{\text{с.пов.к.}}^{-71} - \alpha_{\text{п.п.к.}}^{-71})/100 \ , \qquad (142)$$

где $Q_{\text{п.п.к.}}^{-71}$ - производительность по пескам предварительной классификации, $\beta_{\text{с.пов.к.}}^{-71}$- массовая доля класса –71 мкм в сливе поверочной классификации, $\alpha_{\text{п.п.к.}}^{-71}$- массовая доля класса –71 мкм в песках предварительной классификации. В этих случаях в дальнейшем используется значение $Q_{\text{п.п.к.}}^{-71}$ в формуле (148).

Удельная производительность *i*-го типоразмера мельницы для проектных условий равна (т / (ч·м^3)):

$$q_i = q_{\text{эт.}} \cdot k_{\text{изм.}} \cdot k_{\text{т}} \cdot k_{\text{кр.}} \cdot k_{Di} \, , \qquad (143)$$

где $q_{\text{эт}}$.- удельная производительность эталонной мельницы по классу-71мкм, т/(ч·м^3). Значение принимается по заданию или рассчитывает по формуле

$$q_{\text{эт.}} = Q_{\text{эт.}}(\beta_{\text{эт.}}^{-71} - \alpha_{\text{эт.}}^{-71})/(100 v_{\text{эт.}}), \qquad (144)$$

где $Q_{\text{эт.}}$ - производительность (т/ч) по руде эталонной мельницы; $\alpha_{\text{эт.}}^{-71}$ и $\beta_{\text{эт.}}^{-71}$ - массовая доля (%) класса -71мкм в эталонной руде до и после измельчения; $v_{\text{эт.}}$ - рабочий объём (м^3) эталонной мельницы; $k_{\text{изм.}}$- коэффициент сравнительной измельчаемости руд, проектной и эталонной. Значение задаётся в задании на курсовой проект.

Примечание. *Если в задании* $k_{\text{изм}}$ *не задано, то следует принимать: руда мягкая* - $k_{\text{изм}}$=1,6 – 1,8; *руда средней крепости* - $k_{\text{изм}}$=1,3 – 1,4; *руда твёрдая* - $k_{\text{изм}}$=1,0 – 1,2; *руда весьма твёрдая* - $k_{\text{изм}}$ = 0,7 – 0,9.

$k_{\text{т}}$- коэффициент, который учитывает разницу в типах мельниц эталонной и проектируемой к установке. Значение коэффициента принимается по табл. 24.

Таблица 24

Значение коэффициента перехода $k_{\text{т}}$

Переход	$k_{\text{т}}$
от $(\text{МШЦ})_{\text{эт.}}$ к $(\text{МШР})_{\text{проект.}}$	1,15
от $(\text{МШЦ})_{\text{эт.}}$ к $(\text{МШЦ})_{\text{проект.}}$	1,00
от $(\text{МШР})_{\text{эт.}}$ к $(\text{МШР})_{\text{проект.}}$	
от $(\text{МШР})_{\text{эт.}}$ к $(\text{МШЦ})_{\text{проект.}}$	0,85

$k_{\text{кр.}}$- коэффициент, учитывающий разницу в крупности руды и конечного продукта для мельниц эталонной и проектной.

Определяется по формуле

$$k_{\text{кр.}} = m_2/m_1, \qquad (145)$$

где m_1 и m_2 –относительная производительность (д. е.) по расчётному классу – 71 мкм для эталонных и проектных условий соответственно. Значения m_1 и m_2 находятся по табл. 25. *Например, при измельчении класса -20+0 мм до крупности 85 % по классу –71 мкм относительная производительность составляет* m = 0,83.

Таблица 25

Зависимость относительной производительности мельниц от крупности питания

Крупность дроблёной руды, мм	Относительная производительность (д. е.) при массовой доле (%) класса -71мкм в измельчённом продукте					
	40	48	60	72	85	95
- 40 + 0	0,77	0,81	0,83	0,81	0,80	0,78
- 30 + 0	0,83	0,86	0,87	0,85	0,83	0,80
- 20 + 0	0,89	0,92	0,92	0,88	0,86	0,85
- 10 + 0	1,02	1,03	1,00	0,93	0,90	0,85
- 5 + 0	1,15	1,13	1,05	0,95	0,91	0,85
- 3 + 0	1,19	1,16	1,06	0,95	0,91	0,85

k_{Di} –коэффициент, которым учитывается разница в диаметрах барабанов мельниц проектируемой и эталонной. Находится по формуле

$$k_{D_i} = \sqrt{(D_{\text{проект.}} - 2\Delta_{\text{проект.}})/(D_{\text{эт.}} - 2\Delta_{\text{эт.}})}, \qquad (146)$$

где $D_{\text{проект.}}$, $D_{\text{эт.}}$ – диаметр (в свету) барабана (м) мельниц проектируемой и эталонной; $\Delta_{\text{проект.}}$, $\Delta_{\text{эт.}}$ - толщина футеровки, м.

Некоторые технические данные мельниц приведены в приложениях К, Л, М.

Результаты расчётов представляются в виде расчётной таблицы по форме табл. 26. Первым рассчитывается вариант для мельницы диаметром 3,6 м – при большой производительности фабрики или 2,7 м – при средней и малой производительности. Если получается большое количество мельниц, то надо рассматривать вариант с мельницами большего диаметра. Если же получается расчётом количество мельниц менее одной, то следует рассматривать вариант использования мельниц меньшего диаметра.

Желательно, чтобы были варианты, пригодные для использования мельниц совместно со спиральными классификаторами и отдельно совместно с гидроциклонами.

Необходимый для измельчения объём ($м^3$) мельниц рассчитывается повариантно по формуле

$$V_i = Q^{-71}/(q_i k_{\text{н.пит.}}) \qquad (147)$$

Число мельниц в *i*–ом варианте составляет

$$n_i = V_i / v_i \qquad (148)$$

Проверка мельниц на пропускную способность связана с тем, что мельница рассматривается как труба, через которую свободно может изливаться лишь определённое количество пульпы. Допускаемая пропускная способность шаровых мельниц (т / (ч м^3)) составляет

$$q_{\text{проп.доп.}} = 12k_{\rho} \qquad (149)$$

Таблица 26

Расчётная таблица мельниц

Стадия измельчения	Вариант и типоразмер мельницы	Рабочий объём мельницы, м^3	D_i	Δ_i	$k_{\text{т}}$	m_2	m_1	$k_{\text{кр.}}$
	1.. ….							
	2……							
	….							

Окончание табл. 26

Вариант и типоразмер мельницы	k_{D_i}	$q_{\text{эт.}}$	q_i т/(чм^3)	$k_{\text{н.пит.}}$	V_i, м^3	$n_{\text{расч.}}$	$n_{\text{прин.}}$	$k_{\text{загрузки}}$

Пропускная способность проектируемой мельницы (т / (ч м^3)) рассчитывается по формуле:

$$q_{\text{проп.проект.}_i} = Q_{\text{пит.}} / (n_{i\text{прин.}} v_i), \qquad (151)$$

где $Q_{\text{пит.}}$- количество руды, подаваемой в мельницы, т/ч; $n_{i\text{прин.}}$ – принятое количество мельниц в *i*–ом варианте.

Если по пропускной способности мельница не удовлетворяет («не проходит»), то количество мельниц рассчитывается, исходя из допустимой пропускной способности

$$n_{i\text{прин.}} = Q_{\text{пит.}} / (q_{\text{проп.}})_{\text{доп.}} \qquad (152)$$

Для окончательного решения вопроса о количестве мельниц составляется таблица технико-экономического сравнения вариантов (табл. 27).

Таблица 27

Технико-экономическое сравнение вариантов мельниц

Стадия измельчения	Вариант, типоразмер	Объём мельницы, $м^3$		Количество мельниц	Коэффициент загрузки
		одной	всех		
…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…

Окончание табл. 27

Вариант, типоразмер	Масса, т		Установленная мощность, кВт		Стоимость, р		Примечание
	одной	всех	одной	всех	одной	всех	
…	…	…	…	…	…	…	
…	…	…	…	…	…	…	

8.5. Выбор оборудования для классификации

Рекомендации по выбору оборудования для классификации приведены в литературе /5, 10, 11, 12, 14, 15, 16/. Наиболее массово используются спиральные классификаторы и гидроциклоны. Грубый слив получается на классификаторах с непогружённой спиралью (КСН) и с некоторыми затруднениями в гидроциклонах. Тонкий слив (класса – 71 мкм в сливе более 60 %) с равным успехом может быть получен и в гидроциклонах, и на спиральных классификаторах с погружённой спиралью. Эффективность классификации по классу – 71 мкм всегда выше у спиральных классификаторов, в то время как при классификации в гидроциклонах она редко превышает 50 %. Это ведёт, во-первых, к увеличению циркуляционной нагрузки в среднем на 50 – 400 % относительных, во-вторых, к увеличению продолжительности пребывания готового класса в зоне измельчения, в-третьих, к увеличению ошламования. Существеннейшим недостатком гидроциклонов является невозможность использовать их в самотечном замкнутом цикле измельчения, а это приводит к большим эксплуатационным расходам на эксплуатацию насосов. Расход электроэнергии на тонну готового класса при классификации в гидроциклонах выше на 25 – 45 % по сравнению со спиральными классификаторами. К тому же только при использовании спиральных классификаторов наблюдается в песках цикла существенная концентрация тяжёлых и благородных элементов, которые улавливаются ловушками, отсадкой и другими гравитационными процессами. Улавливание происходит при достаточно крупных зёрнах. В постели спиральных классификаторов накапливаются твердосплавные элементы буровых коронок и эти элементы представляют собой ценное вторичное сырьё для производства резцов. Несмотря на всё вышеотмеченное, резко ограничено в последнее время использование спиральных классификаторов, особенно типа КСП. А вызвано это тем, что под спиральными классификаторами находится около 40 % площади пролёта измельчения.

8.6. Расчёт классифицирующего оборудования

8.6.1. Расчёт спиральных классификаторов

Порядок расчётов:

а) определение необходимого диаметра спирали;

б) выбор из каталогов *ближайшего наибольшего* значения;

в) расчёт производительности по сливу выбранного типоразмера классификатора;

г) проверка классификатора на развиваемую им производительность по пескам.

Технические характеристики спиральных классификаторов располагаются в Приложениях Н, П.

Минимальный диаметр спирали (м) рассчитывается по формуле:

- для КСН

$$Д_{мин.} = -0{,}394 + 0{,}505\sqrt{Q/(mk_1k_2)}, \quad (153)$$

- для КСП

$$Д_{мин.} = -0{,}343 + 0{,}563\sqrt{Q/(mk_1k_2)}, \quad (154)$$

где Q- производительность классификатора по твёрдому в сливе, т/ч; m- общее количество спиралей; k_1, k_2, k_3, k_4 – поправочные коэффициенты, значения которых принимаются в данном курсовом проекте по табл. 28 – 32.

$$m = n \cdot l, \quad (155)$$

где l – количество спиралей у одного классификатора; n – число мельниц, на которые поступают пески классификатора.

Расчёты спиральных классификаторов начинают с односпиральных (l = 1) и для количества мельниц, принятых ранее (п. 9.4.). При необходимости увеличения в дальнейшем количества спиралей надо перейти сначала на двухспиральные классификаторы, а затем увеличивать количество мельниц, не ограничиваясь результатами расчётов по п. 9.4.

Таблица 28

Значения поправочного коэффициента на плотность руды

Плотность руды, т/м^3	2,0	2,5	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,0	4,2	4,5
k_1	0,65	0,9	1,0	1,15	1,25	1,40	1,55	1,65	1,75	1,90

Таблица 29

Значения поправочного коэффициента на крупность слива спирального классификатора k_2 /15/

Массовая доля в сливе, %	-71мкм	17,5	23,5	31,3	41,2	52,9	65,3	78,2	88,4	95,0			
	-45 мкм	11,0	15,0	20,0	27,0	36,0	45,5	59,2	72,0	83,2	88,5	91,7	95,0
Номинальная крупность $d_{0,95}$, мм		1,15	0,85	0,60	0,42	0,30	0,21	0,15	0,105	0,075	0,06	0,053	0,045
Весовое базисное разбавление $R_{баз.2,7}$=Ж:Т		1,3	1,45	1,6	1,8	2,0	2,33	4,0	4,5	5,7		6,0	6,75
Коэффициент k_2	КСН	2,5	2,36	2,19	1,95	1,7	1,41	1,0	0,66	0,46			
	КСП						3,0	2,3	1,6	1,0	0,75	0,57	0,36

Таблица 30

Усреднённая практическая зависимость между номинальной крупностью $d_{0,95}$ и плотностью слива

Номинальная крупность $d_{0,95}$,мм	0,30	0,20	0,15	0,1
Плотность слива,%	28-50	25-45	20-35	15-30

Таблица 31

Значения поправочного коэффициента на действительную плотность слива k_3 /14/

Отношение фактического разбавления к базисному $R_ф/R_{баз.ρ}$	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	3,0	4,0	5,0
k_3	0,75	0,85	1,0	1,1	1,2	1,25	1,2	1,0	0,85	0,7

Таблица 32

Значения поправочного коэффициента k_4 на количество первичных шламов

Количество первичных шламов	Массовая доля класса -71мкм в мелкодроблёной руде, %	k_4
Низкое	Менее 5	1,1-1,2
Среднее	5 – 12	1,0
Высокое	Более 12	0,75-0,80

Для нахождения значения коэффициента k_3 надо рассчитать отношение $R_ф/R_{баз.ρ}$ Фактическое разбавление слива классификатора $R_ф$ определяется по формуле

$$R_ф = (100 - β_{сл.})/β_{сл.}, \qquad (156)$$

где $β_{сл.}$- массовая доля в сливе класса – 71 мкм. Допустимо рассчитать $β_{сл.}$ (%) по формуле

$$\beta_{сл.} = (48{,}3 - 0{,}35\beta^{-71})(1 + 0{,}5(\rho - 2{,}7)), \qquad (157)$$

или по усреднённым данным практики – табл. 31.

Базисное разбавление для руды $R_{баз.\rho}$ рассчитывается по формуле

$$R_{баз.\rho} = R_{баз2{,}7}\frac{2{,}7}{\rho}, \qquad (158)$$

где $R_{баз.2,7}$ – базисное разбавление для пульпы при плотности руды 2,7 т/м^3 (табл. 30).

Для принятого типоразмера ($Д_{прин.}$) классификатора рассчитывается производительность по сливу (т/ч), которую он может обеспечить:

-для КСН

$$Q_{расч.} = mk_1k_2k_3k_4(3{,}917Д^2_{прин.} + 0{,}667Д_{прин.}); \qquad (159)$$

-для КСП

$$Q_{расч.} = mk_1k_2k_3k_4(3{,}125Д^2_{прин.} + 0{,}417Д_{прин.}); \qquad (160)$$

Рассчитанное значение производительности сравнивается с требуемой, которая дана в расчётной таблице для схемы и на рисунке качественно-количественной схемы должно быть соотношение

$$Q_{расч.} \geq Q_{сл.} \qquad (161)$$

Если оно не выполняется, то надо увеличить $Д_{прин.}$ количество спиралей.

Заканчиваются расчёты классификатора определением производительности по пескам (т/ч) как винтового конвейера

$$Q_{песк.} = 5{,}625mk_1\omega Д^2_{прин.}, \qquad (162)$$

где ω – частота вращения спирали, мин.$^{-1}$

Частота вращения спирали принимается сначала минимальной по каталогу. Рассчитанная производительность должна быть больше количества песков, полученного расчётом качественно-количественной схемы рудоподготовки.

8.6.2. Расчёт гидроциклонов

Порядок расчёта:

а) определяется максимально возможный диаметр гидроциклона;

б) выбирается несколько типоразмеров гидроциклонов;

в) по каждому варианту рассчитывается производительность и количество гидроциклонов;

г) подбирается сечение песковой насадки и проверяется нагрузка на выбранную песковую насадку.

Технические данные гидроциклонов располагаются в Приложении Р.

Максимальный диаметр (см) рассчитывается по формуле

$$Д_{макс.} = 1{,}2 d^2_{макс.} (d_п / d_{сл.})^2 (\rho - \rho_о) \sqrt{H} / \beta_{тв.пит.}, \quad (163)$$

где $d_{макс.}$- номинальная крупность ($d_{0,95}$) зёрен (мкм) в сливе гидроциклона (принимается по табл. 33); $d_п$, $d_{сл.}$ – диаметры (см) насадков пескового и сливного; ρ, $\rho_о$ - плотность (т/м^3) твёрдой и жидкой фаз пульпы; H – рабочий напор (МПа) пульпы на входе в гидроциклон; $\rho_{тв.пит.}$ – массовая доля (%) твёрдого в питании гидроциклона.

Таблица 33

Соотношение номинальной крупности и массовой доли классов в питании и в сливе гидроциклона /13/

Массовая доля класса (мкм),%	-71	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
	-45	5,6	11,3	17,3	24	31,5	39,5	48	58	71,5	80,5
	-20			9	13	17	23	26	35	46	55
Номинальная крупность $d_{0.95}$, мкм					430	320	240	180	140	94	75

Соотношение ($d_п$ /$d_{сл.}$) принимается обычно равным 0,5 - 0,6. В дальнейшем оно должно быть учтено при выборе размеров насадок. В зависимости от частного выхода песков ($\gamma'_п$) соотношение ($d_п$ /$d_{сл.}$) может составлять:

$\gamma'_п \geq 70$ % → ($d_п$/$d_{сл.}$) = 0,7 ÷ 0,8;

$\gamma'_п < 30$ % → ($d_п$/$d_{сл.}$) = 0,2 ÷ 0,3.

Таким образом, для более точного расчёта необходимо найти частный выход песков и лишь затем решать вопрос о величине соотношения диаметров насадок.

Примечание – частный выход песков находится из пропорции:

выход питания операции классификации ($\gamma_{исх.}$) – 100,00

выход песков операции классификации ($\gamma'_п$) – $\gamma_п$.

Рабочий напор H пульпы на входе в гидроциклон составляет в среднем 0,1 МПа; однако, для получения грубого слива он уменьшается до значений 0,04-0,03 МПа. Назначая напор, надо иметь в виду, что чем он выше, тем больше расходы на его создание (электроэнергия, насосы, износ труб).

Массовая доля твёрдого в питании гидроциклона ($\beta_{тв.пит.}$,%) рассчитывается по формуле

$$\beta_{тв.пит.} = 100/(\gamma'_{сл.}/\beta_{тв.сл} + \gamma'_п/\beta_{тв.п}), \quad (164)$$

где $\gamma'_{сл.}$, $\gamma'_{п.}$ – частные выхода слива и песков классификации, $\gamma'_{сл.} + \gamma'_{п.}$ = 100,00 %; $\beta_{тв.сл.}$, $\beta_{тв.п.}$ – массовая доля (%) твёрдого в сливе и в песках. Для ориентировочного определения твёрдого в сливе гидроциклона используется формула

$$\beta_{\text{тв.сл.}} = (52 - 0{,}38\beta^{-71})(1 + 0{,}5(\rho - 2{,}7)) \qquad (165)$$

Массовую долю (%) твёрдого в песках гидроциклона можно принять по табл. 34.

Таблица 34

Ориентировочная массовая доля твёрдого в песках гидроциклона

Массовая доля (%) класса –71мкм в сливе β^{-71}	50-60	60-70	70-80	80-90	90-95	≥95
Массовая доля (%) твёрдого в песках $\beta_{\text{тв.п.}}$	80	75	72	70	67	65

После расчёта максимального диаметра гидроциклона принимаются два ближайших типоразмера по каталогам (например, по Приложению Р). При этом надо учитывать крупность слива, которую обеспечивает тот или иной гидроциклон, и то, что наиболее употребительными являются ГЦ-350, ГЦ-500 ГЦ-710 и ГЦ-1000. В литературе /16/ отмечается, что с увеличением диаметра гидроциклона увеличивается крупность слива, а также величина граничной крупности разделения. Для них определяется производительность ($м^3/ч$) по ***питанию (по пульпе)***

$$V_{\text{гц}} = 3k_{\alpha}k_{\text{Д}}d_{\text{пит.}}d_{\text{сл.}}\sqrt{P_{\text{о}}}\,, \qquad (166)$$

где k_{α} – коэффициент учёта угла конусности (табл. 35) гидроциклона; $k_{\text{Д}}$ – коэффициент учёта диаметра (табл. 36) гидроциклона; $d_{\text{пит.}}$ – эквивалентный диаметр (см) питающего насадка; $d_{\text{сл.}}$ – диаметр (см) сливного патрубка (насадка). Значения $d_{\text{пит}}$ и $d_{\text{сл}}$ принимаются из каталога (справочников) по оборудованию; $P_{\text{о}}$ – давление пульпы (МПа) на входе в гидроциклон.

Таблица 35

Учёт угла конусности гидроциклона коэффициентом k_{α}

Угол конусности гидроциклона, град	10	20	30	45	90
k_{α}	1,15	1,00	0,93	0,89	0,83

Таблица 36

Учёт диаметра гидроциклона $k_{\text{Д}} = 0{,}8 + 1{,}2(1 + 0{,}1\text{Д})^{-1}$

Диаметр гидро-циклона Д, мм	50	75	150	250	360	500	710	1000	1400	2000
$k_{\text{Д}}$	1,6	1,48	1,28	1,14	1,06	1,00	0,95	0,91	0,88	0,81
Высота (м) гидро-циклона $H_{\text{г.ц.}}$	0,6	0,75	0,95	1,35	1,75	2,3	3,5	4,5	5,2	8,5
Примечание. Под высотой гидроциклона понимается расстояние между соединительным фланцем песковой насадки и горизонтальной осью сливного патрубка										

Для гидроциклонов диаметром 500 мм и менее следует принять равенство $P_{\text{о}} = H$

$$P_{\text{о}} = H + H_{\text{г.ц.}}\rho_{\text{п}}0{,}01, \qquad (167)$$

где $H_{\text{г.ц.}}$ – высота гидроциклона (м), находится по табл. 35; $\rho_{\text{п}}$ – плотность (т/м^3) пульпы на входе в гидроциклон. Рассчитывается по формуле

$$\rho_{\text{п}} = 100/(\beta_{\text{тв.пит.}}/\rho + (100 - \beta_{\text{тв.пит.}})/\rho_0) \qquad (168)$$

Дебит пульпы (м^3/ч) рассчитывается для каждого варианта по формуле

$$V_{\text{п}} = Q_{\text{пит.}}(R + \rho^{-1}), \qquad (169)$$

где $Q_{\text{пит.}}$- количество руды (т/ч), поступающей на классификацию; R – разбавление пульпы, которая подаётся на классификацию:

$$R = (100 - \beta_{\text{тв.пит.}})/\beta_{\text{тв.пит.}} \qquad (170)$$

Количество гидроциклонов повариантно

$$n_i = V_{\text{п}}/V_{\text{г.ц.}} \qquad (171)$$

Результаты расчётов надо представить в виде расчётной таблицы (табл. 37).

Завершаются расчёты гидроциклонов определением нагрузки на песковую насадку (т/(ч·см^2)) по формуле

$$q_{\text{песк.}} = 4Q_{\text{песк.}}/(\pi d^2{}_{\text{песк.}} n_{\text{г.ц.}}), \qquad (174)$$

где $Q_{\text{песк.}}$- производительность (т /ч) операции классификации по пескам; $d_{\text{песк}}$ – диаметр (см) пескового насадка; $n_{\text{г.ц.}}$ – принятое количество гидроциклонов.

Диаметр песковой насадки подбирается таким образом, чтобы выдержать ранее принятое соотношение ($d_{\text{п}}$ /$d_{\text{сл.}}$) и чтобы значение $q_{\text{песк.}}$ было в диапазоне 0,5-2,5 т / (ч·см^2).

Таблица 37

Расчёт гидроциклонов

Стади измельчения	Наименование классификации	Вариант	$V_{\text{п}}$, м^3/ч	$d_{\text{и}}/d_{\text{сл.}}$	$d_{\text{макс.}}$, мкм	Массовая доля, %			H, МПа	Д$_{\text{макс.}}$, см	Д$_{\text{прин.}}$, см
						$\beta_{\text{тв.пит.}}$	$\beta_{\text{тв.сл.}}$	$\beta_{\text{тв.п.}}$			

Продолжение табл. 37

Вариант	$P_{\text{о}}$, МПа	Диаметр насадков,см			$k_{\text{Д}}$	k_{α}	$\rho_{\text{п}}$, т/м^3	$V_{\text{г.ц.}}$	n_i	$n_{\text{г.ц.}}$	$q_{\text{песк.}}$, т/(ч·см^2)	Примечание
		$d_{\text{пит}}$	$d_{\text{сл.}}$	$d_{\text{п}}$								

В конце раздела 9. выбирается оптимальный вариант таким образом, чтобы

- напор пульпы на входе гидроциклона был наименьшим;

- количество гидроциклонов было кратным количеству мельниц, с которыми сопрягаются гидроциклоны;

- стоимость оборудования была минимальной.

При выборе оптимального варианта назначается количество резервных гидроциклонов: один на каждые пять, которые работают на **ОДНУ** мельницу одновременно.

9. КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ

В этом разделе описывается схема цепи аппаратов, приводятся основные компоновочные[1] решения по цехам с детальным ознакомлением решений по одному (заданному) корпусу. После описания схемы цепи аппаратов (с привязкой к чертежу и к рисунку в ПЗ) обозначаются отдельные цехи (переделы), где находится однородное по конструкции, по условиям работы и по назначению оборудования. Затем обозначается связь этих зданий между собой (например, галереями и др.). Потом отмечаются основные решения по размещению оборудования в каждом цехе (на уровне земли или заглублено, каскадно или на одном уровне), по обустройству здания (характер стен, перекрытий, колонн, наличие лестниц и лестничных клеток, входы и выходы из здания, освещённость), наличие конвейерных галерей, размещение вспомогательных служб. Более детально описывается строительное решение по заданному корпусу.

Схема цепи аппаратов (СЦ) это графическое изображение (сначала рисунок, а затем чертёж) пути следования руды и продуктов обогащения через последовательно установленное основное технологическое оборудование с указанием также вспомогательного оборудования. Типы и количество оборудования должны быть изображены ***полностью***. На рисунке СЦ приводятся также данные по необходимому грузоподъёмному оборудованию. Правила разработки СЦ и условные обозначения оборудования, принятые на кафедре ОПИ УГГГА, приводятся в методической разработке /7/. В соответствии с правилами проектирования /14/ оборудование группируется и на рисунке СЦ указывается условной линией подразделение фабрики: цех, отделение, здание… После беседы с преподавателем по содержимому СЦ уточняется задание на курсовое проектирование, а именно: выявляется здание, для которого надо разработать компоновочные решения и представить их в ПЗ схематичными рисунками, а в графической части чертежом (-ми). Схематичные рисунки (три проекции и более) здания вшиваются в ПЗ и являются основой для разработки чертежа.

Литературные рекомендации /1/ по выбору типа транспорта руды на фабрику с горных работ приведены в табл. 38.

[1] Componere (лат.) – компоновать, т. е. составлять одно согласованное из отдельных частей.

Таблица 38

Рациональные типы автотранспорта руды

Производительность по средней массе, млн. т/год	Грузоподъёмность автотранспорта, т	Протяженность, км	
		откатки	транспорта
5 – 7	10 – 12	0,8 – 1,5	3
15	20 – 25	1,5 – 2	4,7
30	40 – 50	2 – 3	7
40	80	–	10

Андреев А. В. и др. /1/ рекомендуют железнодорожный транспорт на перевозках на расстояния более 7 – 13 км. Продолжительность разгрузки автотранспорта принимается от 1 до 1,5 мин (чем больше грузоподъёмность, тем более продолжительная разгрузка), а манёвра до 1 мин. Для железнодорожного транспорта продолжительность принимается в пределах 1,5 – 2 мин.

При составлении СЦ решаются вопросы выбора типа питателей, транспортного оборудования (конвейера, питатели, элеваторы), типа сооружения для складирования продуктов. Основную роль играют при этом крупность продукта, назначение операции складирования. Рекомендации по выбору типа питателя для каждого конкретного случая следует смотреть в литературе /16/. Складирование чаще всего либо аккумулирующее, либо распределительное. Если основное назначение накапливать продукт, то полезная ёмкость сооружения должна обеспечивать, как правило, не менее 36 часов работы оборудования, которое используется после склада. При крупном продукте это обычно склад. Если назначение устройства распределить продукт между параллельно работающим оборудованием, то полезная ёмкость должна быть в пределах 2,5-3-часовой работы оборудования. Чаще всего для этого используют бункер. Однако при большой производительности экономически более целесообразно применять склад /14/.

Пример. *Если считать, что для складирования мелкодроблёной руды используется бункер, то следует учесть, что его строительные конструкции вписываются в сетку* 6х6 *м. Сначала следует считать, что ячейка бункера будет высотой* 6 *м (подчиняясь нормам строительного проектирования). Таким образом, при коэффициенте использования геометрического объёма ячейки ориентировочно* k = 0,75 - 0,85 /1/, *полезный объём ячейки составит* 0,8 х 6 х 6 х 6 ≈ 170 *м*^{3}. *Количество необходимых ячеек равно* $n = V_{\text{пол.}}/170$. *Это количество может оказаться большим. В таком случае увеличиваем вдвое высоту и получаем опять-таки много ячеек. Следующим шагом решения вопроса (нельзя же бесконечно увеличивать высоту бункера!) может стать увеличение пролёта бункера, т. е. опирать его на колонны, располагающиеся по сетке* 6х12 *м и тем самым ещё уменьшить количество ячеек бункера.*

Нормами строительного проектирования рекомендуется /16/ при большом количестве ячеек использовать склад. В таком случае возможна разгрузка

штабеля конвейерами, которые располагаются как вдоль (три конвейера) штабеля, так и поперёк (неограниченное количество конвейеров) и которые подают мелкодроблёный продукт прямо в мельницы (в таком случае количество конвейеров равно количеству мельниц). При поперечном относительно штабеля расположении конвейеров уменьшается длина пролёта измельчения. Однако…бункер примыкает к пролёту измельчения и поэтому находящаяся в нём руда согревается теплом электродвигателей мельниц. Этого нет при нахождении руды в отдельно стоящем складе. Поэтому решение вопроса «склад-бункер» зависит и от климатических условий. Основные схемы размещения оборудования в зданиях приведены в учебниках Разумова К. А. /11, 12/ и Андреева А. В. /1/

10. ВЫБОР ГРУЗОПОДЬЁМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Известны три способа ремонта оборудования /16/: сменно-машинный, сменно-узловой и индивидуальный. Способ ремонта принимается в зависимости от количества оборудования и с учётом его сложности. Рекомендации приведены в литературе /5/. Наиболее дорогой способ ремонта сменно-машинный и его стараются избегать.

При эксплуатации и для ремонта используются чаще всего тали, тельферы (ТЭ – тали с электродвигателем), мостовые краны и однобалочные, подвесные (одно- или двухпролётные) кран-балки. Основные характеристики грузоподъёмного оборудования помещены в Приложениях С, Т. В условиях цехов дробления и отделения измельчения грузоподъёмное оборудование работает в среднем режиме (С), если же используется грейфер (кран с грейфером) или магнитная шайба, то режим работы весьма тяжёлый (ВТ). Технологическое оборудование монтируется и ремонтируется по индивидуальному способу на месте установки, а по другим способам - на ремонтно-монтажной площадке. Рекомендуемые грузоподъёмности кранов приведены в табл. 39.

Таблица 39

Грузоподъёмность (т) кранов в цехах рудоподготовки

Типоразмер оборудования		Способ ремонта			Примечание
		индивидуальный	сменно-узловой	сменно-машинный	
Дробилки					
ЩДС	2,5х9	-	5	-	
	4х9	-	10	-	
	6х9	-	10	-	
ЩДП	6х12	-	15/3	-	
	12х15	-	30/5	-	
	15х21	-	50/10	-	
	21х25	-	100/20	-	
ККД	500/75	-	20/5	-	
	900/140	-	80/20	-	

Продолжение табл. 39

Типоразмер оборудования		Способ ремонта			Примечание
		индивидуальный	сменно-узловой	сменно-машинный	
ККД	1200/150	-	100/20	-	
	1500/160	-	160/32	-	
	1500/180	-	160/32	-	
	1500/300	-	200/30	-	
КРД	700/75	-	80/20	-	
	700/100	-	100/32	-	
КСД, КМД	600 Гр	-	3,2	-	Если в пролёте одним краном обслуживается более 12 дробилок (КСД+КМД), то принимается сменно-машинный способ
	900 Гр	-	10	-	
	1200 Т,1200 Гр	-	15/5	-	
	2200 Т, 2200 Гр	-	50/10	100/20	
	3000 Т, 3000Гр	-	80/20	150/30	
	1750 Т, 1750 Гр	-	20/5	-	
Мельницы					
МШР	1500х1600	10	10	15	
	2100х1500	20/5	30/5	50/10	
	2100х2200	30/5	50/10	75/20	
	2100х3000		50/10	80/20	
	2700х2100	50/10	80/20	100/20	
	2700х3600				
	3200х3100	75/20	100/20	150/30	
	3600х4000	75/20	150/30	250/30	
	3600х5000	100/20	150/30	300/30	
	4000х5000	80/20	200/32	320/32	
	4500х5000	80/20	250/32	2х250/32	
МШЦ	900х1000	5	5	5	
	1500х3100	15/3	20/5	30/5	
	2100х2200	30/5	30/5	50/10	
	2100х3000	50/10	50/10	75/20	
	2700х3600	75/20	100/20	125/20	
	3200х3100	80/20	100/20	160/30	
	3200х4500	75/20	125/20	200/32	
	3600х4000	32/5	120/20	200/32	
МШЦ	3600х5500	75/20	150/32	300/32	
	4000х5500	50/10	200/32	320/32	
	4500х6000	80/20	250/32	2х250/32	
	5500х6500	120/20	2х320/32	-	
Пластинчатые питатели					
Над приводом		-	5-10	-	
Над натяжной звёздочкой		-	3,2	-	

Окончание табл.39

Типоразмер оборудования	Способ ремонта			Примечание
	индивидуальный	сменно-узловой	сменно-машинный	
Ленточные конвейеры				
Барабаны	-	5-10	-	
Станция приводная промежуточная	-	максимум 32	-	
Насосы				
ГрТ 8000/71	-	32	-	
ГрА 2100/90, ГрА 2500/40	-	16	-	
Прочие	-	до 10	-	

Высота расположения грузоподъёмного оборудования (рис. 27) должна быть минимальной. Она зависит от габаритов оборудования (установок), которое установлено в пролёте, и рассчитывается по выражению

$$H_{\text{ур.г.р.}} = H_{\text{об.}} + \Delta + H_{\text{гр.}} + H_{\text{строп.}} \pm \Delta H, \qquad (173)$$

где $H_{\text{ур.г.р.}}$– высота (уровень) головки подкранового рельса, м; $H_{\text{об.}}$ – максимальная высота относительно отметки 0,000 технологического оборудования, м. При небольших размерах оборудования принимают $H_{\text{об.}} \geq 2{,}3$ м; Δ – просвет между низом транспортируемого груза и верхом установленного оборудования, м. Минимальное значение составляет $\Delta = 0{,}5$ м; $H_{\text{гр.}}$ – высота перемещаемого груза (детали, узла, оборудования), м; $H_{\text{строп.}}$ – высота, необходимая для строповления груза, м. Зависит от габаритов оборудования (груза); минимальное значение $H_{\text{строп.}} \geq 1$ м, причём угол между стропами должен быть меньше 90º; ΔH – расстояние от центра крюка до головки рельса, м. Если крюк ниже головки рельса, то знак «плюс», в ином случае «минус»; $H_{\text{кр.}}$- высота крана, м; h – просвет между верхом тележки крана и низом стропильных ферм (балок), м.

Высота колонны стандартизирована и её *минимальное* значение находится по выражению

$$H_{\text{кол.}} = H_{\text{ур.г.р.}} + H_{\text{кр.}} + h. \qquad (174)$$

Технические данные тельферов и мостовых кранов приведены в Приложениях С и Т.

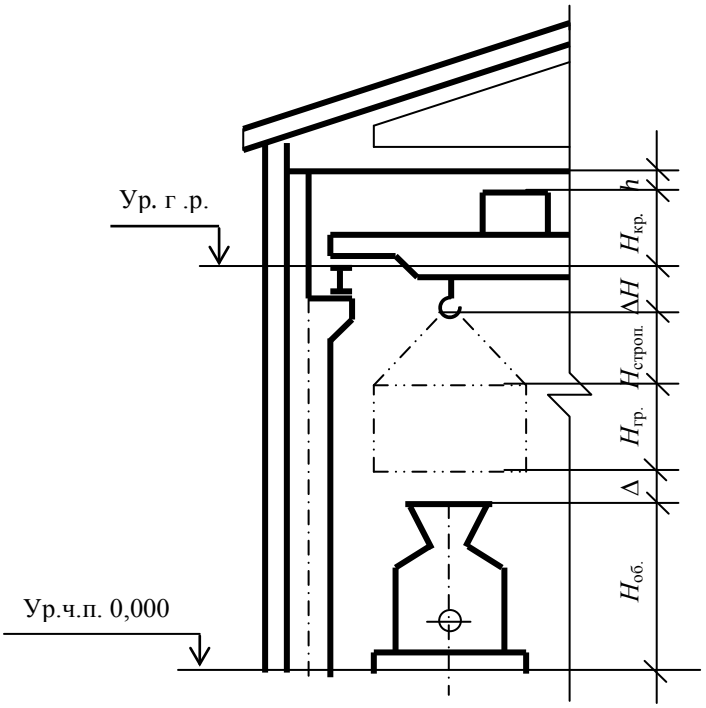


Рис. 27. Высота расположения грузоподъёмного оборудования

11. СТРОИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

11.1. Основы строительной части курсового проекта

При разработке чертежа здания рекомендуется руководствоваться литературой /3, 6, 17/.

Большинство зданий, в которых размещается дробильно-измельчающее оборудование, относится к типу одноэтажных. В любом здании (сооружении) различают надземную часть и подземную – фундамент. Основные элементы здания - стены и колонны, перекрытия, фундаментные балки, фахверковое устройство и связи, стропильные фермы, подкрановые балки, лестницы, окна и ворота (двери). В настоящее время производственные здания строятся как каркасные. Основные элементы каркаса: стены и фундаментные балки, колонны и подкрановые балки, стропильные фермы и связи, фахверк, фермы покрытия, прогоны и ригели. Характер строительной конструкции здания определяется кроме всего прочего типоразмером и характеристиками грузоподъёмного оборудования. Поэтому перед разработкой чертежа надо выбрать грузоподъёмное оборудование. Рекомендации по этому выбору приведены в разделе 11 и в Приложениях С, Т. Условное изображение грузоподъёмных средств на чертежах приведено в /4/, в Приложении Ф и в книге Короева Р. И. Черчение для строителей. Учебник для проф. уч. заведений 7-е изд. М.: Высш. шк. Изд. центр «Академия», 2001. 256 с.

В строительном деле для удешевления строительства применяется Единая Модульная Система Координат (ЕМСК), в соответствии с которой производятся серийно детали (части) зданий и сооружений. ЕМСК образуется модульными плоскостями, которые при взаимном пересечении образуют *координационную* сетку из осей. Расстояние между осями называют шагом. Закреплённая (зафиксированная) на местности геодезической службой координационная сетка называется *разбивочной*.

Различают шаг высотный, продольный (вдоль здания, вдоль подкрановых путей) и поперечный (поперёк здания, вдоль моста крана, вдоль стропильных ферм). Величины шагов подчиняются модулю.

Колонны и связанные с ними элементы определяют высоту здания. Под высотой здания понимают расстояние от отметки чистого пола до низа несущих конструкций (очень похоже на понятие «высота этажа» - расстояние между отметками пола смежных этажей). Высотный модуль составляет для подвальной части здания 0,6 м при минимальной высоте 3,6 м, а при высотах более 6,0 м высотный модуль равен 1,2 м. Для надземной части зданий высотный модуль составляет - 0,6 м при высотах до 6,0 м; - 1,2 м при высотах от 6 до 13 м; - 1,8 м при высотах более 13 м. В зданиях выделяют части, в которых в продольном направлении происходит движение грузоподъёмных средств. Такие части сверху перекрываются стропильными фермами, а ширину такой части называют пролётом. Строго говоря, пролёт это расстояние между осями колонн, на которые опираются стропильные фермы и подкрановые пути.

Примечания*:*

1) пролётом крана называют расстояние между осями подкрановых путей. Пролёт крана всегда меньше строительного пролёта;

2) в пролёте может быть несколько поперечных шагов.

На чертежах зданий и сооружений ОСНОВНОЙ ПРОЕКЦИЕЙ являются **ПЛАНЫ** (полные или частичные), а разрезы – дополнительными проекциями!

Планом называют разрез (вид сверху), который образован горизонтальной плоскостью, проводимой через оконные, дверные и прочие проёмы; причем оборудование изображается не рассечённым. Разрезы здания, образованные вертикальными секущими плоскостями, могут быть полными или частичными, простыми или ступенчатыми. Положение секущей плоскости указывается на плане. Надо иметь в виду, что при разработке компоновочных решений секущие плоскости ***не совмещаются*** с координационными и таким образом строительные конструкции изображаются минимально рассечёнными в разрезе. На строительных (рабочих) чертежах секущие плоскости проводятся в основном по координационным осям. На чертежах поперечные оси обозначают арабскими цифрами (1, 2, 3…) слева направо, продольные оси – прописными буквами русского алфавита (за исключением букв З, Й, О, Э) снизу вверх (рис. 28). Если пролёт включает несколько шагов или имеется внутри здания «этажерка», то

каждая ось обозначается дробью: числитель буква и знаменатель – порядковый номер оси в пролёте.

Если здание неправильной формы, то оси обозначают (проставляют) со всех сторон проекции.

При большой длине здания, при перепадах более 1,2 м (в некоторых случаях более 1,8 м) между крышами смежных пролётов устраивают в зданиях деформационные, осадочные и температурные швы (т. ш., д. ш.). Эти швы могут совмещаться или быть порознь /6/. Расстояния между температурными швами приведены в табл. 41.

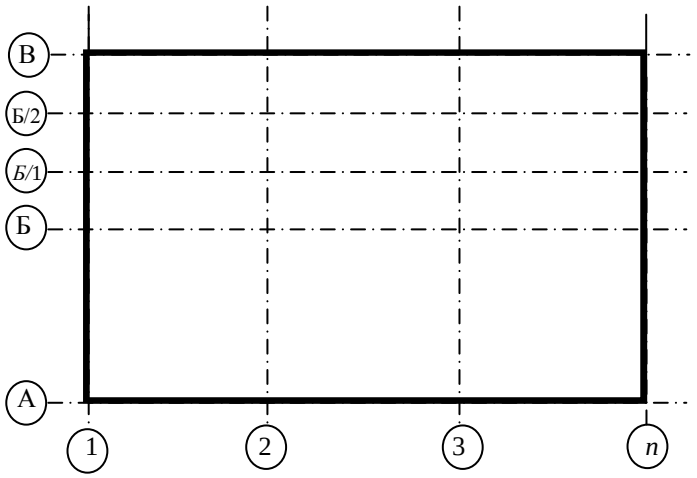


Рис. 28. Обозначение координационных осей на планах

Таблица 41

Наибольшие расстояния (м) между температурными швами при наружной температуре не ниже – 40˚С

Каркас	Здание		Сооружение открытое
	отапливаемое	не отапливаемое	
	расстояние между температурными швами		
Стальной	230	200	150
Смешанный (ж. б. колонны, стальные или деревянные фермы/балки)	60	40	40
Сборный железобетонный	60	40	40

Продольные швы т. ш. и д. ш. обычно совмещают на границе перехода пролётов. Их устраивают на раздельных колоннах со вставкой. Поперечные швы устраивают на двух рядах колон со вставкой, ширина которой принимается в зависимости от грузоподъёмности крана 0,5; 0,75; 1,0м. Оси рядов смещаются относительно координационной оси. Условия применения вставок приведены в табл. 42 и на рис. 29, 30.

Таблица 41

Условия по ширине вставок

Ширина вставки, мм	Грузоподъёмность, т	Высота колонны, м	Шаг колонны, м
500	≤ 50		6
750	≤ 50		6,12
1000	> 50		12
1500	> 75		12

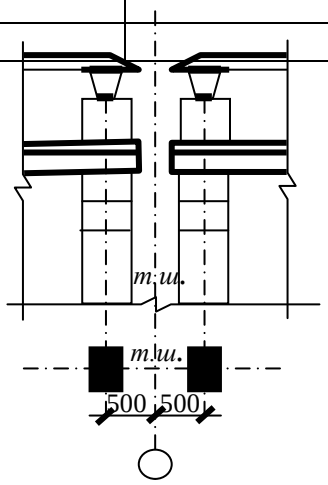


Рис. 29. Поперечные температурные швы

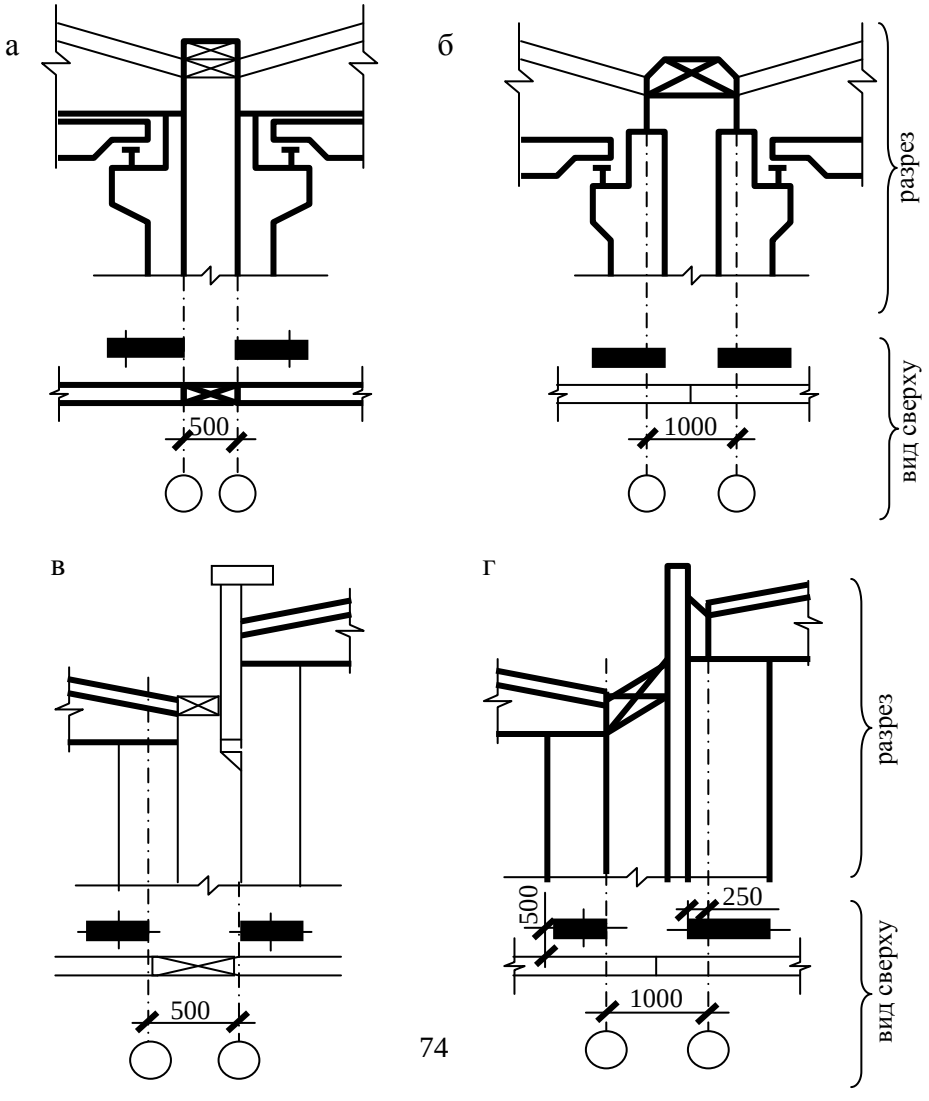


Рис. 30. Продольные температурные швы
условное обозначение вставки
- пролеты одинаковой высоты
- пролеты разновысотные

11.2. Колонны, связи

Известно, что большинство промышленных зданий является каркасным. Каркас одноэтажного здания с покрытием из плоских элементов состоит (рисунок 31) из поперечных рам, которые образованы жёстко защемлёнными в фундаментах колонн и шарнирно опирающимися на колонны стропильными фермами (балками). В продольном направлении рамы связаны подкрановыми балками, подстропильными фермами, балками-распорками и стальными связями. Жёсткий диск могут образовывать плиты покрытия, приваренные к стропильным фермам.

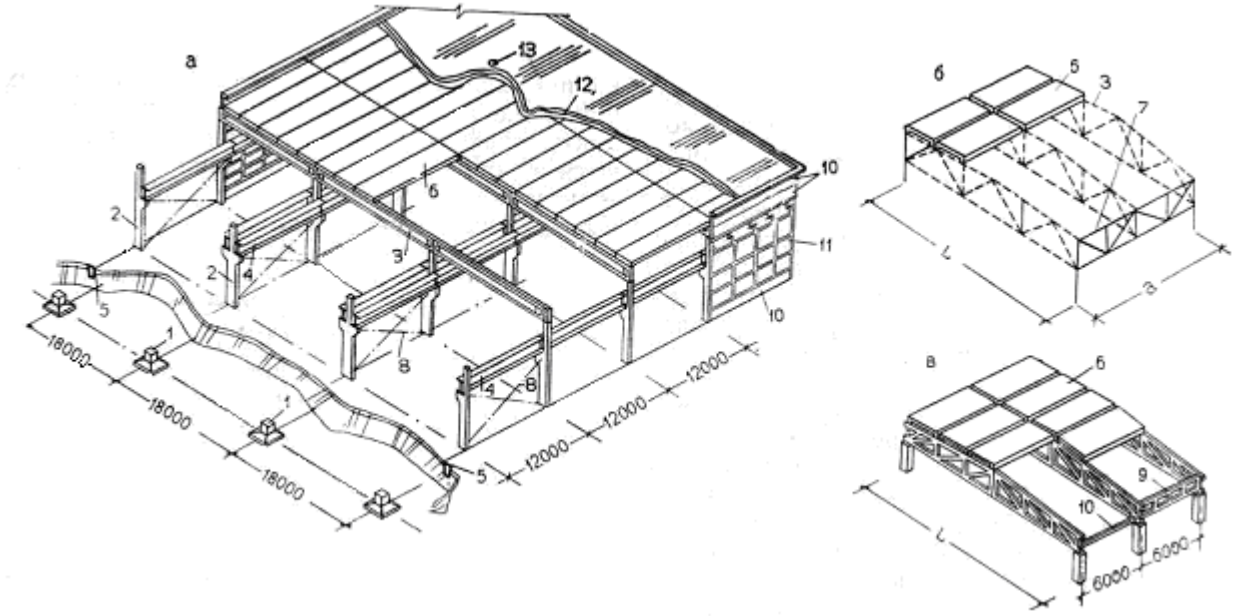


Рис. 31. Основные элементы каркаса одноэтажного промышленного здания

а – общий вид; *б* – схема устройства подстропильных конструкций; *в* – схема устройства вертикальных связей в покрытии; *1* – фундамент под колонну; *2* – колонна каркаса;
3 – ригель (балка или ферма); *4* – подкрановая балка; *5* – фундаментная балка; *6* – несущая конструкция ограждающей части покрытия – плиты; *7* – подстопильная ферма; *8* – вертикальные связи между колоннами; *9* – вертикальные связи в покрытии; *10* – наружная стена; *11* – оконные переплеты; *12* – ограждающая конструкция покрытия (пароизоляция, термоизоляция и кровля); *13* – воронка внутреннего водостока

Каркас здания принимает значительные усилия статического и динамического характера, возникающие в связи с перекрытием больших площадей, ко-

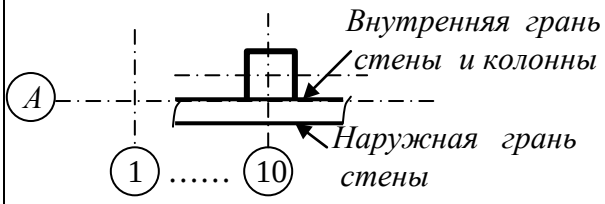
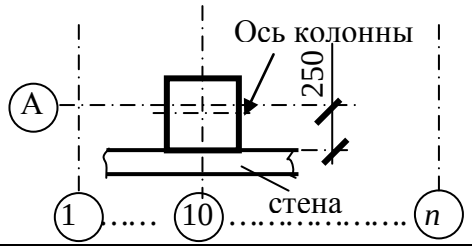
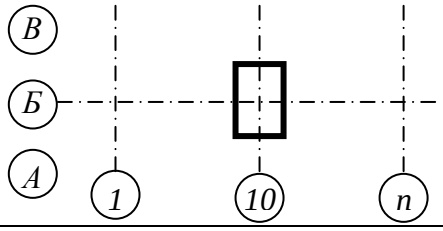
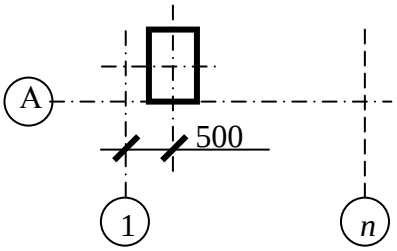
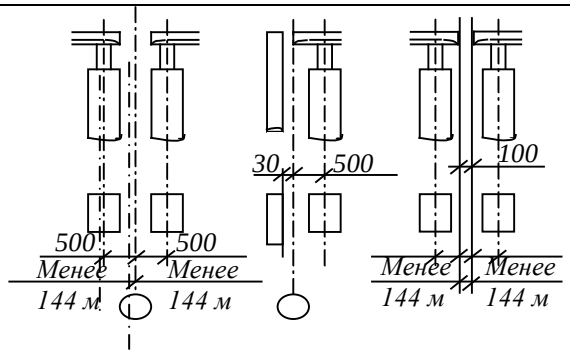
торые необходимы для расстановки крупногабаритного оборудования и которые проявляются при эксплуатации оборудования.

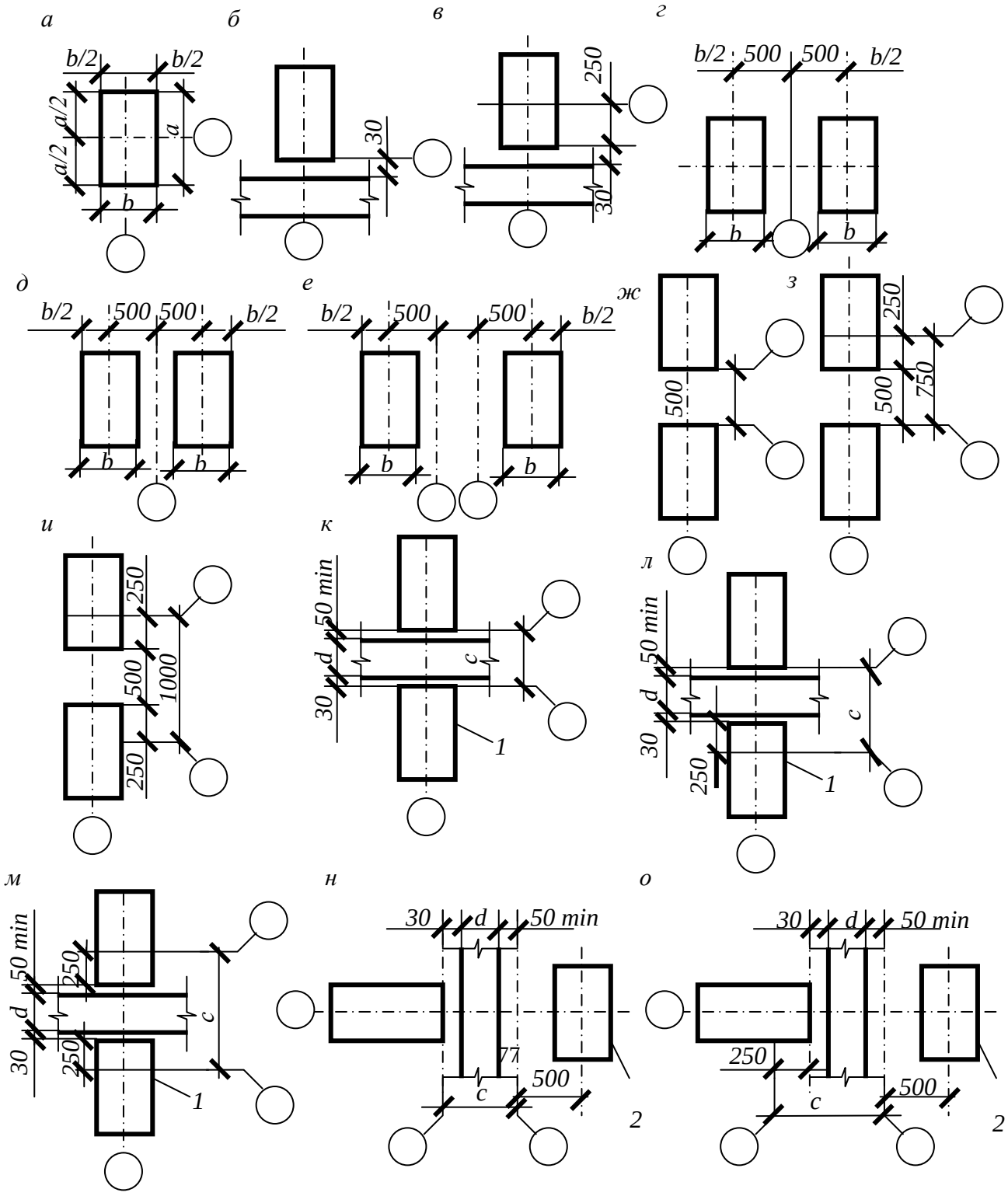
По положению в здании колонны подразделяются на крайние и средние. К крайним колоннам примыкают стеновые ограждения. Крайние колонны могут быть фахверковыми (пункт 12.3), служащими для крепления стен, и основными, которые, как и средние, воспринимают нагрузку от кранов, от конструкций покрытия (пункт 12.6).

Когда оси колонн совпадают (или их совмещают) с осями координационной сетки, тогда говорят о «нулевой привязке» колон. Расположение колонн в координационной сетке зависит от грузоподъёмности и режима работы кранов, от высоты здания. Основные варианты размещения колонн приведены в табл. 42 и на рис. 32 и 33.

Таблица 42

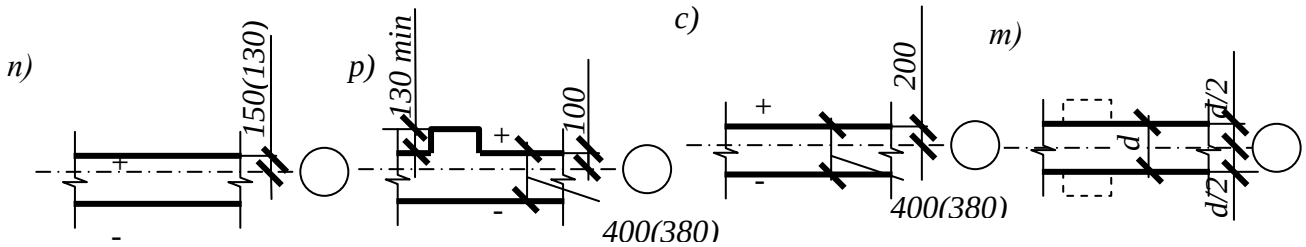
Размещение колонн в координационной сетке

Характер	Условия	Изображение
Внешняя грань колонн совмещается с продольной координационной (буква А) – «нулевая» привязка	1. Мостовой кран грузоподъёмностью не более 20 т; 2. Железобетонный каркас с высотой не более 14,4 м	
Внешняя грань смещена на 250мм наружу с координационной оси	1. Мостовой кран грузоподъёмностью более 20 т; 2. Наличие проходов вдоль подкрановых путей	
Совпадение осей колонны и координационных осей	Колонна среднего ряда, за исключением колонн д. ш. и т. ш.	
Ряд колонны в торце здания (пролета) / оси 1-я и n-я /	1. При укрупненной сетке (шаг по продольной оси 12 м) совмещение оси колонны внутрь здания от оси координационной 500 мм; 2. При обычной сетке (шаг 6 м) – смещение 250 мм.	
Поперечный деформационный (д. ш.) и температурный (т. ш.) швы	Отапливаемое здание с железобетонным каркасом; расстояние между швами до 174 м; укрупненная сетка колонн	



а – привязка колонн к средним осям; *б – в* – то же, колонн и стен к крайним продольным

Рис. 32. Привязка колонн и стен одноэтажных зданий к продольным и поперечным разбивочным осям



n – m – привязка несущих к продольным разбивочным осям*;* 1 – колонны повышенных пролетов*;* 2 – колонны пониженных пролетов, примыкающих торцами к повышенному поперечному пролету

Окончание рис. 32. Привязка колонн и стен одноэтажных зданий к продольным и поперечным разбивочным осям

Конструкция колонн

В колонне выделяют базу, ствол, шейку с оголовком. База или входит в стакан подколонника фундамента (для железобетонных колонн), или крепится анкерными болтами к подколоннику, в обоих случаях замоноличивается до уровня отметки чистого поля.

Ствол колонны может быть постоянного или переменного сечения. Железобетонные колонны армируются сварным или вязаным каркасом, в каждой колонне имеются закладные элементы для крепления стеновых панелей, связей. Ветви ствола соединяются решёткой из диафрагм и раскосов, горизонтальных стержней или перемычек.

Шейка - это надкрановая часть, которая заканчивается оголовком. К оголовку крепятся строительные фермы (балки). В шейке устраивают проходы (*B* x *H* = 400 x 1900 мм в стальных колоннах и В x Н = 580 x 2200 мм для железобетонных колонн) в уровне подкрановых путей для постоянного наблюдения (осмотр, ремонт) за состоянием крановых путей при тяжёлом и весьма тяжёлом

режимах работы кранов (см. пункт 11). Условия применения проходов приведены в табл. 43.

Таблица 43

Условия применения проходов

Материал колонны	Высота здания	Пролет	Шаг колонны	Грузоподъёмность, т
железобетон	10,8 – 18,0	18, 24, 30, 36	6,12	10 – 75
сталь	10,8 – 18,0	18, 24, 30, 36	6,12	≥ 75

Высоту шейки колонн называют крановым габаритом здания (рис. 34, 35). Он включает высоту подкранового пути (с учётом подкранового рельса), крановый габарит (расстояние от головки рельса до высшей точки грузовой тележки крана) и минимальное расстояние до низа стропил (т. е. зазор между краном и элементом покрытия здания). Последнее учитывает режим работы крана и составляет **не менее**:

100 мм – для режимов Л, С, и Т;

250 мм – для режима ВТ.

Конструктивно колонны делятся на одно– и двухветвевые. Первые воспринимают нагрузку подкрановыми консолями от подкрановых балок и рельсов. У вторых одна ветвь (внутренняя) является подкрановой, а другая – воспринимает нагрузки от стен и от покрытия.

Одноветвевые колонны применяются:

- железобетонные, если грузоподъёмность крана 20 т и менее и высота пролёта до 8 м;
- стальные, если грузоподъёмность крана 20 т и менее и высота пролета до 9,6 м.

Таблица 44

Особенности железобетонных колонн

Грузоподъёмность крана, т	Вид колонны	Сечение, мм	Глубина заделки, м	Высота здания, м
≤ 20	Одноветвевая	400x400; 500x500; 600x500	0,9; 1,0; 1,6	
30, 50	Одноветвевая с консолями	400x600 400x800 500x800		Менее 10,8
	Одноветвевая сборная			
	Двухветвевая ступенчатая		1,08 1,35	≥ 10,8
	двухветвевая ступенчатая частоконсольная		3,6; 5,6 – при наличии технических подполий, подвалов, каналов	

Колонны изготавливаются серийно или из железобетона или стальными, а по способу изготовления они могут быть монолитными или сборными. Железо-

бетонные колонны дешевле стальных и могут выдержать нагрузку 75-тонных кранов и менее. Высота колонн соответствует высотному модулю 0,6 м при высотах менее 4,8 м; 1,2 м при высотах менее 10,8 и 1,8 м при высотах более 11 м.

Основные данные по колоннам приведены на рис. 33 - 45, крановый габарит здания и сечение подкрановых балок помещены в табл. 45, 46.

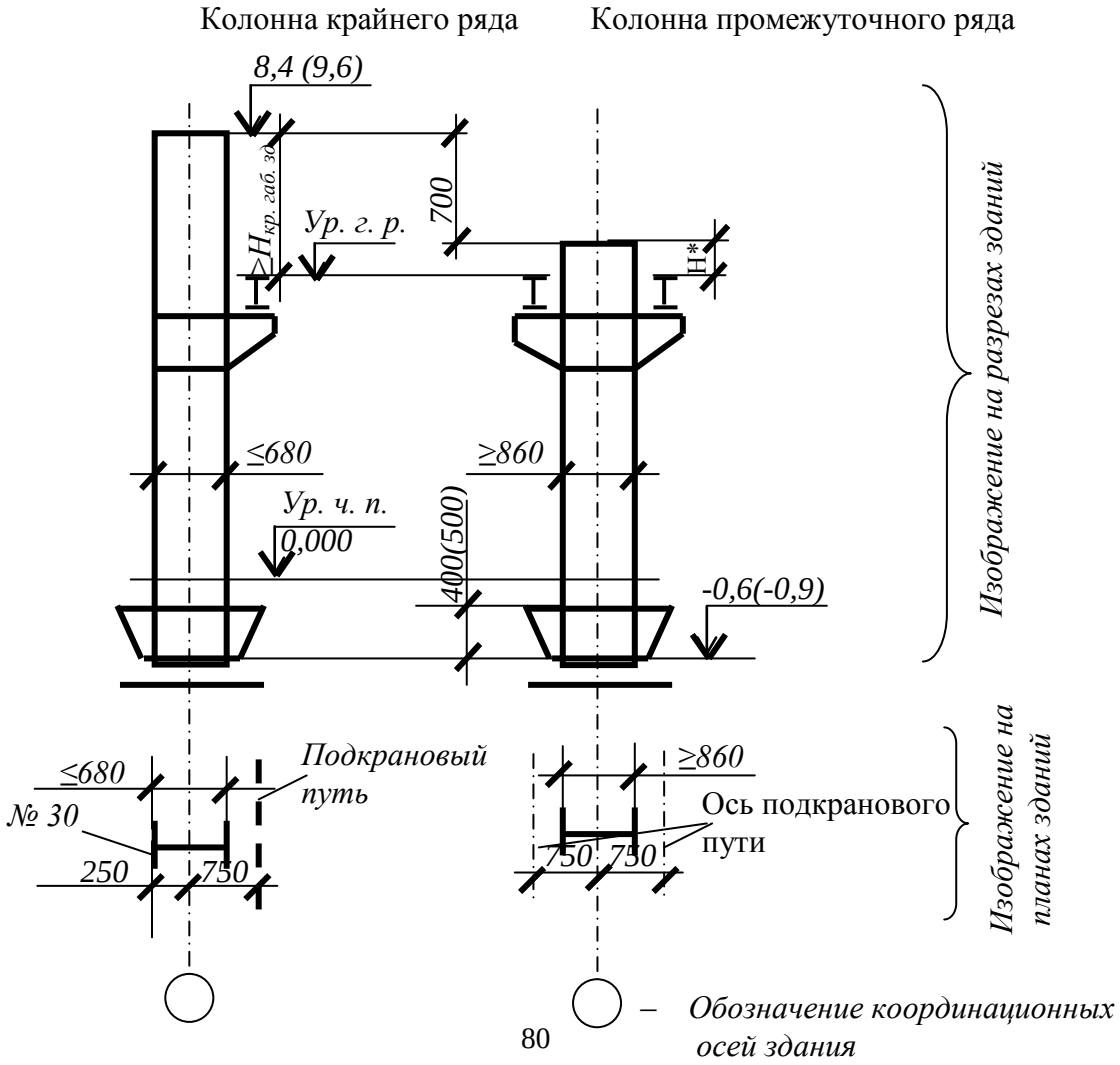


Рис. 33. Стальные колонны постоянного сечения для зданий с опорными кранами грузоподъёмностью 20 т и менее без проходов в уровне подкрановых путей (шаг колонн 6 (12) м, пролёт ≤24 м)

Ур. ч. п. – уровень чистого пола; Ур. г. п. – уровень головка рельса; $H_{\text{кр. габ. зд.}}$ – крановый габарит здания; H^* – ≥ 1850; двутавры сварные.

Примечание. Размеры металлоконструкций в мм; строительные размеры в м.

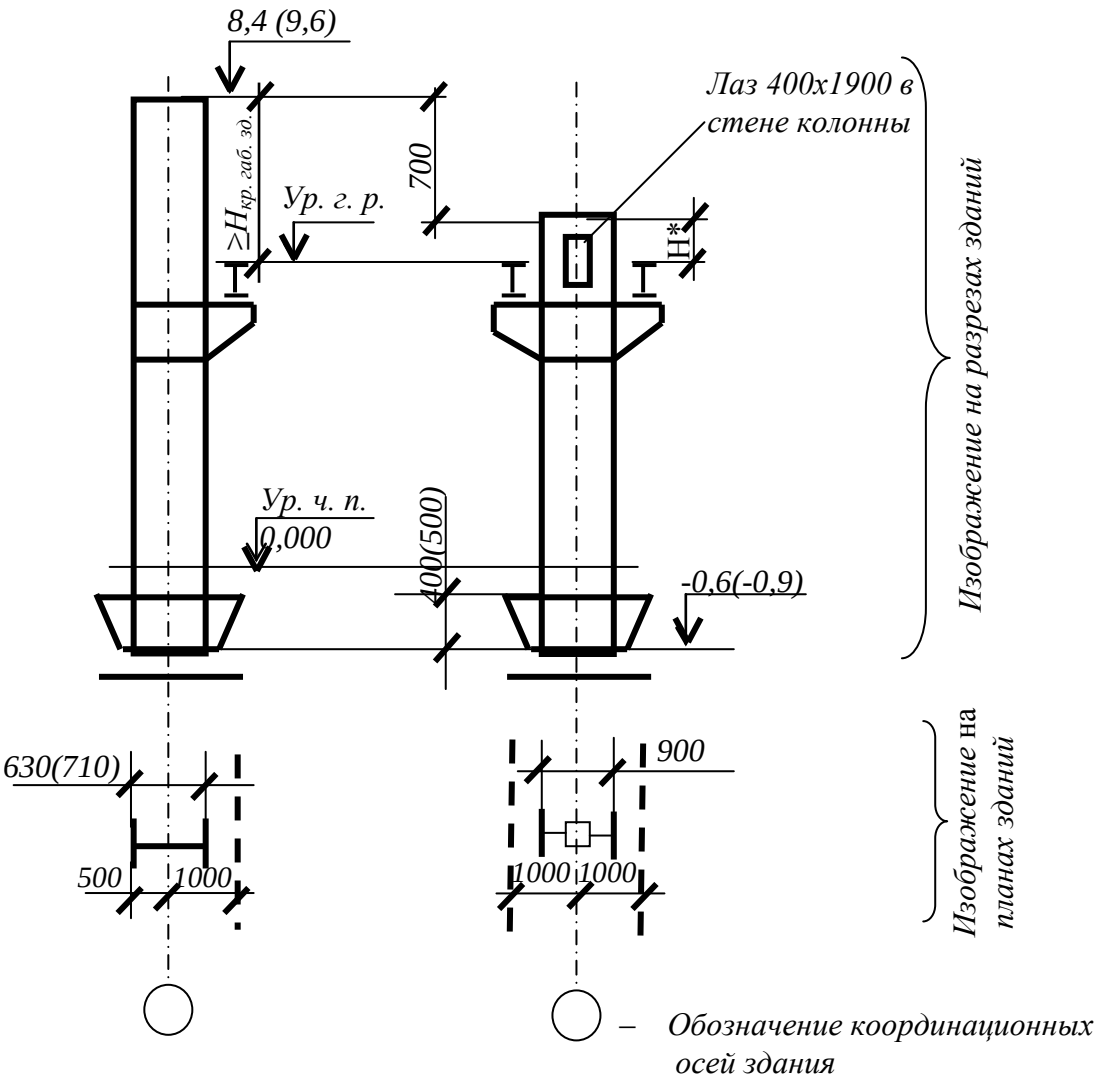
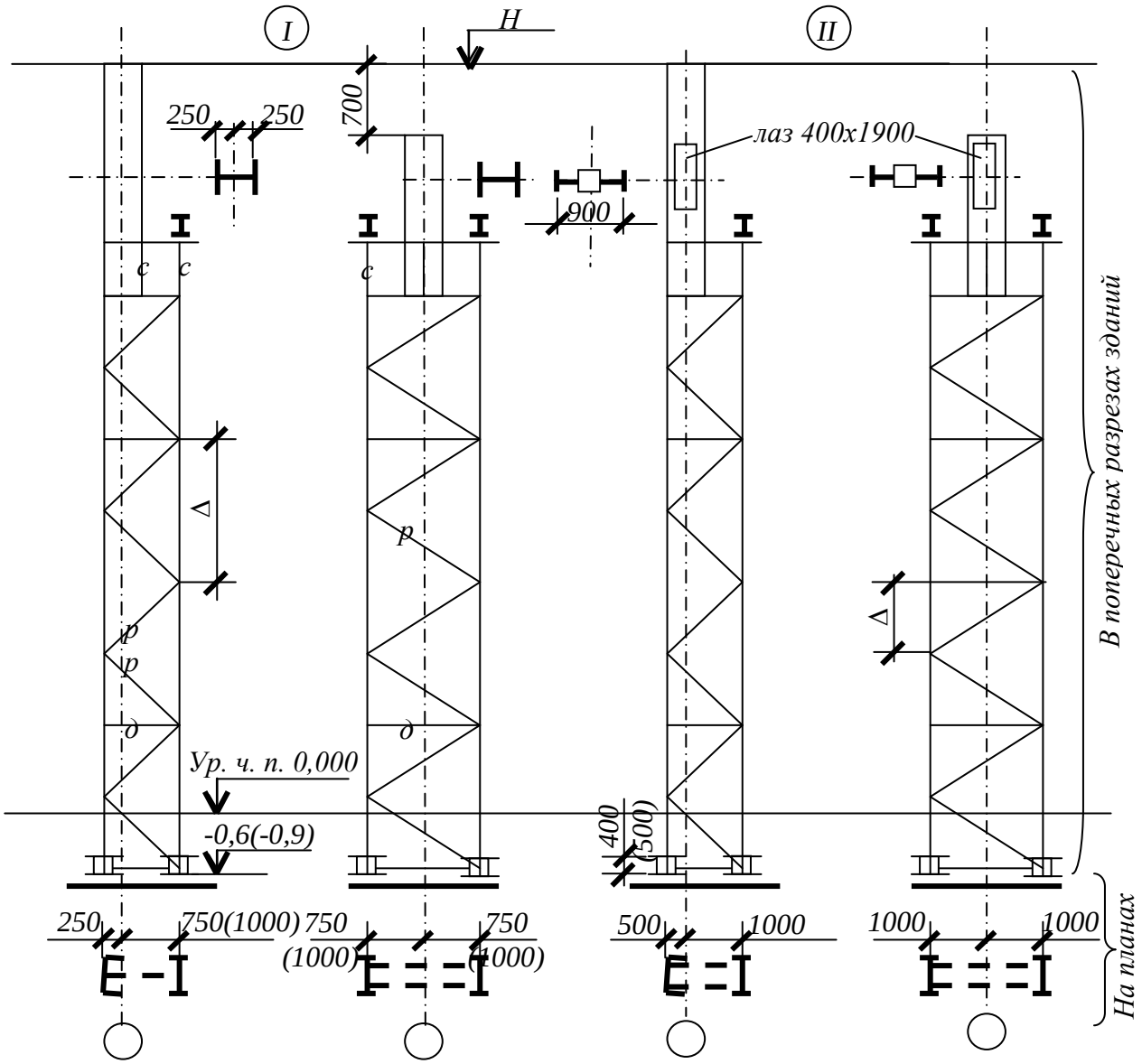


Рис. 34. Стальные колонны постоянного сечения для зданий с опорными кранами грузоподъёмностью 125 т и менее без проходов и с проходами в уровне подкрановых путей (шаг колонн 6 (12) м, пролёт 36 м и менее)

Ур. ч. п. – уровень чистого пола; Ур. г. р. – уровень головка рельса; $H_{\text{кр. габ. зд.}}$ – крановый габарит здания; $H^* - \geq 2900$

Примечание. Размеры металлоконструкций в мм; строительные размеры в м;

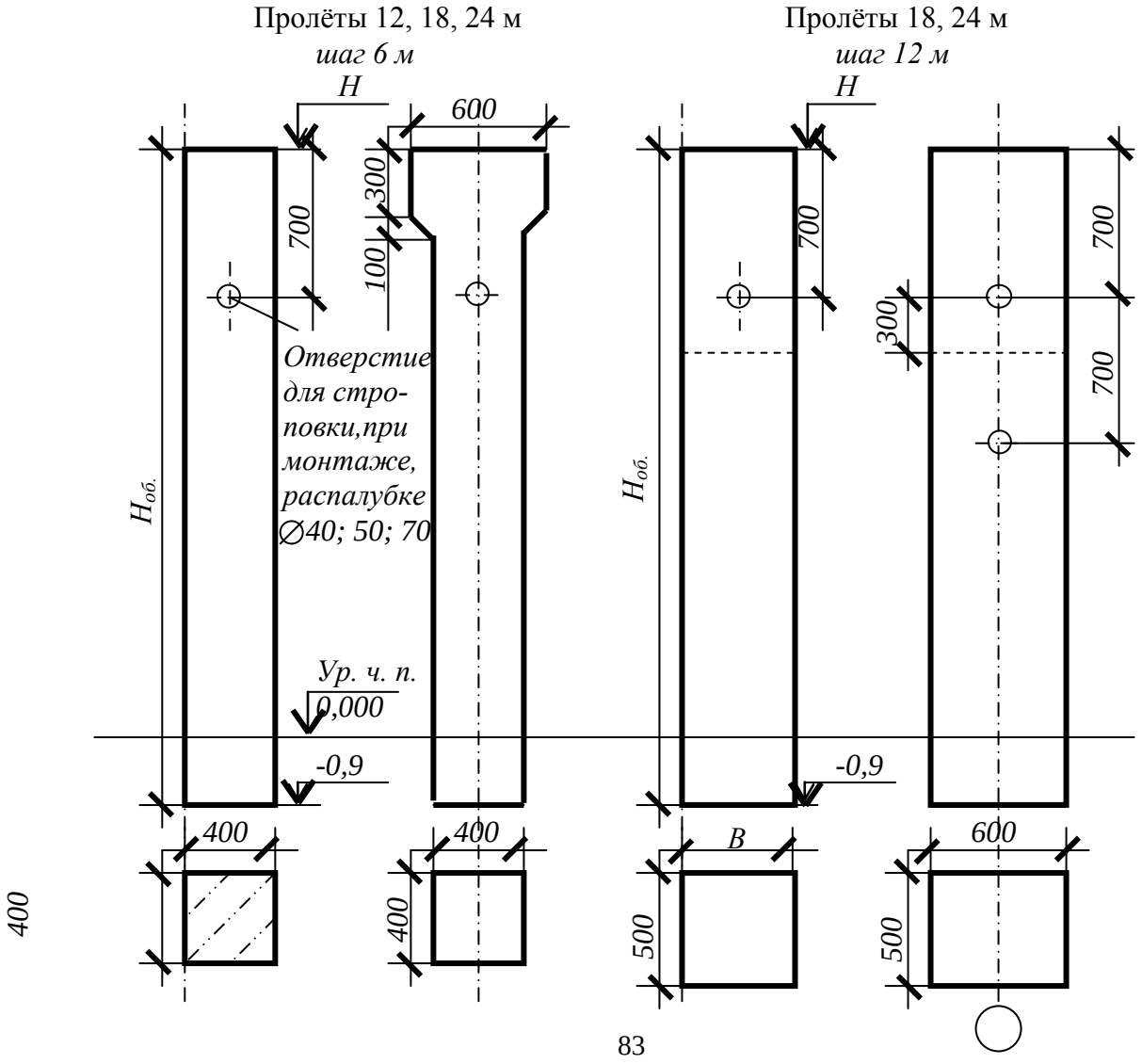


Размеры в м

Колонна		***H***	Δ	Грузоподъёмность крана, т
I	крайняя	10,8 – 18,0 с интервалом 1,8	1200 (1500)	< 75
	средняя	-	1800 (2400)	При легком режиме ≤ 125
II	крайняя	-	1800	≥ 75
	средняя	-	2400	≥ 75

Примечание: *д* – диафрагма; *р* – раскос; *с* – стойка;
– двухветвевая колонка состоит из шейки ( ) и подкрановой части ствола с наружной и подкрановой ветвями (,), соединяемыми решёткой ( );
– решётка состоит из раскосов, стоек и диафрагмы. Между диафрагмами располагаются не более четырёх раскосов;
– высота стоек 600 – 1400 с интервалом 200 мм;
– проход в стенке крайней колонны только при кранах грузоподъёмностью 75 т и более;
– при грузоподъёмности крана >250 т смещение подкрановой ветви 1500 относительно координационной оси.

Рис. 35. Стальные колонны двухветвевые с проходами и без проходов в уровне подкрановых путей (шаг колонны крайних 6 м и средних – 12 м, пролёт ≤ 36 м)

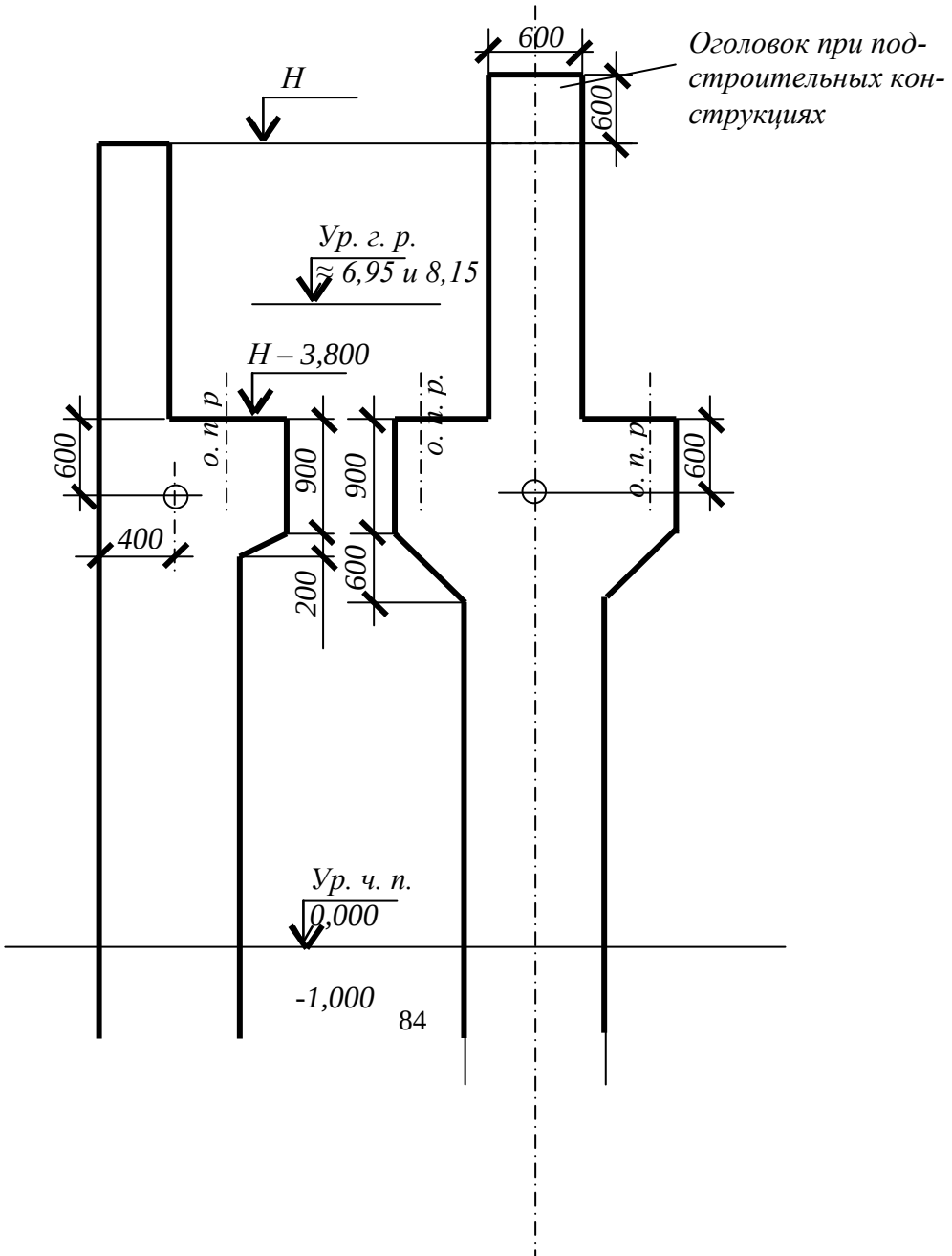


B, мм	*H*, мм
500	4,8; 6,0; 7,2
600	8,4; 9,6

$H_{об.} = H + 0,9$; *м*

$H_{об.} = H + 0,9$; *м*

Рис. 36. Железобетонные колонны однопролетных зданий без опорных кранов



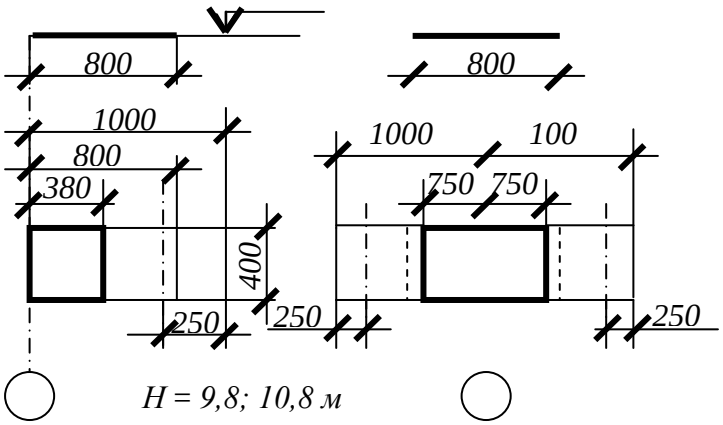


Рис. 37 – Железобетонные колонны для зданий с кранами грузоподъёмностью 10 и 20/5 т (пролёты 18 и 24 м, шаг 6 м)

Пролёт 18 и 24 м, шаг 6 м

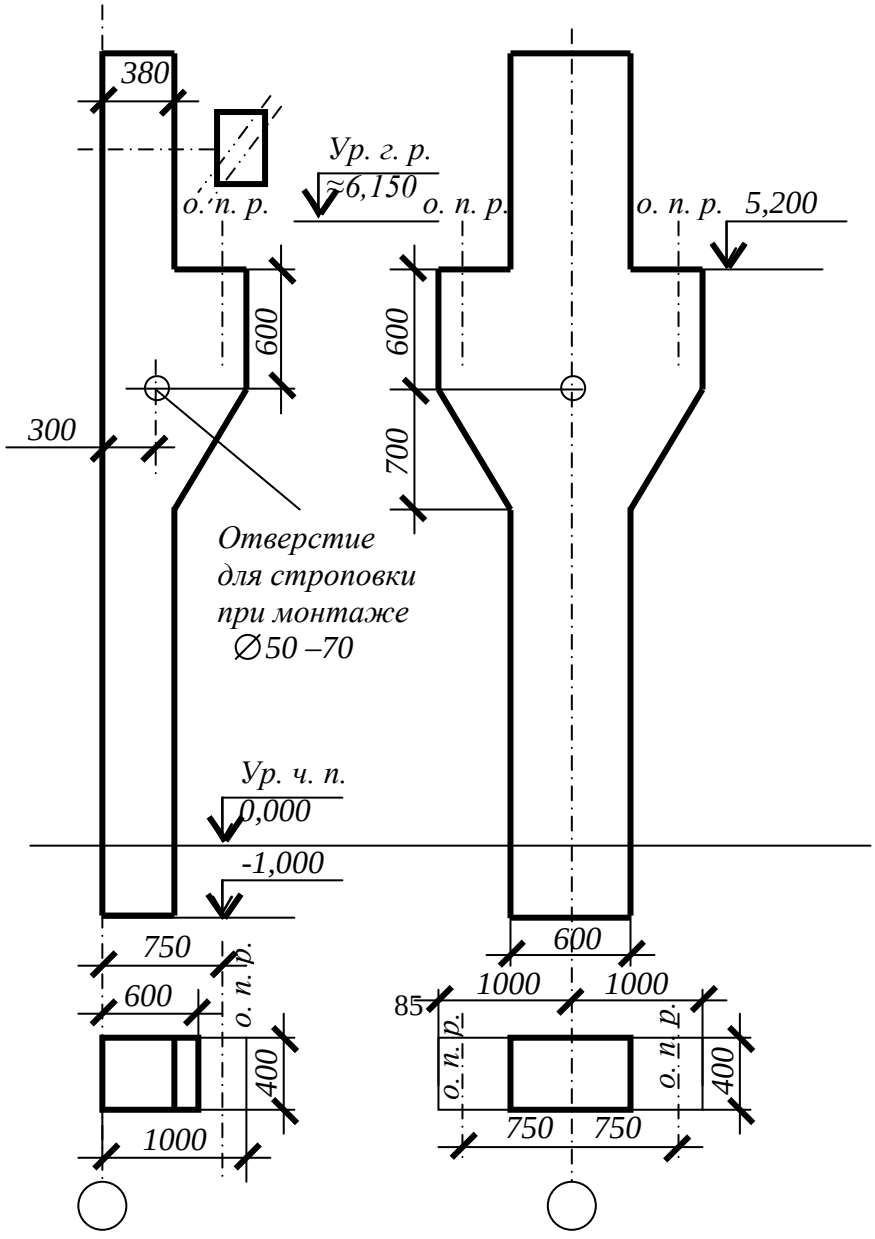
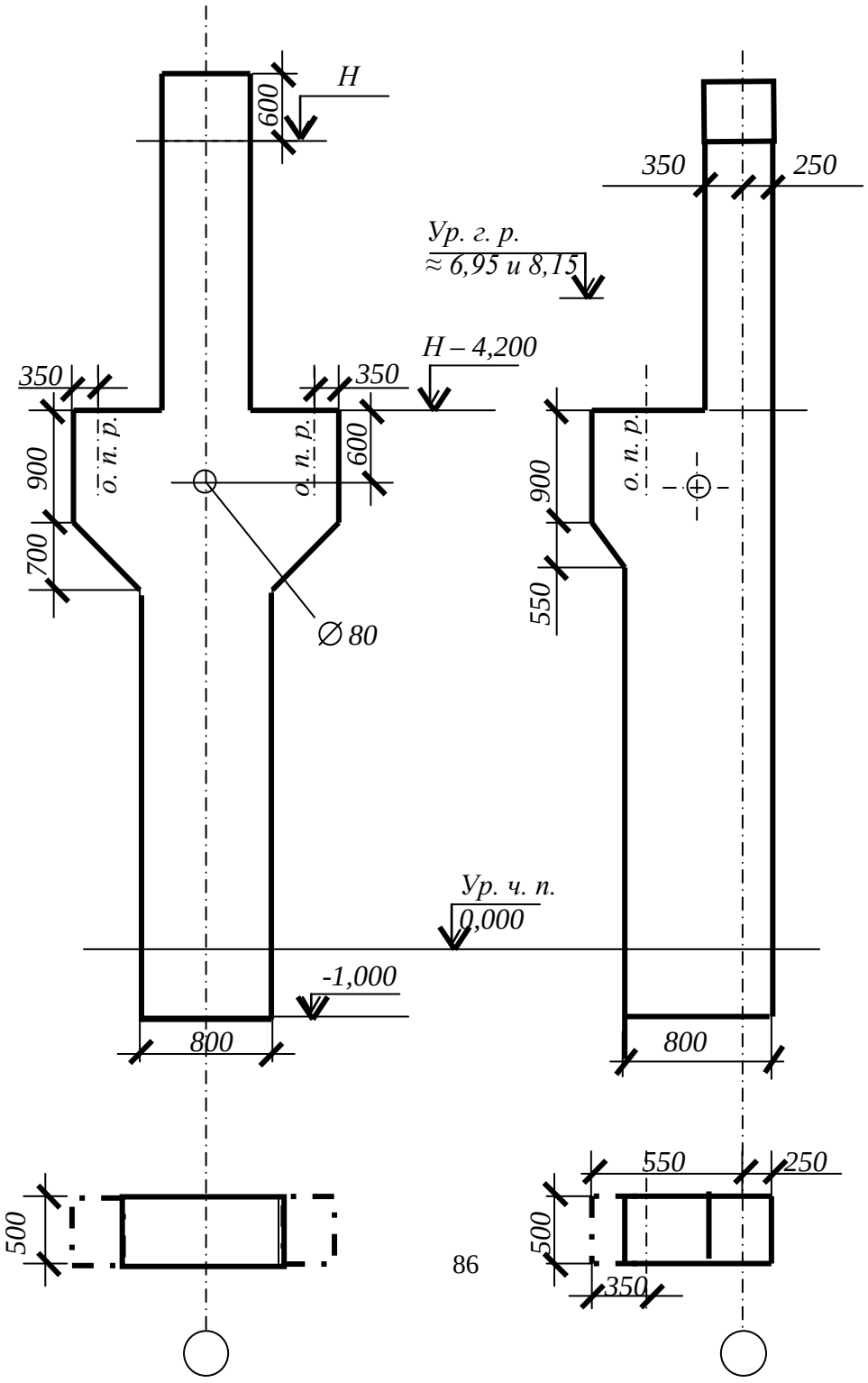


Рис. 38. Железобетонные колонны для зданий с кранами грузоподъёмностью 10 т
о. п. р. – ось подкранового рельса; Ур. г. р. – уровень головки подкранового рельса;



H = 9,8; 10,8 м

Рис. 39. Железобетонные колонны для зданий с кранами грузоподъёмностью 10 и 20/5 т (пролёты 18 и 24 м, шаг 12 м)

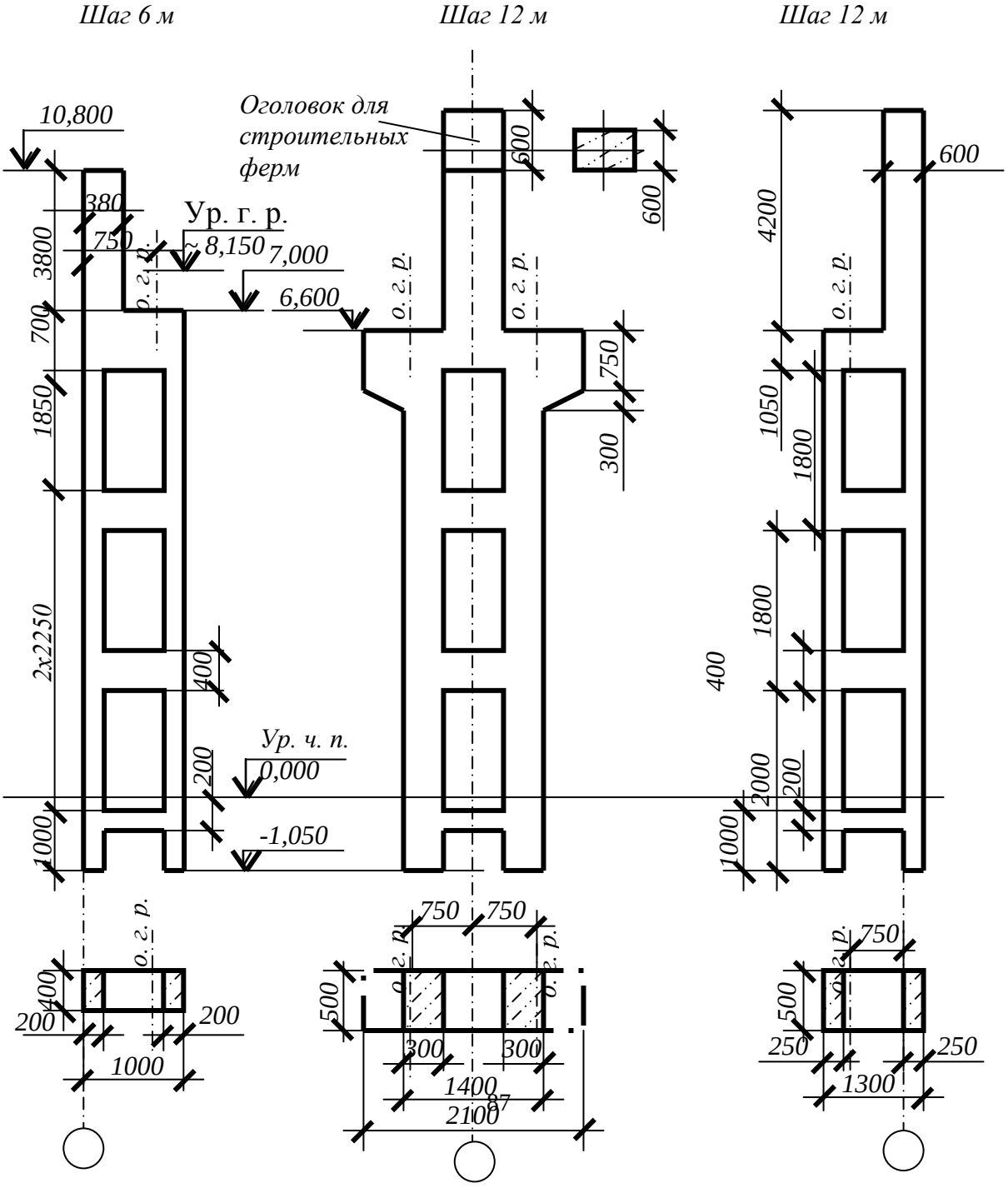


Рис. 40. Железобетонные двухветвевые колонны для зданий с кранами грузоподъёмностью 10 – 50 т (пролёты 18 и 24 м)

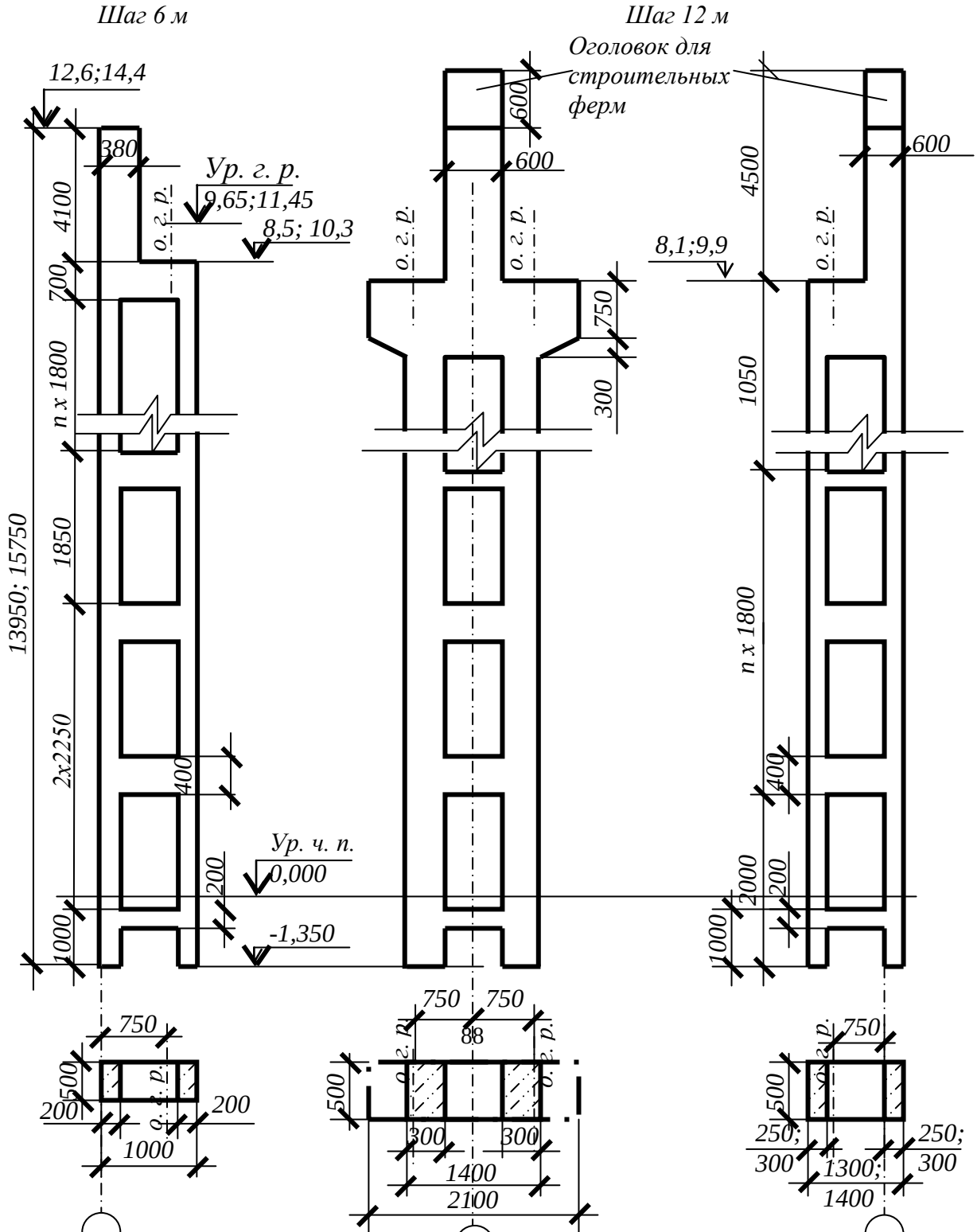
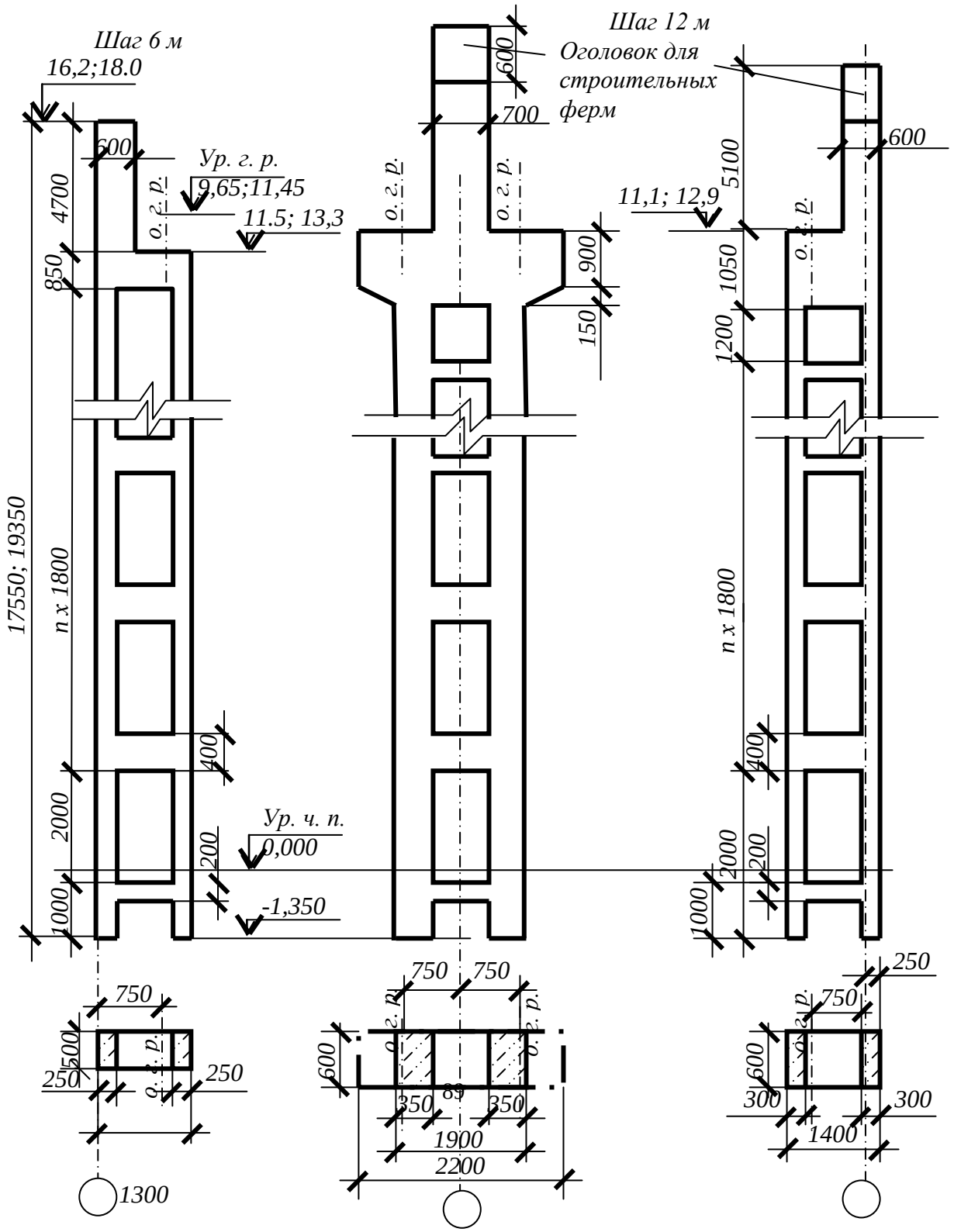
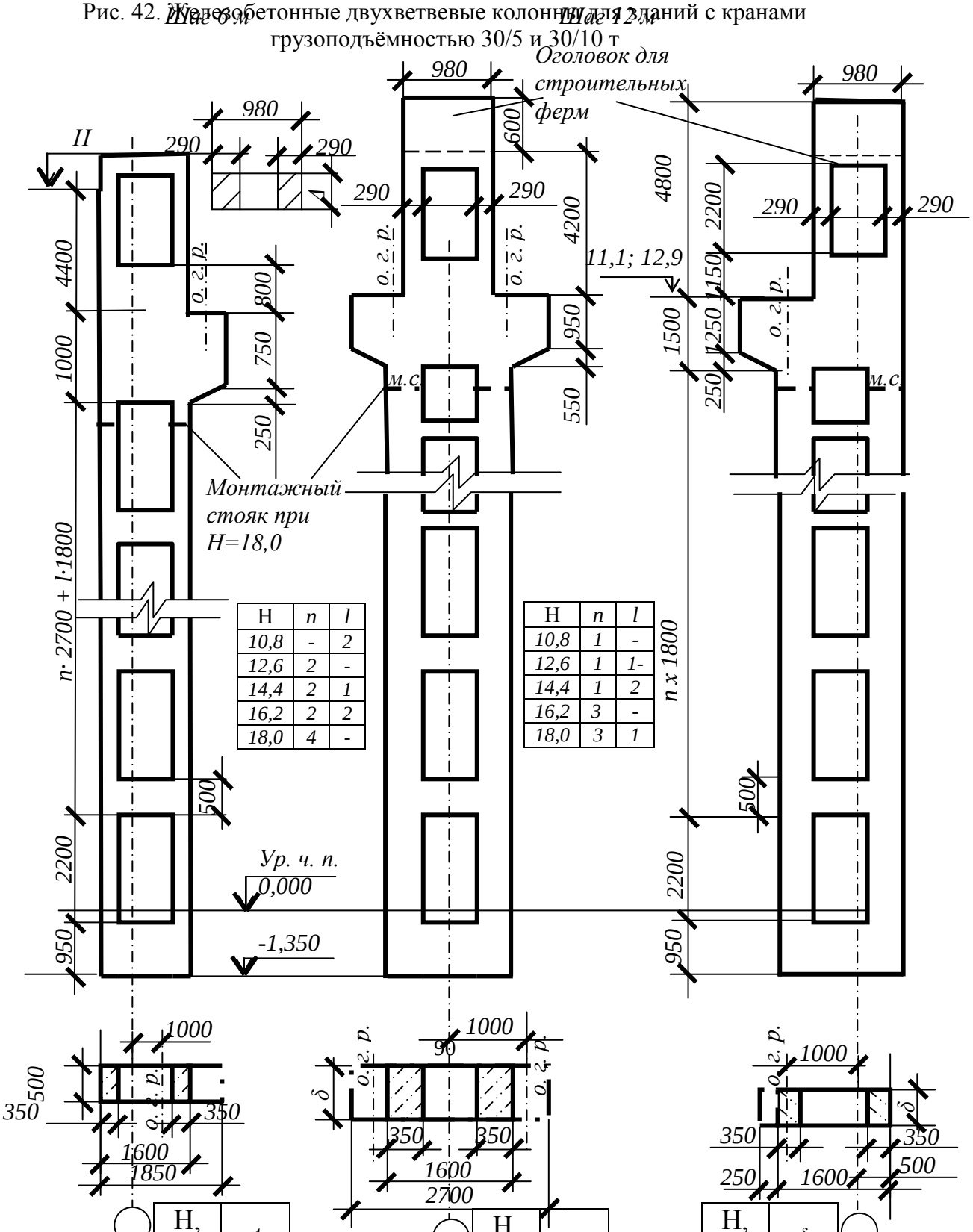


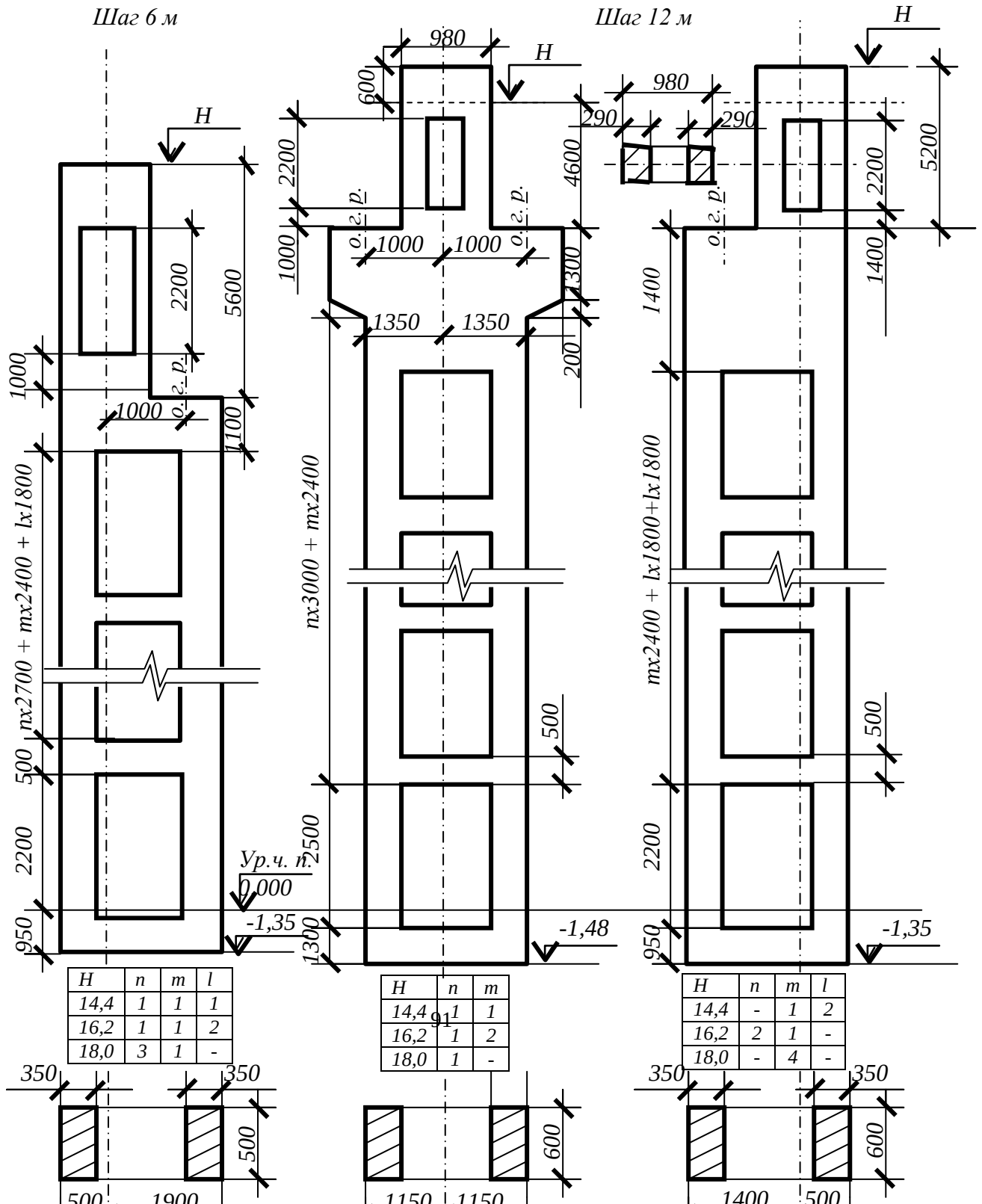
Рис. 41. Железобетонные двухветвевые колонны для зданий с кранами грузоподъёмностью 10 – 50 т (пролёты 18, 24 и 30 м)



Грузоподъёмность, т	Ур. г. р., м

Рис. 42. Железобетонные двухветвевые колонны для зданий с кранами грузоподъёмностью 30/5 и 30/10 т

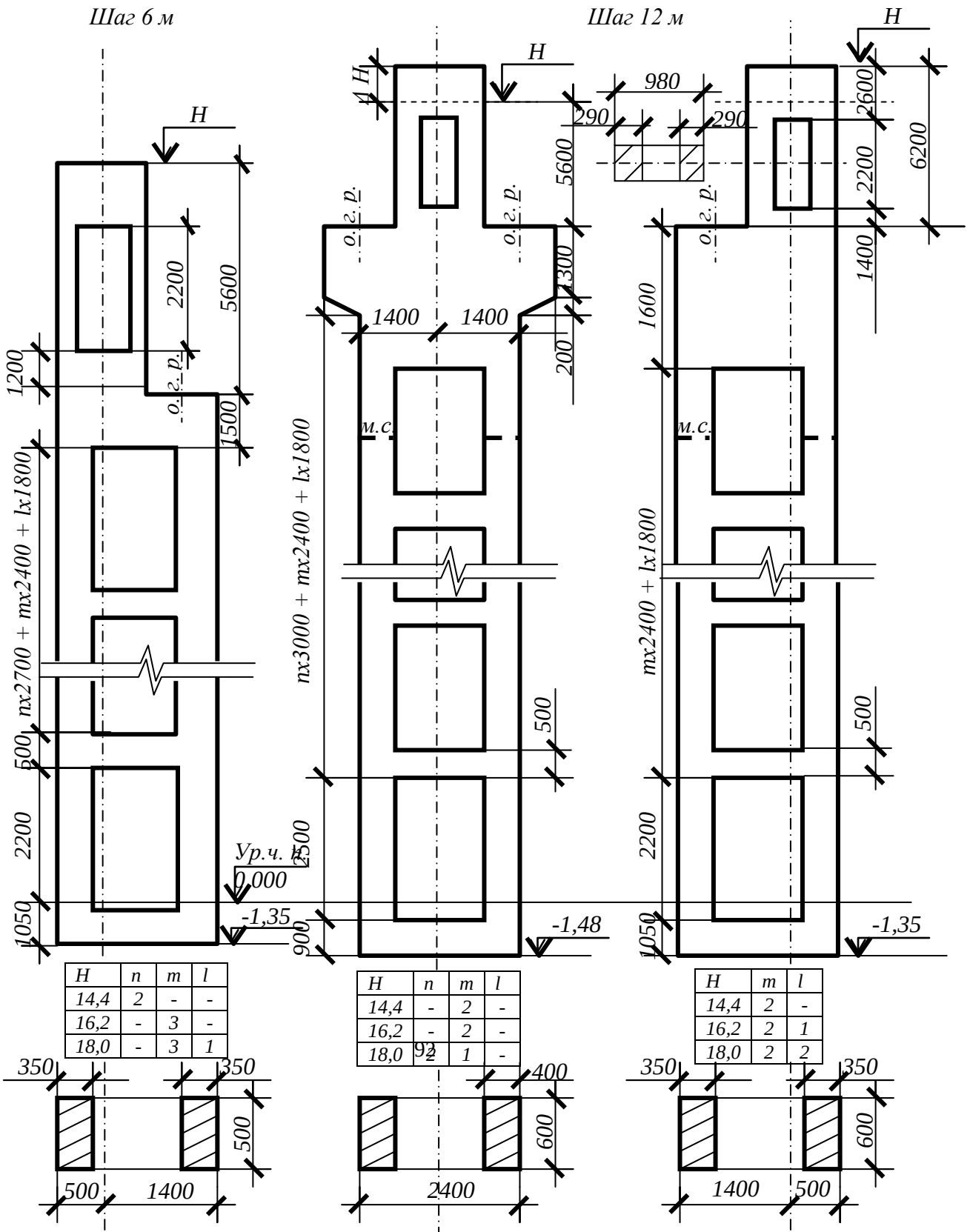




H	n	m	l
14,4	1	1	1
16,2	1	1	2
18,0	3	1	-

H	n	m
14,4	1	1
16,2	1	2
18,0	1	-

H	n	m	l
14,4	-	1	2
16,2	2	1	-
18,0	-	4	-



H	n	m	l
14,4	2	-	-
16,2	-	3	-
18,0	-	3	1

H	n	m	l
14,4	-	2	-
16,2	-	2	-
18,0	-	1	-

H	m	l
14,4	2	-
16,2	2	1
18,0	2	2

Таблица 45

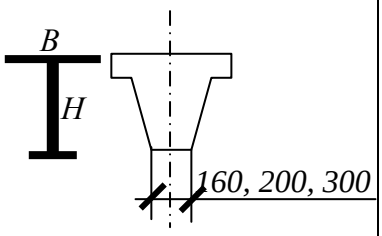
Крановый габарит здания, подкрановые рельсы (размеры в мм)

Грузо-подъём-ность, т	Крановый габарит здания	Рельс		
		тип	высота	ширина подошвы
10 20/5	2250	КР – 50	90	90
20/5	2650	КР – 60	105	105
30/5	2950	КР – 70	120	120
50/5	3350	КР – 80	130	130
80/20	4000	КР – 100	150	150
	При пролете 30, 36 м 4400			
100/20	4000	КР – 120	170	170
	При пролете 30, 36 м 4400			
200/32	5200			
	При пролете 36 м 5600			
250/32	5200			
	При пролете 36 м 5600			
320/32	6300			
350/75+10	6400	КР – 140	190	190
	При пролете 36 м 6800			
500/125+10	7400			
	При пролете 36 м 7800			

Таблица 46

Сечение подкрановых балок, В х Н м (шаг колонн 6 м /шаг колонн/ 12 м)

Грузоподъёмность, т	Стальные	Железобетонные
10	250 х 620	550 х 800
	280 х 990	
20	320 х 790	600 х 1000
	280 х 1240	650 х 1400

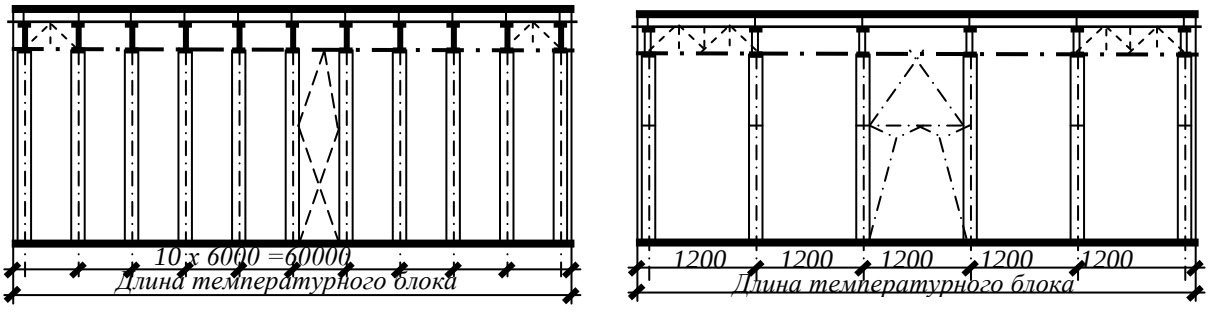
30/5	400 x 790	
	400 x 1240	
50/10	400 x 990	
	450 x 1390	
75/20	450 x 990	
	400 x 1590	
100/20	360 x 990	
	400 x 1790	
150/30	360 x 990	
	500 x 1750	
200/30	450 x 990	
	500 x 1750	

Связи

Каркасы промышленных зданий должны обладать пространственной жёсткостью. Если несущие элементы ограждающей части покрытия являются крупноразмерными плитами, то жёсткость обеспечивается установкой связей и диском покрытия. При прогонных покрытиях жёсткость создается только связями.

Связи могут быть вертикальными и горизонтальными. Продольную устойчивость каркаса обеспечивают вертикальные связи между колоннами. Эти связи располагаются в каждом ряду посередине температурного отсека – «подкрановые» (рис. 46) и в крайних шагах – «надкрановые» (или «в покрытиях»). Конструкция связей определяется грузоподъёмностью кранов, шагом колонн, величиной пролета, высотой здания.(рис. 47, 48).

а



б

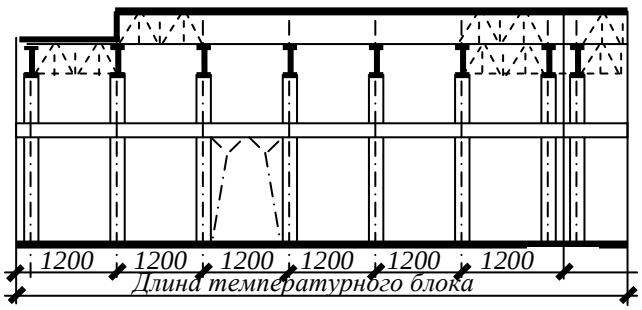


Рис. 46. Устройство связей между колоннами
а, б – схемы крестовых и портальных связей и их расположение по длине температурного блока

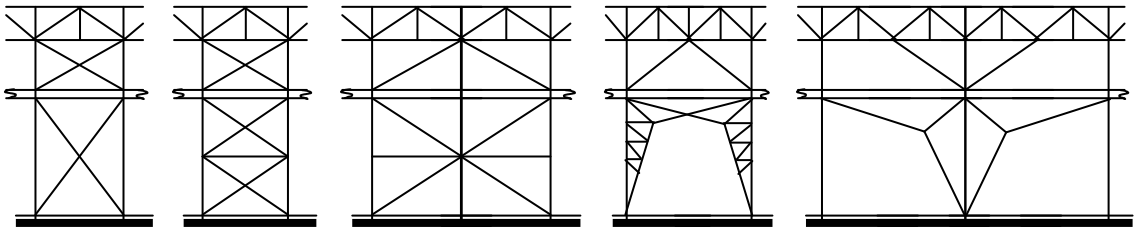


Рис. 47. Элементы стального фахверка и связи между колоннами

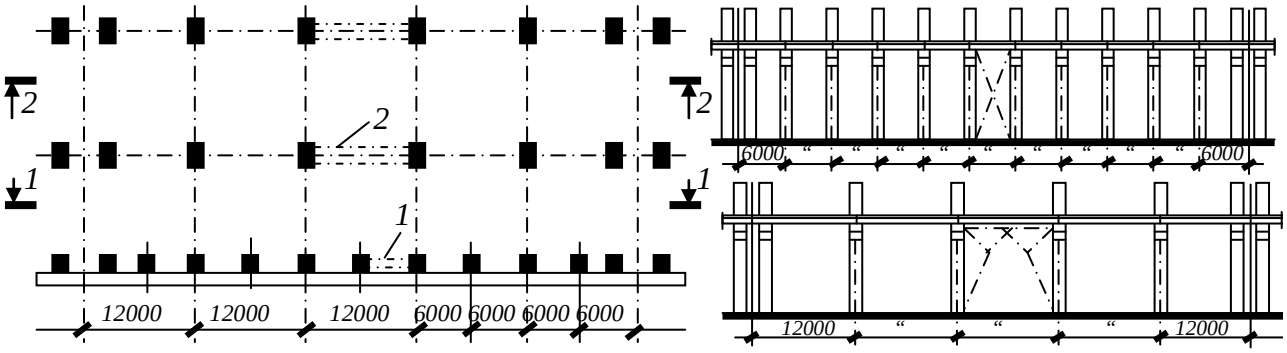


Рис. 48. Связи между железобетонными колоннами: 1 – крестовые связи; 2 – портальные связи

Крестовые связи применяются при шаге колонн 6 – 12 м и высоте до головки подкранового рельса 6 – 12,6 м; портальные – при шаге 12 – 18 м и высоте до головки подкранового рельса 8 – 14,6 м. Портальные связи используют также при необходимости пропуска напольного транспорта.

Горизонтальные связи (в основном крестового типа) устанавливают по верхним и нижним поясам основных несущих конструкций покрытия, обычно через каждые 60 м.

Связи крепят сваркой к закладным элементам колонн.

11.3. Фахверк

Фахверк (Fachwerk – нем.) это строительная конструкция в плоскости торцов пролётов (зданий). Она предназначена для восприятия только ветровых нагрузок и для поддержания стен. Конструкция представляет обычно рамное полотно в виде стеновых панелей, которые определённым образом закреплены на стойках (колоннах). Фахверковые колонны жёстко

рапета – уголками. Для придания жёсткости фахверку применяют связи: крестовые, портальные или полупортальные.

Поперечное сечение фахверковых колонн меньше, чем у основных колонн. Железобетонные колонны выполняются сплошными (сборными) и имеют сечения (мм) 400 х 400, 400 х 600, 400 х 800, …500 х 800. Стальные фахверковые колонны выполняются постоянного сечения и сплошными – сварные двутавры высотой 0,5 м с шириной полок 0,4 ÷ 0,55м.

11.4. Фундамент здания

Фундамент передаёт нагрузку на основание, которое может быть естественным и искусственным.

Фундаменты могут быть мелкого и глубокого заложения. У первых нагрузка передаётся на основание (грунт) через подошву, частично через стены. Вторые проектируются в виде опускных колодцев, которые погружаются по мере разработки грунта под действием собственного веса или пригрузки. Фундаменты глубокого заложения могут выполняться также в виде буровых свай, забивных свай-оболочек.

По характеру изготовления различают фундаменты сборные и монолитные.

Выделяют типы фундаментов мелкого заложения: ленточный, столбчатый пенькового или стаканного типа.

Под фундаментом устраивается бетонная или уплотнённая песчано-гравийная подготовка.

Сборные фундаменты используются ленточного типа или в виде сплошной железобетонной плиты.

Железобетонные фундаменты глубокого заложения выполняются по форме опускного колодца в плане круглыми, прямоугольными и смешанной формы. Предпочтительней круглая форма колодца. В оболочках монолитных фундаментных колодцев различают две части – ножевую и собственно оболочку. Толщина таких оболочек переменная по высоте и достигает в нижней части 2 ÷ 2,5 м. В оболочках предусматривают окна для выхода конвейерных галерей.

Внимание! На чертежах данного курсового проекта фундамент здания УСЛОВНО не показывается, за исключением опускного колодца.

11.5. Стены, фундаментные балки

Здания и сооружения могут быть отапливаемыми и неотапливаемыми. Это зависит от географического размещения фабрики и от назначения объекта. Внутри зданий и сооружений обеспечивается необходимый температурно-влажностный режим. Достигается это ограждением с помощью стен зданий от

внешнего воздействия. К тому же стены выполняют роль взрыво- пожаробезопасной преграды.

В основных производственных зданиях и сооружениях стены являются навесными. Внешние нагрузки (ветер, температурное воздействие) как и собственную массу стены, передают на колонны каркаса, за исключением нижнего подоконного яруса, который опирается на фундаментные (подстеновые) балки. На долю стен приходится около 10 % общей стоимости здания.

Внимание! В курсовых проектах студенты ОПИ разработкой конструкции стен не занимаются, на чертежах стены изображаются линиями внешнего и внутреннего (по отношению к зданию) контура с учётом толщины стеновых плит.

Стены выполняют чаще всего из крупных бетонных блоков или панелей. Толщина блоков 400 и 500 мм, длина до 6 м, высота – 600, 900, 1200, 1500, 1800 мм. Стены из панелей более лёгкие и легче монтируемые; длина панелей 6 и 9 м (допускается 3 м), высота 1,2 и 1,8 м (рекомендуются также 0,9 и1,5 м), толщина панелей для неотапливаемых зданий 100, 120…300 мм и для отапливаемых 160, 200, 250, 300 мм. Сверху панельная стена закрывается парапетной плитой (рис. 49)

Фундаментные балки воспринимают нагрузку от стеновых панелей и передают её на фундаментные столбики (рис. 51). Чтобы уложить фундаментную балку, под неё выбирают грунт и затем засыпают. Избежать размывания такой засыпки и подтекания воды под фундамент здания позволяет устройство отмостки по всему периметру здания. Ширина отмостки от 700 до 1000-1500 мм, материал – бетон или асфальт (рис. 50). Уклон отмостки 3 – 5 % от стены. Сечение фундаментных балок показано на рис. 52, длина балок от 4300 до 1950 мм.

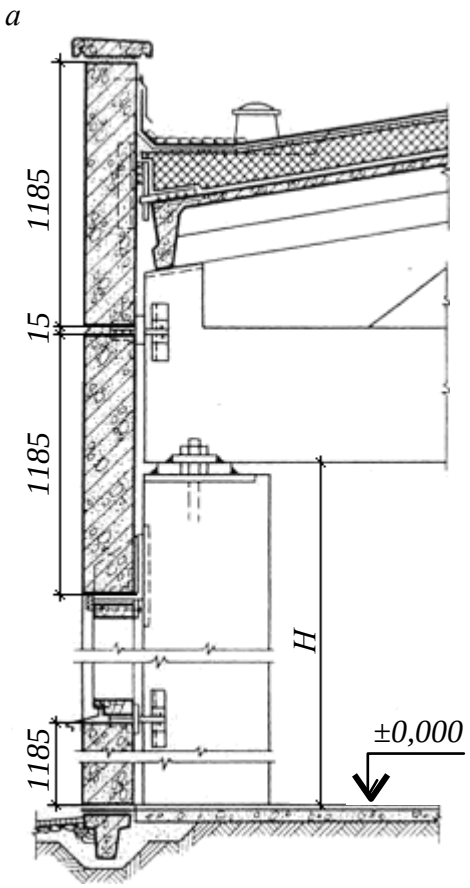


Рис. 49. Устройство панельной стены.

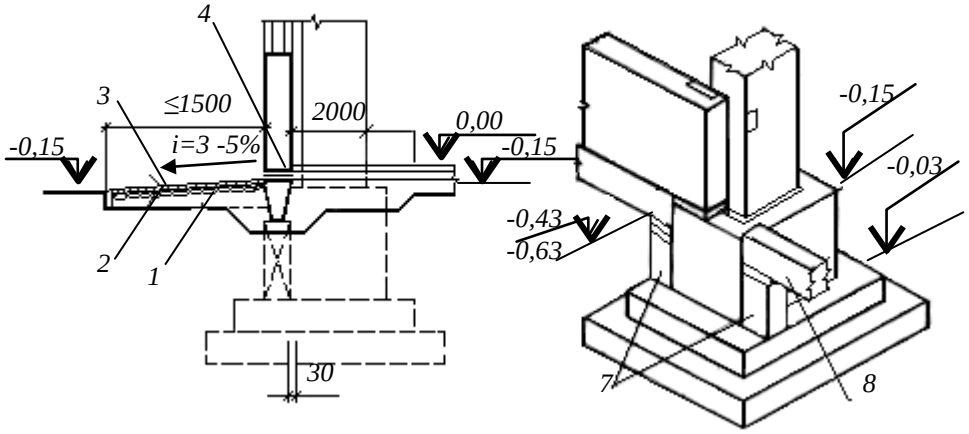


Рис. 50. Детали фундаментов крайнего ряда колонн
1 – песок; 2 – щебеночная подготовка; 3 – асфальтовое покрытие толщиной 20 – 40 мм отмостка; 4 – гидроизоляция; 5 – колонна; 6 – шлак или крупнозернистый песок; 7 – железобетонный столбик; 8 – фундаментная балка.

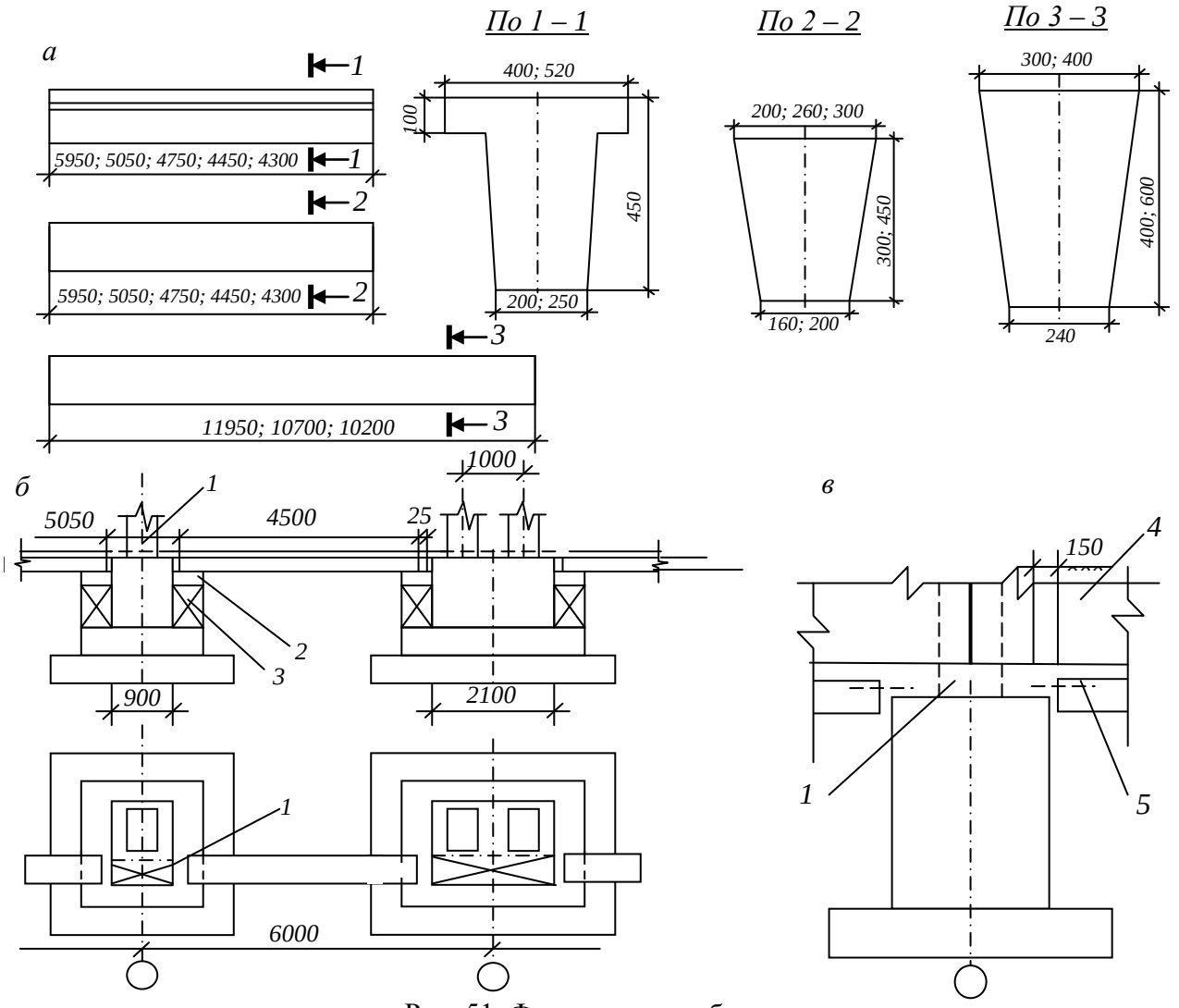


Рис. 51. Фундаментные балки

а – типы балок; *б* – опирание балок на столбики; *в* – то же, на выпуски арматуры; *1* – набетонка высотой 120 мм; *2* – подливка из раствора толщиной 20 мм; *3* – железобетонный столбик; *4* – стеновая панель; *5* – выпуски арматуры

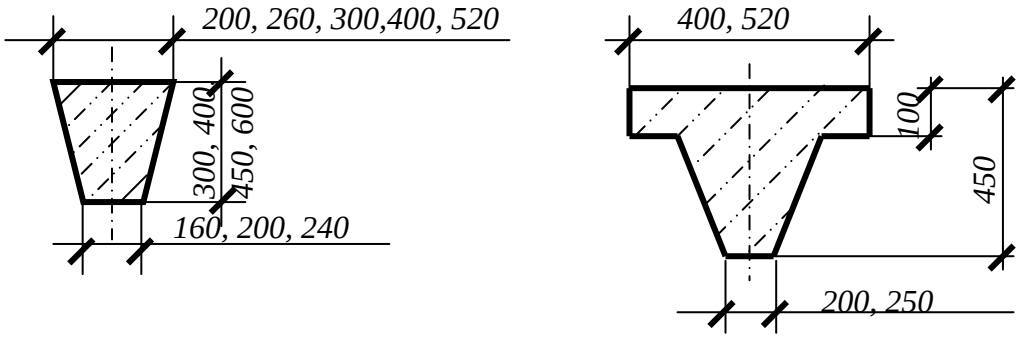


Рис. 52. Сечение подстеновых (фундаментных) балок

11.6. Покрытия

Покрытия здания разделяют на утеплённые и неутеплённые. Соответственно этому здания являются отапливаемыми и неотапливаемыми.

По конструктивным особенностям покрытия либо плоскостные, либо пространственные. Наиболее надёжные и универсальные - плоскостные.

По профилю поперечного сечения выделяют покрытия одно-, двух- и многоскатные, плоские, пространственные и др. Односкатные применяют в основном в одноэтажных зданиях, и длина ската в одну сторону не может быть больше 36 м.

Плоские покрытия имеют преимущества перед скатными:

- исключается сползание кровельного ковра, стекание приклеивающей мастики;
- устройство кровли более простое;
- создаются условия для водонаполненной и асфальтовой кровли;
- у здания отсутствует карниз.

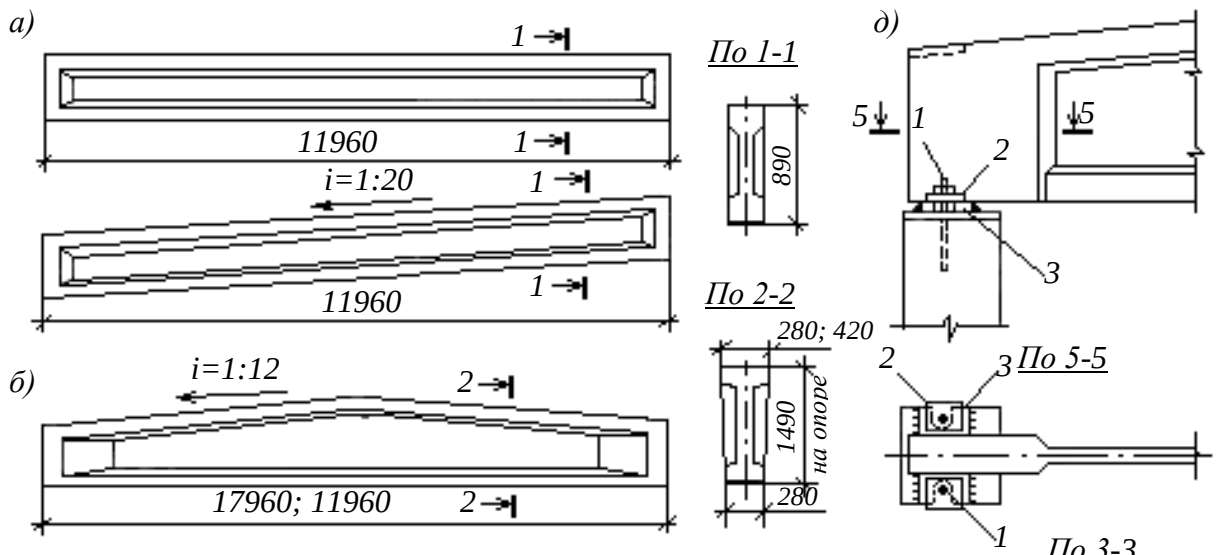
При высоте здания 10 м и более на покрытии по периметру здания должны быть предусмотрены ограждения; высота металлических ограждений 0,6 м.

При плоских крышах стены завершаются парапетными плитами, которые сверху закрываются или листом железа или парапетной плитой. По высоте парапет может быть высокий (600 мм) или низкий (300 мм), высота отсчитывается от верха стропил или от верха плиты покрытия. Высота парапетных панелей 0,9 м или 1,2 мм.

Выход на крышу предусматривается либо наружный (по пожарной лестнице), либо внутренний.

Покрытия промышленных зданий устраивают бесчердачными. Несущие конструкции (стропильные) покрытий - это фермы, балки, рамы. При шаге колонн 12 м в конструкцию покрытия включают подстропильные элементы. Дополнительная роль конструкционных элементов покрытия – повышение пространственной жёсткости здания.

Железобетонные балки (рис. 53) используют для устройства покрытия в зданиях с пролётами 6, 9, 12, 18 м, а железобетонные фермы (рис. 54) – при пролётах 18, 24, 30 м. Фермы пролётом 18 м и более легче железобетонных балок, но сложнее в изготовлении.



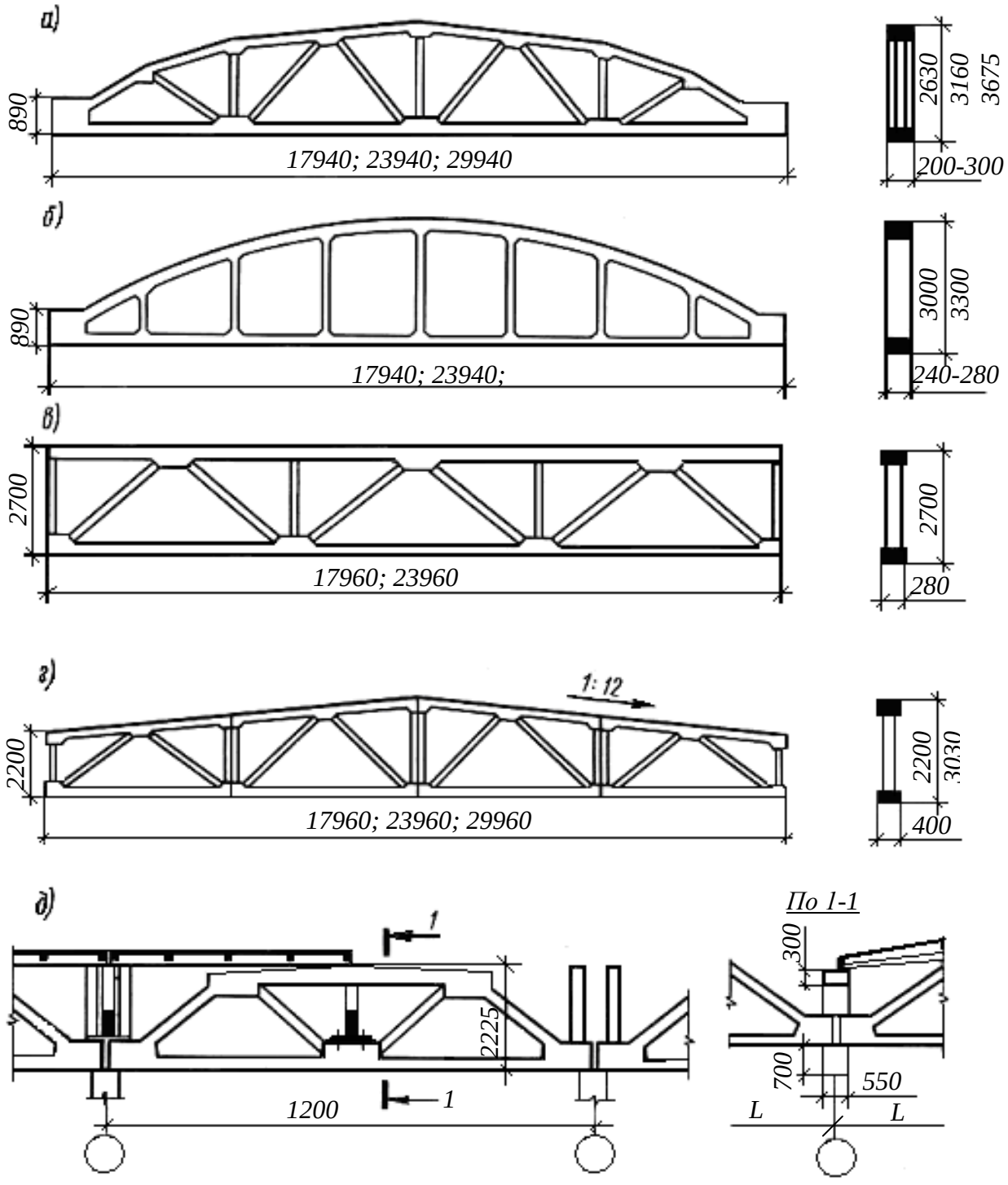


Рис. 54. Железобетонные фермы покрытий
а - сегментная; *б* – арочная безраскосная; *в* – с параллельными поясами; *г* – полигональная; *д* – подстропильная ферма в установленном положении

Балки могут быть односкатными (для пролёта 6 – 12 м и наружного отвода воды) и двухскатными. По изготовлению железобетонные фермы или цельные или составные.

Железобетонные арки (в основном сборные) применяют для покрытия складов.

Железобетонные купола используют над зданиями с радиальными сгустителями.

Стальные стропильные фермы изготавливаются трёх основных типов (рис. 55): а) с параллельными поясами; б) полигональные; в) треугольные.

При рулонных кровлях применяют первые два типа ферм, а при кровлях из асбестоцементных и металлических листов – треугольные.

Унифицированные стальные фермы имеют пролёты 18, 24, 30, 36 м.

Панели покрытия опираются на фермы в узлах.

Ограждающая часть покрытия может быть вентилируемой, частично вентилируемой и невентилируемой. Последнее применяется только при надёжной пароизоляции и при сухом режиме в помещении.

На несущие конструкции укладывают мелкоразмерные плиты или крупноразмерные панели, а также настилы. Размеры панелей 6 х 1,5; 6 х 3; 12 х 1,5; 12 х 3 м.

На участках покрытий над взрывоопасными производствами укладывают панели с отверстиями, Таким образом получается легкосбрасываемая кровля.

Поверх панелей укладывают теплоизоляционный слой: рулонный, асфальтовый, асбестоцементный.

Водонаполненная кровля в России имеет толщину 5 – 100 м, применяется для снижения поступления солнечного тепла в помещения (южные и средние районы России.

Отвод атмосферных и талых вод с покрытия может быть наружным или организованным. Наружный способ называют неорганизованным или организованным. В первом случае сброс воды происходит по свесам карниза, а во втором – по водосточным трубам и желобам. Недостатки неорганизованного водоотвода: увлажнение стен; образование наледей на карнизах; образование сосулек.

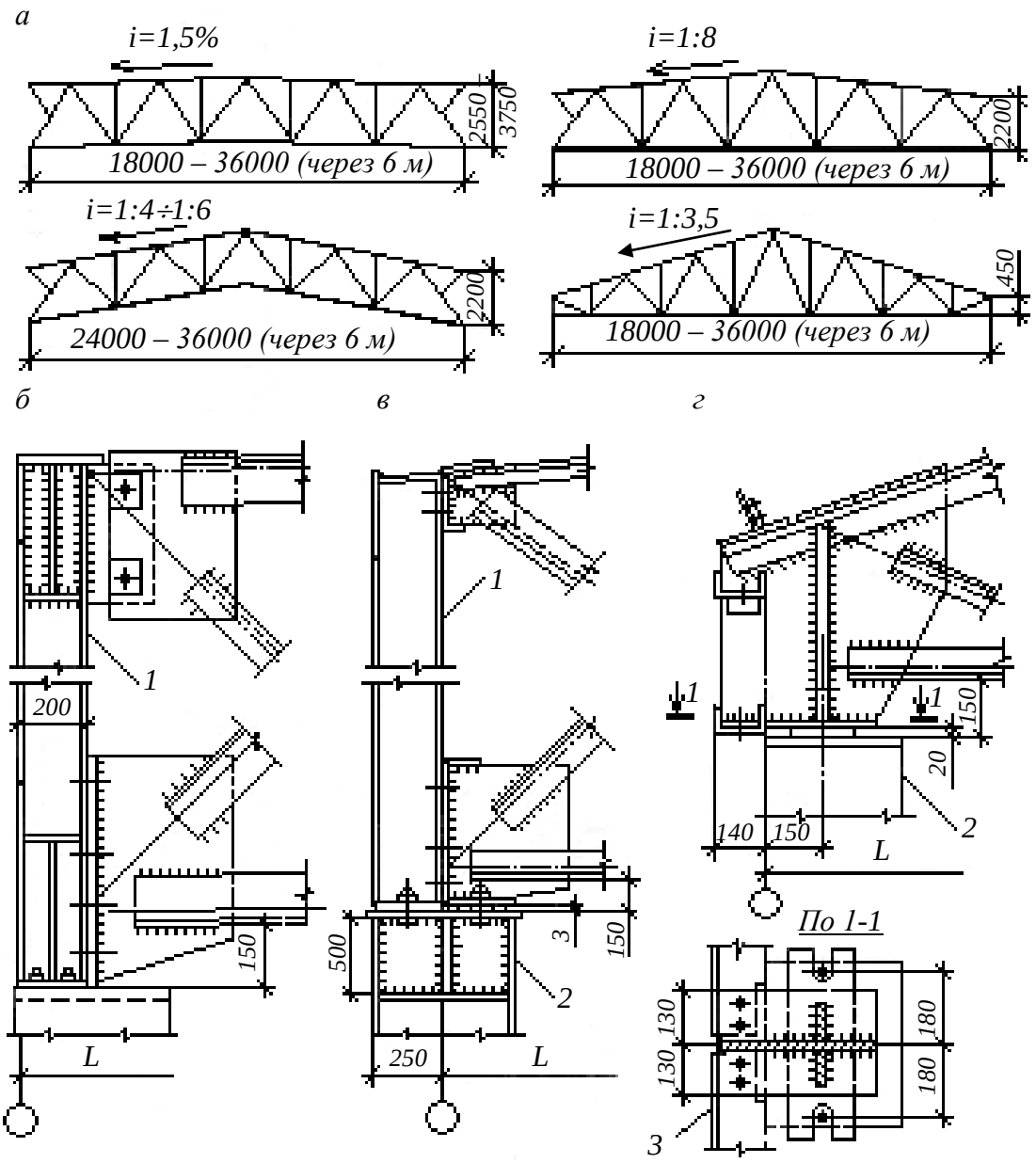


Рис. 55. Стальные стропильные фермы:
а – основные типы ферм; *б* – опирание на колонну фермы с параллельными поясами при «нулевой» привязке; *в* – то же, полигональной при привязке 250 и 500 мм; *г* – то же, треугольной «нулевой» привязке; 1 – надопорная стойка; 2 – колонна; 3 – ригель фахверка

Если применяется организованный водоотвод, то высока вероятность замерзания воды в трубах и желобах. Наружный водоотвод возможно устраивать при высоте здания до 10 м.

Наиболее надёжным и совершенным является внутренний водосброс (рис. 56)

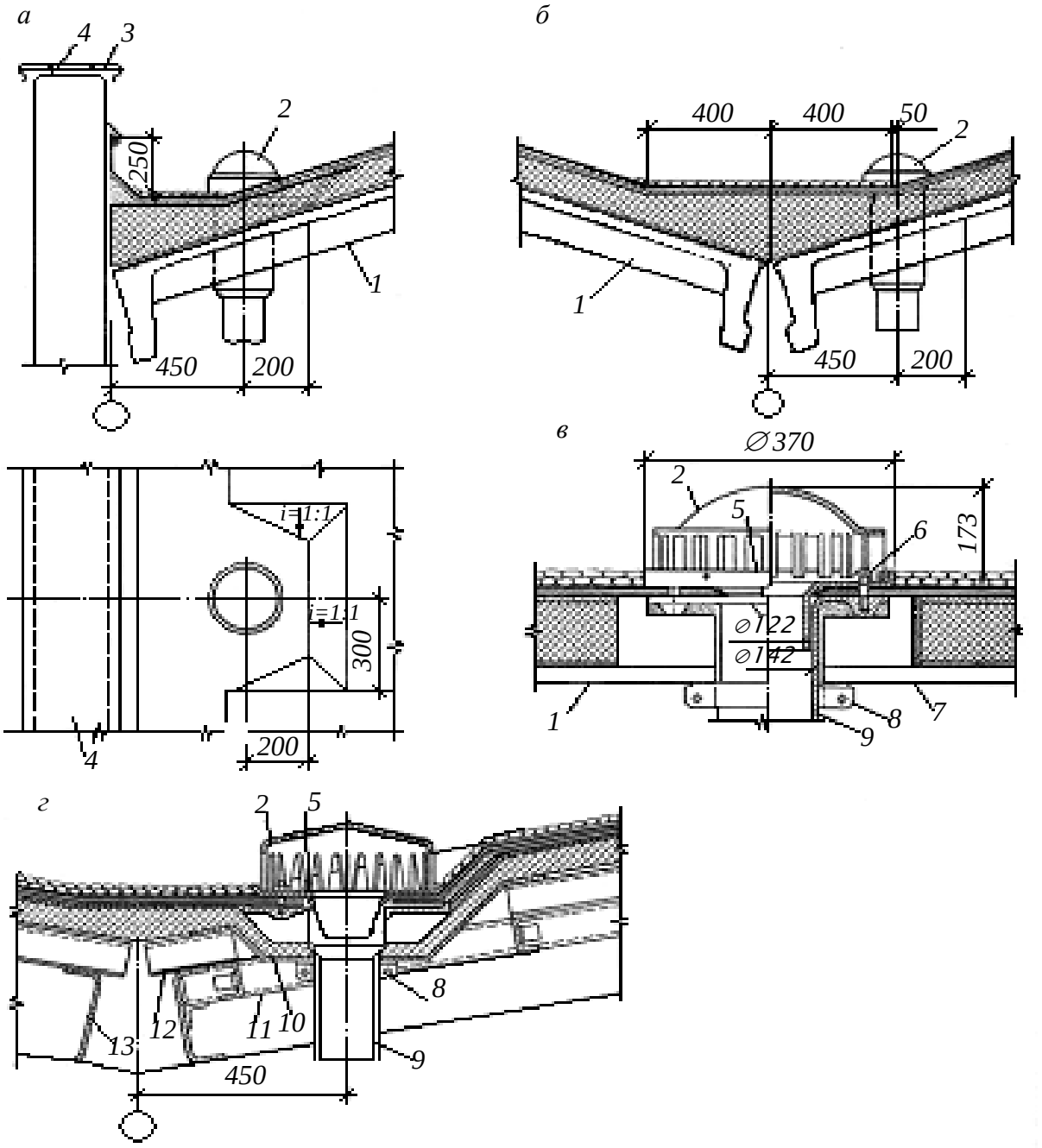


Рис. 56. Детали внутренних водостоков:
а – пристенная ендова; *б* – средняя ендова; *в* – установка воронки Вр-9 в покрытиях с железобетонными плитами; *г* – то же, воронки Вр-9Б по штампованному настилу; 1 – плита покрытия; 2 – воронка; 3 – костыли на дюбелях; 4 – оцинкованная сталь; 5 – прижимной фланец с патрубком; 6 – глухая гайка; 7 – легкобетонный блок; 8 – хомут; 9 – сливной патрубок; 10 – стальной оцинкованный поддон; 11 – рама для поддержания настила; 12 – штампованный настил; 13 – гнутый прогон

Система внутреннего водостока состоит из водоприёмных воронок, стояков, подпольных или подвесных трубопроводов, выпусков. Максимальная

площадь водосбора (м^2) на одну воронку не должна быть большей, чем величины, приводимые в табл. 47.

Таблица 47

Максимальная площадь водосбора на одну воронку, м^2

Тип кровли	q_{20}, л/(с·га)		
	>120	120 – 100	менее 100
Скатная	600	800	1200
Плоская	900	1200	1800
Плоская, заливаемая водой	750	1000	1500
Примечание. Величина q_{20} принимается по нормам; q_{20} - это интенсивность дождя продолжительностью 20 мин. для данной местности			

В курсовом проекте по «Дроблению….» студент элементы покрытия вычерчивает упрощенно: контуры и профиль фермы, плиты покрытия (упрощенно), толщину теплоизоляционного слоя.

11.7. Ремонтно-монтажная площадка

В пролётах дробления, измельчения устраиваются ремонтно-монтажные площадки (РМП), где складируется часть сменных узлов и деталей, где установлены разнообразные стенды и т.п. Возле головных частей конвейеров (питателей) также должны быть предусмотрены площади для ремонта привода. Величина площади РМП зависит от сложности оборудования, от способа ремонта, от количества оборудования.

В курсовом проекте устройство РМП не рассматривается, а лишь назначается необходимая площадь.

Предусматривается ввод железнодорожных путей в здание, подъезд транспорта к РМП для доставки тяжёлого оборудования.

Величины РМП даны в литературе /14, 16/ и приведены в табл. 48-50.

Ширина площадки для обслуживания головных и хвостовых барабанов конвейеров (питателей) должна быть не менее 1,2 м

Таблица 48

Площадь РМП в корпусе крупного дробления, м^2

Стадийность дробления / оборудование		Площадь в зоне действия крана
Одна стадия	ЩДП	216-324
	ККД (КРД)	432-540
Две стадии	ЩДП(1ст)+ККД(IIст)	324-432
	ККД +ККД (КРД)	540-864
Примечания: 1) минимальные значения для корпусов с одной технологической ниткой; 2) максимальные значения для корпусов с оборудованием макси мального типоразмера, а также при двух и более технологических нитках		

Таблица 49

Площадь РМП в корпусах среднего и мелкого дробления, м^2

Установка / типоразмер		Количество в пролёте дробилок			
		≤6	7-12	13-18	19-24
Дробилки КСД и КМД в разных пролётах	КМД-1750	108	156	204	252
	КМД-2200	144	216	288	360
	КМД-3000	288	432	556	674
Дробилки КСД и КМД в одном пролёте	КСД, КМД-1750	156	204	252	300
	КСД, КМД-2200	216	288	360	432
	КСД, КМД-3000	432	556	674	796
Примечание: Площадь указана в зоне действия крана					

Таблица 50

Размеры РМП в пролётах измельчения

Пролёт, м	Длина РМП при количестве мельниц одного типоразмера, м			
	≤3	4-8	9-16	>16
12	6	-	-	-
15	12	36	-	-
18	12	36	36	-
24	-	30	42	48
30	-	-	36	42
36	-	-	30	36
Примечание: если в пролёте установлены мельницы двух типоразмеров, то длину РМП увеличить на 25 %; если в пролёте установлены мельницы трёх типоразмеров, то длину РМП увеличить на 50 %; размеры указаны в пределах зоны действия кранов				

11.8. Лестницы, двери, ворота

Лестницы промышленных зданий могут быть служебными, основными, аварийными и пожарными. В курсовом проекте следует предусматривать основные и служебные.

Основные предназначены для постоянного передвижения людей, служебные – для прохода к одиночным рабочим местам, для осмотра и обслуживания оборудования и наиболее ответственных строительных конструкций.

Основные лестницы конструктивно зачастую оформляются в виде лестничных клеток. Количество лестничных клеток зависит от категории производства, степени огнестойкости здания; расстояние от наиболее удалённого рабочего места до лестничной клетки должно составлять 30 – 100 м. Уклон маршей обычно 1:2, ширина марша 1350, 1500, 1750 мм, высота подъёма – 1,2; 1,5 и 2,1 м. С лестничными клетками обычно блокируют шахты пассажирских и грузовых лифтов.

Служебные лестницы выполняют из металлических профилей. Они монтируются из маршей и переходных площадок. Высота марша 0,6 – 6 м, ширина– 0,6 – 1,0 м, угол наклона к горизонту 45˚, 60˚. Служебная лестница индивиду-

ального использования - подъём крановщика на посадочную площадку, изготавливают её чаще всего в виде стремянки (ширина 0,6 м; высота марша – 5,2м; угол наклона к горизонту 90˚). Пример такой лестницы приведён на рис. 57.

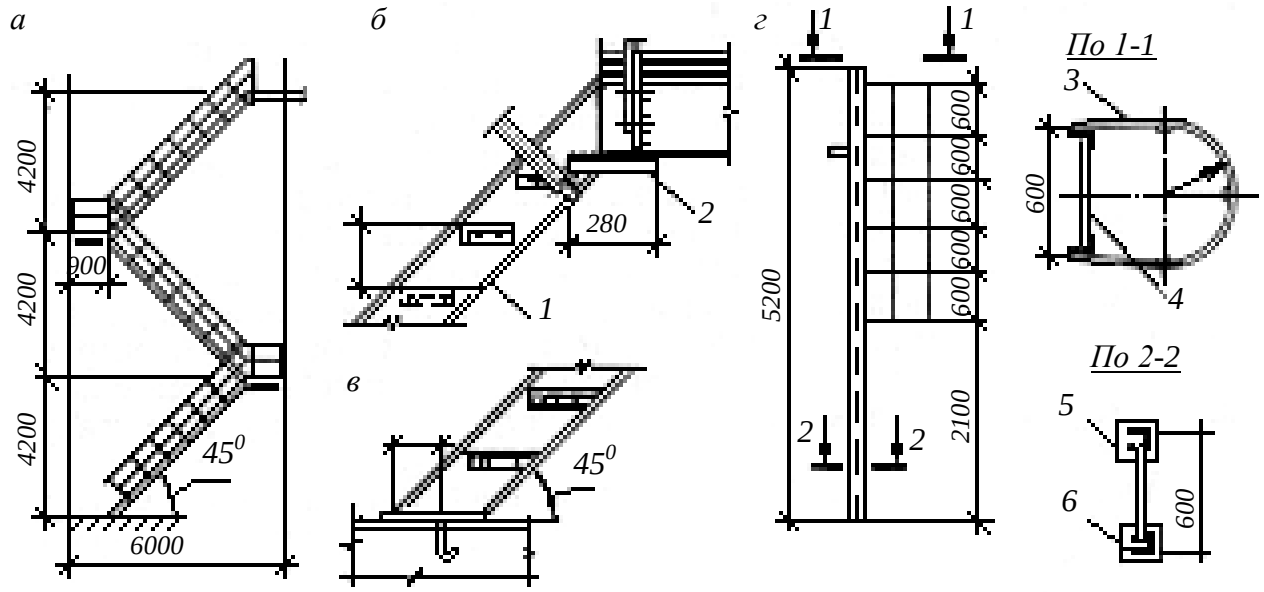
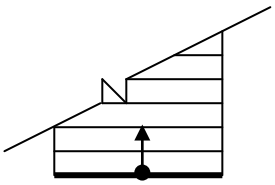


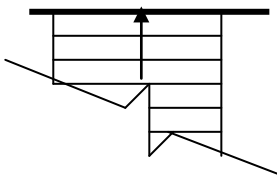
Рис. 57. Примеры конструктивного решения служебных лестниц:
а – маршевая; *б* – верхний узел опирания марша; *в* – опирание марша на бетонную подготовку; *г* - стремянка; 1 – швеллер № 18*;* 2 – уголок № 56; 3 – полоса 40х4 мм*;* 4 – стержень диаметром 18 мм (через 300 м); 5 – пластина 100х100х6 мм; *6* – уголок № 8

При изображении на чертеже лестниц необходимо использовать (рис. 58 - 62) элементы – начальный марш, промежуточный марш, конечный марш, изображение лестницы-стремянки, изображение лестницы на разрезах, лестничная клетка.



– точка отмечает начало лестницы;
– стрелка обозначает движение вверх

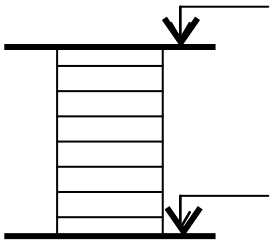
Рис. 58. Начальный марш (на плане)

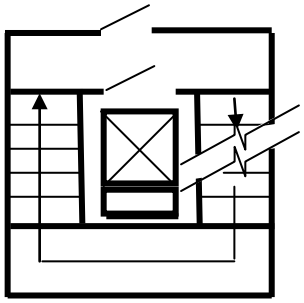


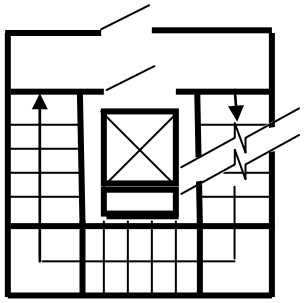
– стрелка обозначает завершение подъёма по лестнице

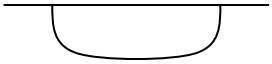
Рис. 59. Конечный марш (на плане)

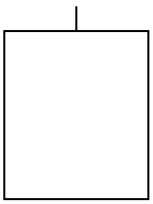

высотная отметка переходной площадки











Эвакуация людей из здания предусматривается через лестничные клетки и коридоры. За путь эвакуации нельзя принимать ворота, лифты, эскалаторы. Также нельзя предусматривать эвакуацию через помещения взрывопожарной опасности категорий А, Б, Е.

Минимальное расстояние от рабочего места до выхода составляет 50 – 100 м в зависимости от категории производства, степени огнестойкости здания.

Двери промышленных зданий изготавливают из дерева или металла, конструктивно они могут быть одно- или двупольными, распашными или откатными. Открываются они наружу по движению из помещения (лестничной клетки). Используются дверные проёмы следующих номинальных размеров, м: ширина – 1,0; 1,5; 2; высота – 1,8; 2,0; 2,3; 2,4.

Двери предназначены только для движения людей, их минимальная ширина 0,8 м и максимальная 2,4 м.

Ворота предназначены для транспорта, Типовые размеры проёмов ворот (В х Н, м): 2,4 х 2,4; 3 х 3; 3,6 х 3; 3,6 х 3,6; 3,6 х 4,2; 4,8 х 5,4; для железнодорожного транспорта широкой колеи 4,7 х 5,6.

Конструктивно – по способу открывания- ворота могут быть распашными, раздвижными, подъёмными, подъёмно-поворотными, откатными. В одном из полотен распашных ворот устраивается калитка. Железнодорожные подъёмные ворота (В х Н = 4,8 х 5,4) устраивают с двойным управлением – автоматическим и ручным. Подъёмные механизмы ворот устанавливают внутри здания.

Размеры проёмов ворот принимают кратными:

– по ширине – модулю 500 мм;
– по высоте – модулю 600 мм.

Распашные ворота при больших габаритах проёма имеют большую массу и малоудобны в эксплуатации.

При стеснённой площади применяют ворота складчатые многостворчатые, подъёмные, шторные, подъёмно-поворотные.

11.9. Полы промышленных зданий

В одноэтажных зданиях стоимость пола составляет 5 – 25 % полной стоимости здания.

Вид и конструкция пола должны:

- обеспечивать эксплуатационную надёжность и долговечность пола:
- обладать высокой механической прочностью;
- мало истираться и не пылить;
- легко очищаться и долго сохраняться;
- не проводить электрический ток и не вызывать искрения;
- соответствовать характеру производственных воздействий на пол и т. д.

Уровень пола первого этажа (нулевой отметки) должен быть выше планировочной отметки примыкающей территории на 150 мм. Если же уровень грунтовых вод высокий, то допускается уровень пола над планировочной отметкой увеличивать до 500 мм.

В зданиях рудоподготовки основным видом пола является бетонный и цементно-песчаный. Покрытия в этих полях укладывают по бетонному подстилающему слою. Толщина бетонного покрытия 20 – 50 мм, у цементно-песчаного 20 – 30 мм. Применяются также асфальтобетонное покрытие пола. Если на пол действуют высокие температуры, химические реагенты, удары, то используют брусчатые полы. Металлические полы имеют высокую стоимость и применяются в исключительных случаях.

В зданиях рудоподготовки предусматривают мокрую уборку. Поэтому в полу устраивают дренажные канавы, а покрытия выполняют с уклоном в сторону канав. Угол наклона в среднем 3 – 4˚; если не предусматриваются ***постоянное*** передвижение людей по полу, то угол может быть увеличен. Ширина канав (250 – 500 мм) принимается в зависимости от производительности фабрики /13, 16/. Поступающие по канавам смывы с полов попадают в зумпфы, из которых вода откачивается вертикальными погружными насосами, а крупный осадок выгружается грейфером.

11.10 Фундаменты под технологическое оборудование

Фундаменты необходимы для гашения колебаний от оборудования и для равномерного распределения статической нагрузки (в многоэтажных пролётах и зданиях). Применяют фундаменты бесподвального типа и подвального. Возводятся из бетона и железобетона, возможна верхняя металлическая обвязка. Фундаменты под оборудование изготавливают монолитными (массивными), сборными и сборно-монолитными. Сборные фундаменты собирают из унифицированных плит и блоков; могут применяться фундаменты свайные, которые имеют вид свайного ростверка с верхней плитой.

Варианты фундаментов под оборудование приведены на рисунках 64 – 66. Если оборудование устанавливается на перекрытиях, то плиты перекрытия опираются на специальные балки-«ригель» и под оборудование монтируют, как правило, из металла опорные рамы.

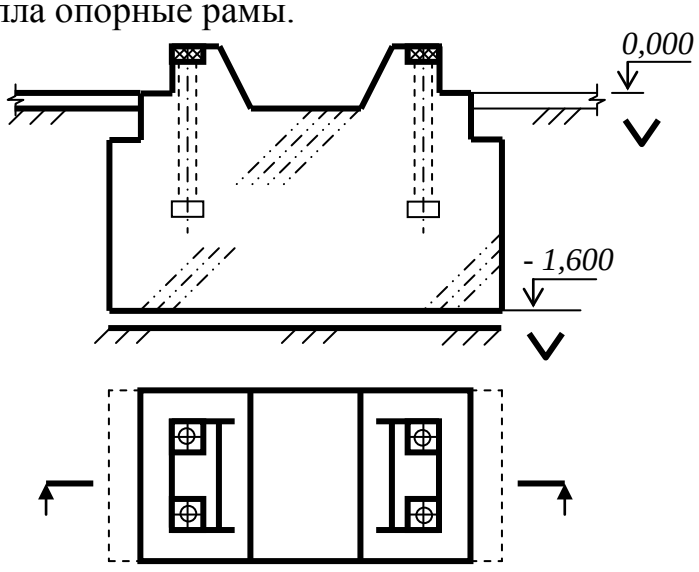


Рис. 63. Фундамент под оборудование: массивный, бесподвального типа

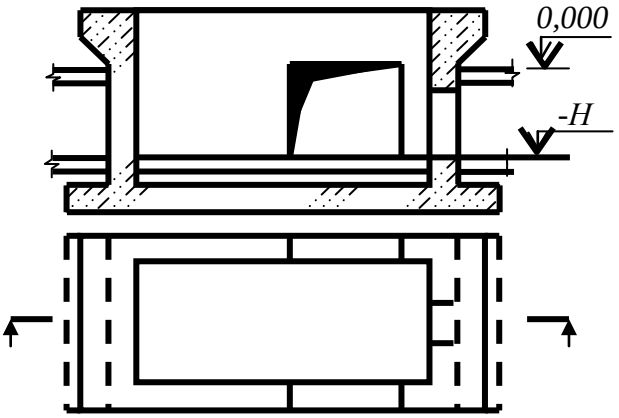


Рис. 64. Фундамент под оборудование: стенчатый, подвального типа

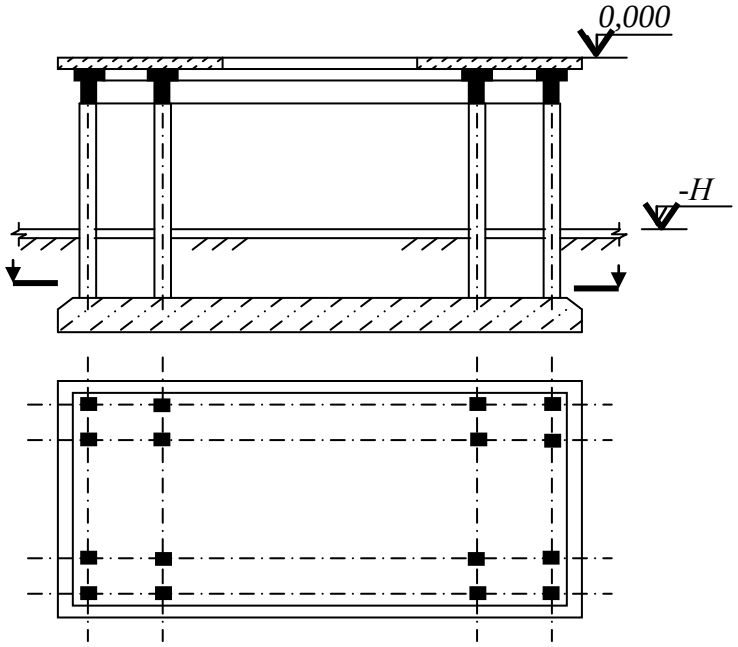


Рис. 65. Фундамент под оборудование: рамный, подвального типа

11.11. Ленточные конвейеры, галереи

Ориентировочные данные для выбора ленточного конвейера приведены в табл. 51.

Таблица 51

Ориентировочные параметры ленточных конвейеров

Ширина ленты, мм	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	2000
Производительность, $м^3/ч$	30-90	56-140	125-390	315-790	500-1615	740-2370	1025-3280	1370-4380	2200-7000
Скорость ленты, м/с	0,5-1,5	0,63-2,5	0,8-2,5	1,25-3,15	1,25-4,0	1,25-4,0	1,25-4,0	1,25-4,0	1,25-4,0
Примечание. Лента желобчатая									

При размещении конвейеров следует предусмотреть вдоль конвейера два прохода рабочий и ремонтный, параметры их даются на рис. 66, 67 и в табл. 52 и 53. Под конвейером устраивается бетонный лоток для сбора смывных вод. В рабочем проходе галереи либо укладывается трап по гладкому основанию, либо основание выполняется в виде ступенек.

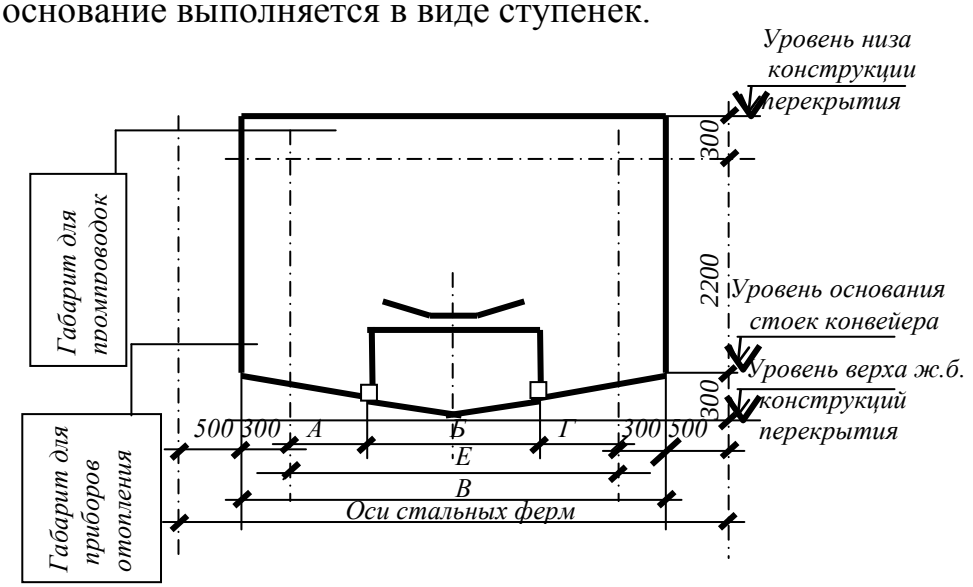


Рис. 66. Схема галереи на один конвейер

Таблица 52

Габариты (мм) проходов в галерее на один конвейер (к рис. 66)

Ширина ленты	Размеры				
	А	Б	В	Г	Е
400	700	800	3030	900	2400
500	700	900	3030	800	2400
650	960	1040	3600	1000	3000
800	700	1300	3600	1100	3000
1000	1000	1500	4200	1000	3600
1200	840	1750	4200	1000	3600
1400	1040	1960	4600	1200	4000
1600	820	2180	4600	1200	4200
2000	1400	2600	6000	1400	5400

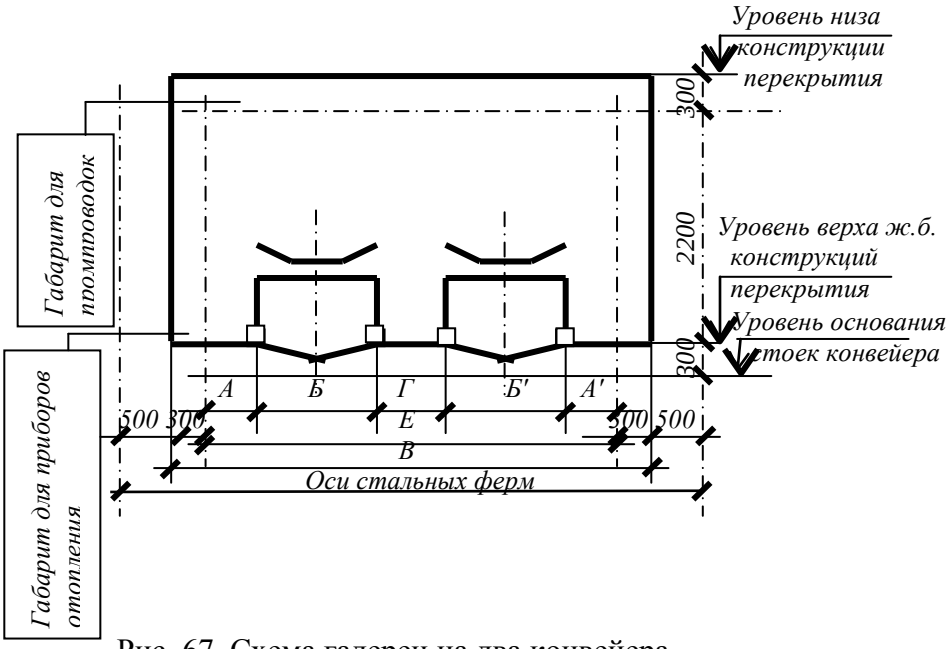


Рис. 67. Схема галереи на два конвейера

Таблица 53

Габариты (мм) проходов в галерее на два конвейера (рис. 67)

Ширина ленты	Размеры							
	А	Б	Г	Б′	А′	Е	В	Д
400+400	700	800	1200	800	700	4200	4800	2000
500+500	700	900	1000	900	700	4200	4800	2000
650+650	560	1040	1000	1040	560	4200	4800	2040
800+800	700	1300	1400	1300	700	5400	6000	2700
1000+1000	1000	1500	1400	1500	1500	6900	7500	2900
1200+1200	700	1900	1640	1700	1040	6900	7500	3400
1400+1400	640	1900	1640	1960	700	6900	7500	3600
1600+1600	1210	2190	1620	2180	1210	8400	9000	3800
2000+2000	700	2600	1800	2600	700	8400	9000	4400

11.12. Габарит приближения строений

На территории обогатительной фабрики имеются железнодорожные пути, которые или идут вне зданий, или заходят в здания, или проходят через них. Предназначены эти пути для доставки руды, оборудования, запасных частей и расходных материалов. Вдоль путей ограничивается приближение строений, зона такого ограничения называется габаритом приближения строений. Чаще всего на территории России используется железнодорожная колея нормальной ширины (н. к.) – 1520 мм; известны также средняя колея (с.к.) - 1000 мм и узкая (у. к.)- 750мм.

К сведению – за границей существуют железные дороги с колеёй 1676, 1600, 1435, 1067 *мм.*

Различают габарит приближения строений (рис. 68) на перегонах и на станциях (в зданиях). Согласно этому габариту устраиваются проёмы в зданиях для установки ворот.

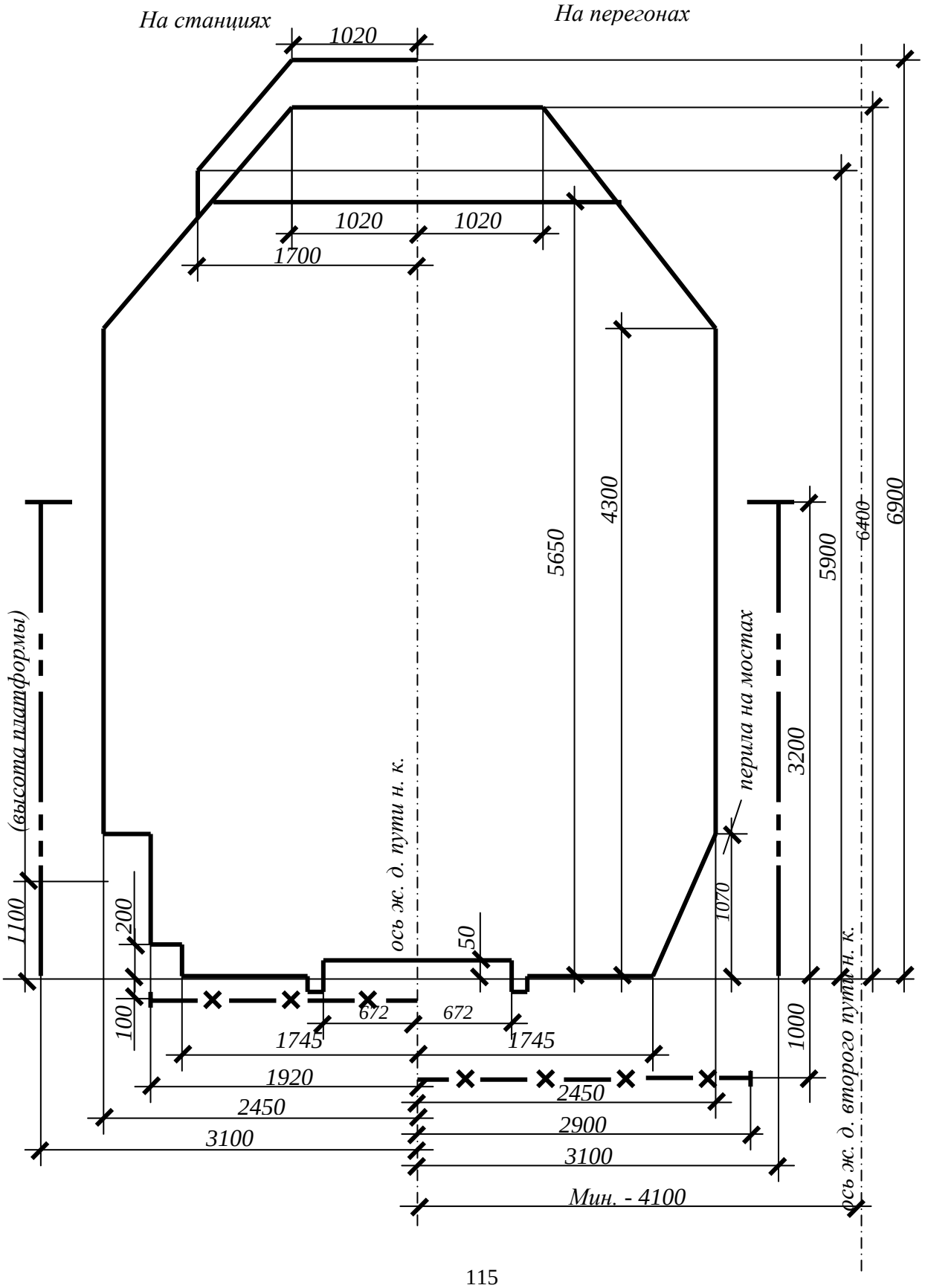


Рис. 68. Габарит приближения строений железной дороги нормальной колеи

Уровень наименьшего заглубления коммуникаций

Линия приближения опор, заборов, зданий

Библиографический список

1. Андреев С.Е., Дьяков В.А., Шешко Е.Е. Транспортные машины и автоматизированные комплексы открытых разработок. Уч-к для вузов. – М. Недра, 1975 – 464 с.
2. Андреев С.Е., Перов В.А.. Зверевич В.В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. Уч-к для вузов, 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Недра, 1980 -415 с.
3. Баклашов И.В., Борисов В.Н. Проектирование и строительство горнотехнических зданий и сооружений. Уч-к для вузов/ Под ред. Баклашова И.В.- М.: Недра, 1990- 272 с.
4. Будасов Б.В., Георгиевский О.В., Каминский В.П. Строительное Черчение.Уч-к для вузов- 5-е изд., перераб. и доп/ Под общей ред. Георгиевского О.В.- М.: Стройиздат,2002 –456 с.
5. Донченко А.С., Донченко В.А. Справочник механика рудообогатительной фабрики. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра,1986- 550 с.
6. Дятков С.В. Архитектура промышленных зданий. Учеб.пособие для строит.вузов-М.: «Высшая школа»,1976 – 464 с.
7. Инструкция по выполнению курсовых и дипломных проектов и работ (разделы: составление качественно-количественной схемы; составление шламовой схемы; составление схемы цепи аппаратов) для студентов специальности 090300 –«Обогащение полезных ископаемых» /Сост. Иванов Э.Э. -2-е изд., стереотипное – Екатеринбург, изд-во УГГГА, 2003 – 44 с.
8. Методические указания по выполнению и оформлению дипломных проектов – работ для студентов специальность 090300 «Обогащение полезных ископаемых» /сост. Иванов Э.Э. – Екатеринбург, изд-во УГГГА, 2003 – 39 с.
9. Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению» для студентов специальности 090300. Макет пояснительной записки к курсовому проекту/ Сост. Иванов Э.Э.-2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург: изд. УГГГА,202-32с.
10. Нормы технологического проектирования обогатительных фабрик для руд чёрных металлов. Часть 1. Обогатительные фабрики для магнетитовых руд.(ВНТП-19-82/ МЧМ СССР) /Пасечник и др. Кривой Рог, Механобрчермет, 1982 -148 с.
11. Нормы технологического проектирования флотационных фабрик для руд цветных металлов. (ВНТП-21-49/ МЦМ СССР)/ Захваткин В.К. и др.- Л-д, Механобр. 1980 – 103 с.

12. Перов В.А., Андреев Е.Е., Биленко Л.Ф. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. Уч. пособие для вузов.-4-е изд., перераб.и доп.- М.: Недра,1990- 232 с.

13. Разумов К.А. Проектирование обогатительных фабрик. Уч-к для вузов- 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Недра, 1970 - 592 с.

14. Разумов К.А., Перов В.А. Проектирование обогатительных фабрик. Уч-к для вузов. 4-е изд., перераб. и доп.-М.: Недра, 1990 - 518 с.

15. Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы/ Под ред.О.С. Богданова, В.А. Олевского и др. – 2-е изд., перераб. и доп. –М.: Недра, 1982-366 с.

16. Справочник по проектированию рудных обогатительных фабрик- Кн.1 и 2/ Под ред. В.Ф. Баранов, П.С. Вольфсон, П.И. Крупа и др.- М.: Недра, 1988 - 374 с.

17. Шерешевский И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений. Уч. пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. Л.: Стройиздат (Ленинградское отделение), 1976 – 152 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Гранулометрический состав продуктов

Для расчёта схемы дробления используются гранулометрические характеристики продуктов. В ПЗ курсового проекта эти характеристики представляются в виде графиков. Можно выделить два типа гранулометрических характеристик: а) известные априори; б) расчётные. Характеристики первого типа получаются по данным практики или испытаний, а также могут быть усреднёнными, которые называют «типовыми» /13/. Характеристики второго типа характеризуют гранулометрический состав объединённого продукта (смеси нескольких продуктов).

Графическое изображение гранулометрического состава должно быть наглядным. Поэтому с позиций эстетичности рисунка рекомендуется принимать поле графика прямоугольной формы с соотношением сторон $У : Х = 1 : (1{,}2 \div 1{,}6)$. По осям графика необходимо откладывать максимальные значения и наносить *равномерные* шкалы с *практически удобными для использования и целыми* числами. Например, представляется практически неудобно используемой шкала вида 11; 22; 33; 44; ….её следует трансформировать в виде 10; 20; 30; 40; ….и уж совсем неприемлемой будет шкала типа 16,3; 32,6; 48,9; …

Поле рисунка покрывается сеткой (не очень частой !!!) из тонких линий, на которую будет (или будут) визуально «опираться» кривая (-ые). На одном поле допустимо показывать несколько кривых, а в случае одинаковой (по длине) оси абсцисс для нескольких продуктов это будет просто необходимо, т.к. совместное расположение кривых позволяет своевременно и автоматически контролировать визуально правильность (с точки зрения логики) тех или иных решений.

Гранулометрические характеристики первого типа

Эти характеристики копируются в выбранном масштабе с подлинников или их изображение создаётся по табличным данным результатов опробований, приводимых в литературе, в отчётах лабораторий, в студенческом отчёте по производственной практике …..

Гранулометрические характеристики второго типа

Применяемые в учебных целях в курсовом проекте типовые гранулометрические характеристики продуктов дробления приводятся в литературе /2, 12, 13, 14, 15/ в графической форме. Причём следует отметить уменьшающуюся с каждым переизданием точность характеристик и всё увеличивающееся неудобство, а зачастую просто невозможность практического использования. В таблице 10 настоящего пособия приводится табличная форма типовых характеристик. Для использования табличных данных необходимо знать (задаться) тип дробилки и категорию крепости руды. Порядок построения графика:

а) сначала по оси абсцисс откладывается шкала относительной крупности Z (д.ед.);

б) величины ординат для Z_i даны в таблице 10 в виде суммарного выхода по плюсу (первая колонка);

в) наносимые на поле рисунка точки выделяются каким-либо образом (кружочками, треугольниками, крестиками, квадратиками и т.п.);

г) через точки проводится **плавная** кривая (рекомендуется использовать для этого лекала и проверять плавность хода линий изменением угла зрения - смотреть на рисунок под небольшим углом, около 5 - 15º, и при этом как бы двигаясь вдоль контролируемой линии). Полученная кривая является кривой суммарного выхода по плюсу;

д) для использования графика проводится вторая ось абсцисс и на неё наносится шкала абсолютной крупности (мм) кусков, причём надо помнить, что значения $Z_{макс.}$ и $Д_{макс}$ (или $d_{макс}$) находятся на одной вертикали.

Расчётные гранулометрические характеристики

Возможны два случая:

первый – объединяются несколько продуктов с известными гранулометрическими составами и требуется знать гранулометрический состав объединённого продукта;

второй – объединяются два продукта, но лишь для одного из них известен гранулометрический состав. Для другого данные могут быть получены только после некоторых расчётов.

В любом случае, для создания кривой гранулометрического состава, условно называемой нами «расчётной», достаточно определить местоположение, как минимум, пяти точек, чтобы обеспечить приемлемую в проектировании точность. Обозначим абсциссы точек построения кривой в общем виде как $d_{ki.}$ Возможно расположение их по всей оси крупности как равномерное, так и неравномерное. В первом случае достигается равная точность построения кривой на любом участке графика. Однако…. обратим внимание на неравноценность использования в дальнейшем левой и правой частей кривой (относительно медианы). Будем учитывать, что в последующих расчётах данные с левой части графика будут сниматься значительно чаще и поэтому желательно не-

равномерное распределение точек. Универсальным в этом смысле является правило золотого сечения по Леонардо Да Винчи, что и рекомендуется для курсового проектирования. Обозначим всю ось абсцисс как *Od*, где *d* это максимальная крупность продукта. Тогда абсциссы d_{ki}- ой точки построения составят (рисунок А.1):

d_{k1} = (*Oa*) = 0,13 * (*Od*);
d_{k2} = (*Ob*) = 0,20 * (*Od*);
d_{k3} = (*Oc*) = 0,30 * (*Od*);
d_{k4} = (*Oe*) = 0,44 * (*Od*);
d_{k5} = (*Of*) = 0,67 * (*Od*).

Полученные значения округляются и принимаются практически удобными. Например:

расчётное значение, мм	возможное принятое, мм
5,2	5
13,1	15 или12,5
28,8	30 или 25

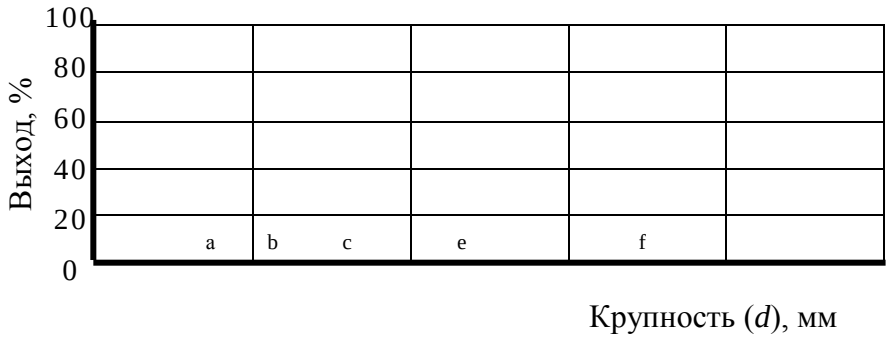


Рисунок А.1 – Поле для графика гранулометрического состава

После определения абсцисс для точек d_{ki} надо рассчитать соответствующие им ординаты. В *первом* случае, по известным гранулометрическим характеристикам находятся значения β^{-dk} и рассчитывается содержание класса минус d_k в объединённом продукте по формуле средневзвешенного показателя

$$\beta^{-dk}_{об} = \sum(\beta^{dk} \cdot \gamma_i) / \sum\gamma_i \qquad (176)$$

Во *втором* случае возможны два варианта – расчёт приближённый по К.А.Разумову /14/ и балансовый расчёт.

Если используется открытый цикл дробления с предварительным грохочением (рисунок 15), то рекомендуется формула

$$\beta_5^{-dk} = \beta_1^{-dk} + \beta_1'' \cdot \beta_4^{-dk}, \qquad (177)$$

где 1, 4, 5 – номера продуктов по схеме;

" – либо класс «+*s*» при $d_{k\leq} \leq s$,

либо класс «+d_k» при $d_{k\leq} > s$.

При использовании замкнутого цикла дробления вид расчётной формулы определяется составом цикла и для конкретных схем справедливы следующие выражения:

-схема рисунка 16

$$\beta_2^{-dk} = (\beta_1^{-dk} \cdot \gamma_1 + \beta_3^{-dk} (1 - E_{\text{разд}}^{-dk}) \cdot \gamma_3) / \gamma_2, \quad (178)$$

-схема рисунка 17

$$\beta_2^{-dk} = (\beta_1^{-dk} \cdot \gamma_1 + \beta_3^{-dk} \cdot \gamma_3) / \gamma_2, \quad (179)$$

-схема рисунка 18

$$\beta_4^{-dk} = (\gamma_1 \cdot \beta_1^{-dk} \cdot (1- E_{\text{разд.1}}^{-dk}) + \gamma_5 \cdot \beta_5^{-dk} \cdot (1-E_{\text{разд.2}}^{-dk})) / \gamma_4 \quad (180)$$

При отсутствии данных об эффективности грохочения узких классов допускается приравнивание её к общей эффективности

$$E_{\text{разд.}}^{-dk} = E_{\text{разд.}}^{-a} \qquad \text{при } d_k \leq a$$

Гранулометрический состав объединённых просевов по схеме рисунка 18 находится с помощью формулы

$$\beta_8^{-dk} = (\gamma_1 \cdot \beta_1^{-dk} \cdot E_{\text{разд.1}}^{-dk} + \gamma_5 \cdot \beta_5^{-dk} \cdot E_{\text{разд.2}}^{-dk}) / \gamma_8 \quad (181)$$

Приложение Б
(справочное)

Нахождение в таблицах промежуточных значений

Промежуточные табличные значения находят интер- и экстраполяцией[1]. Применяется аналитическая или графическая форма. Предпочтительнее первая, т.к. при этом обеспечивается бóльшая точность. Но… аналитическая форма требует аналитического описания используемых зависимостей и не наглядна. Последнее не позволяет контролировать правильность решения.

При графической интерполяции строится график по значениям диапазонов (x_1, y_1) и (x_2, y_2) и затем находится значение y_i для промежуточного x_i (рисунок Б.1).

Для линейной зависимости в аналитической геометрии предложены выражения

1) при прямопропорциональной зависимости

$$Y_i = y_1 + (y_2 - y_1) \cdot (x_i - x_1) / (x_2 - x_1) \quad (182)$$

или

$$Y_i = y_{мин.} + (y_{макс.} - y_{мин.}) (x_i - x_{мин.}) / (x_{макс.} - x_{мин.}) \quad (183)$$

[1] интерполяция (interpolation (лат.) – подновлять) – мат.: нахождение по ряду значений функции промежуточных её значений;

экстраполяция (extra (лат.) – вне, сверх, дополнительно) – мат.: нахождение по ряду данных значений функции других её значений, которые находятся **ВНЕ** этого ряда.

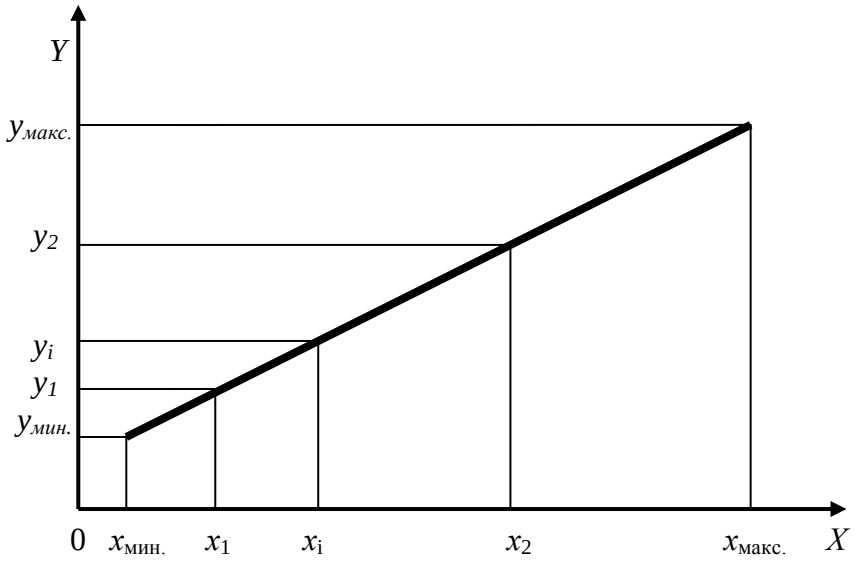


Рисунок Б.1 – К нахождению промежуточных значений линейной интерполяцией

или

$$Y_i = y_2 - (y_2 - y_1) \cdot (x_2 - x_i) / (x_2 - x_1) \quad (184)$$

или

$$Y_i = y_{макс.} - (y_{макс.} - y_{мин.}) \cdot (x_{макс} - x_i) / (x_{макс.} - x_{мин.}) \quad (185)$$

2) при обратнопропорциональной зависимости

$$Y_i = y_{мин.} + (y_{макс.} - y_{мин.}) \cdot (x_{макс.} - x_i) / (x_{макс.} - x_{мин.}) \quad (186)$$

или

$$Y_i = y_{макс.} + (y_{макс.} - y_{мин.}) \cdot (x_i - x_{мин.}) / (x_{макс} - x_{мин.}) \quad (187)$$

Пример применения экстраполяции

Пусть β^{-a} =6 %. Требуется по табличным данным (таблица Б.1) найти значение для коэффициента k_j .

Таблица Б.1

Содержание β^{-a},%	10	20	30	40
k_j	1,00	1,10	1,02	0,86

Возможные решения:

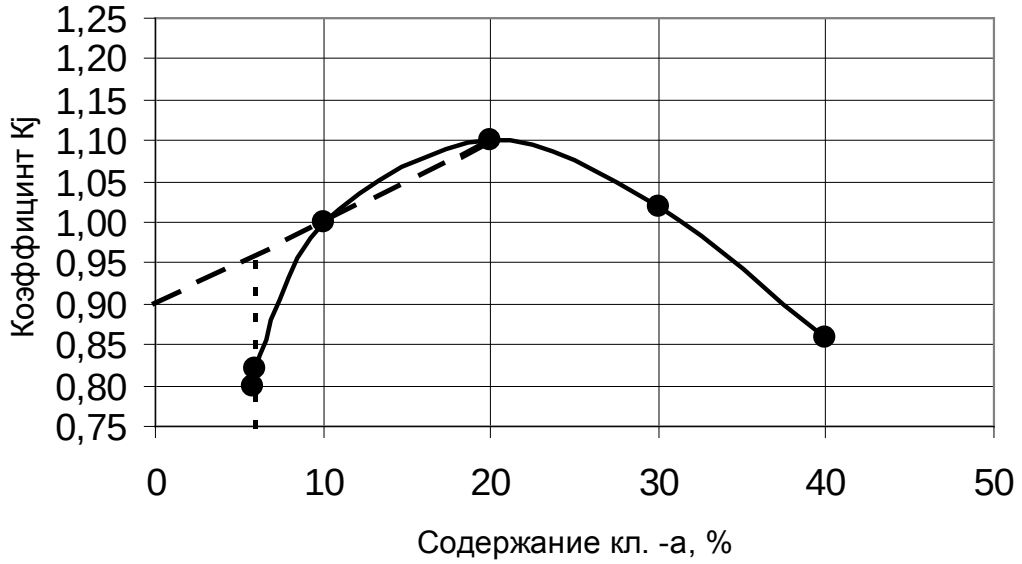
1) принимается граничное значение, т.е. k_j = 1,00;
2) графической *линейной* экстраполяцией, а именно проведением прямой линии через последние две границы (рисунок Б.1) и далее как при интерполяции получается k_j=0,96;

3) аналитической *линейной* экстраполяцией рассчитывается

$k_j = 1{,}00 – (1{,}10 - 1{,}00) \cdot (10 - 6) \; / \; (20 - 10) = 0{,}96$;

4) графической *нелинейной* экстраполяцией (плавным продолжением кривой влево) получается $k_j = 0{,}82$.

Вывод по примеру – наиболее точен способ графической нелинейной экстраполяции и его значение более достоверно.



Приложение В
(справочное)

Технические данные дробилок ЩДП

Показатель		Типоразмер (заводская марка)		
		4х6 (СМД)	(СМД 133)	6Х9 (СМД)
Размеры (мм) приёмного отверстия ширина		400		600
длина		600		900
Размер (мм) максимального куска в питании		340	500	510
Номинальная* ширина (мм) разгрузочной щели		60	130	100
Пределы регулирования, мм		±15		±25
Производительность (**м³/ч**) при номинальной щели		40	85	75
Мощность двигателя, кВт		40	75	75
Масса, т	наиболее тяжёлого узла			
	дробилки без эл. двигателя	8	28,5	27
	маховика			
Стоимость, р (уровень 1988 г.)				
Установочные габариты (м) -ширина х длина х высота			10,5х3,5х4,5	
Частота вращения главного вала, мин.$^{-1}$				

* - номинальной считается щель в фазе разомкнутого положения щёк, т.е. «разгрузочная щель» плюс «ход» щеки

Продолжение приложения В

Показатель		Типоразмер (заводская марка)			
		9х12 (СМД 111А)	12х15 (СМД 118 А)	15х21 (СМД117А)	21х25 (СМД ..)
Размеры (мм) приёмного отверстия: ширина		900	1200	1500	2100
длина		1200	1500	2100	2500
Размер (мм) максимального куска в питании		750	1000	1300	1700
Номинальная* ширина (мм) разгрузочной щели		130	155	180	250
Пределы регулирования, мм		±35	±40	±45	±65
Производительность (**м^3/ч**) при номинальной щели		180	310	600	800
Мощность двигателя, кВт		90	160	250+40	400+
Масса, т	наиболее тяжёлого узла				
	дробилки без электродвигателя	56,5	118,7	207,6	470
	маховика				
Стоимость, р (уровень 1988 г.)		66000	101200	187600	
Установочные габариты (м) -ширина х длина х высота		5,1 х 5 х 3,3	6,4 х 9,3 х 4,3	8,2 х 8,5 х 5,1	
Частота вращения главного вала, мин.$^{-1}$		200	170	140	

Приложение Г
(справочное)

Технические данные дробилок ЩДС

Приложение Д
(справочное)

Технические данные конусных дробилок для крупного дробления

Показатель	Типоразмер (заводская марка)						
	ККД 500/75		КРД 500/60	КРД 700/75		КРД 700/100	
По данным	мэ	ум	мэ	мэ	ум	ум	
Ширина приёмного отверстия, мм	500	500	500	700	700	700	
Максимальный кусок в питании, мм	420		400	550			
Номинальная ширина разгрузочной щели, мм	75	55 65 75 85	60	75	65 75 85 100	100 115 130 150	75 85 100 115 130
Пределы (шаг) регулирования щели, мм	±15% (1,5)	грщ		±15%	грщ	грщ	
Ход эксцентрика, мм					38	45	38
Производительность, $м^3/ч$	160	220,225 250,270	200	400	360,480 540,610	880 1020	550 645

						1160 1310	780 900 1020
Мощность эл. двигателя, кВт		132	200	200	250	250	400
Напряжение, В		380⁄660	380	3000⁄6000	3000⁄6000	6000	6000
Масса, т	наиболее тяжёлого узла (детали)	15,2	15,5	54,5	86,5	34,0 дроб. конус в сборе	51,4 дробильная чаша с бронями
		дробящий конус с траверсой		сред. часть конуса в сборе			
	дробилки без эл. двигателя	42,4	40	87,5	143,7	157	236
Частота вращения конуса, мин.$^{-1}$		200				135	
Установочные габариты (м) ширина –длина – высота		4,3х3,4х4,9				6,9 х 8,7 х 7,6	
Стоимость, р (уровень …. года)		55500 (1988)				143000 (1988)	

Примечание – номинальной считается щель в фазе раскрытия профилей;
- «шаг» это шаг изменения щели при механическом регулировании;
- «мэ» - машиноэкспорт;
- «ум» - Уралмашзавод (проспекты);
- грщ – дробилка с гидравлическим регулированием разгрузочной щели;

Продолжение 1 приложения Д

Показатель	Типоразмер (заводская марка)			
	КРД 900⁄100	ККД 900⁄140	ККД 1200⁄150	
По данным	мэ	мэ	ум	мэ
Ширина приёмного отверстия, мм	900	900	1200	1200
Размер максимального куска в питании, мм	750	750		1000
Номинальная ширина разгрузочной щели, мм	100	110 140 160	130 150 165 180	100 115 130 150	130 150 180
Пределы (шаг) регулирования щели, мм	±15%	±15% (4)	грщ		±15% (8)
Ход эксцентрика, мм			45	36	
Производительность, м^3⁄ч	680	330,420 480	860 1030 1140 1220	520 610 690 795	550 680 800

Мощность эл. двигателя, кВт		400	250	315	2 х 200 мех. регулиров. 320 – грщ
Напряжение, В		3000⁄6000	3000⁄6000	6000	3000⁄6000
Масса, т	наиболее тяжёлого узла (детали)	160,5 сред. часть корпуса в сборе	52,4 дроб. конус в сборе	85,4 дроб.конус с траверсой	45,7 верхнее кольцо с бронями
	дробилки без эл. двигателя	259,8	146,4	240	157 242 –грщ
Частота вращения конуса, мин.$^{-1}$		110	140	120	
Установочные габариты (м) ширина –длина –высота		7,2 х 11,3 х 8,3	5,6 х 8,9 х 7,4	6,5 х 10,2 х 8,8	
Стоимость, р (уровень …. года)		265000 (1988)	143600 (1988)	368000 (1998)	
Примечание – номинальной считается щель в фазе раскрытия профилей; - «шаг» это шаг изменения щели при механическом регулировании; - «мэ» - машиноэкспорт; - «ум» - Уралмашзавод (проспекты); - грщ – дробилка с гидравлическим регулированием разгрузочной щели.					

Продолжение 2 приложения Д

Показатель	Типоразмер (заводская марка)					
	ККД 1500⁄180			ККД 1500⁄230		ККД 1500⁄300
По данным	мэ	ум		ум		мэ
Ширина приёмного отверстия, мм	1500	1500		1500		1500
Размер максимального куска в питании, мм	1300	1300		1300		1200
Номинальная ширина разгрузочной щели, мм	160 180 200	150 165 180 200 215	130 150 165 180	180 200 215 230 250	130 150 165 180	300
Пределы (шаг) регулирования щели, мм	±15% (10)	грщ.		грщ		±15% (10)
Ход эксцентрика, мм		45	36	45	36	
Производительность, м^3⁄ч	1200 1350	1430 1680	970 190	2100 2300	1060 1310	2600

		1500	1800 2100 2240	1370 1520	2460 2620 2790	1510 1680	
Мощность эл. двигателя, кВт		2 х 320 мех. регулиров. 400	400		500		2 х 315 мех. регулиров. 320 – грщ
Напряжение, В		3000⁄6000	6000		6000		3000⁄6000
Масса, т	наиболее тяжёлого узла (детали)	136,4 дроб. конус в сборе	135,9 дроб. конус с траверсой		142,5 дроб.конус с траверсой		213,2 дроб. конус с траверсой
	дробилки без эл. двигателя	405	406		459		625,5
Частота вращения конуса, мин.$^{-1}$		90			120		
Установочные габариты (м) ширина –длина –высота		7,4 х 11,8 х 10			6,5 х 10,2 х 8,8		
Стоимость, р (уровень …. года)		3914000 (1988)			368000 (1998)		

Примечание – номинальной считается щель в фазе раскрытия профилей;
- «шаг» это шаг изменения щели при механическом регулировании;
- «мэ» - машиноэкспорт;
- «ум» - Уралмашзавод (проспекты);
- грщ – дробилка с гидравлическим регулированием разгрузочной щели.

Приложение Е
(справочное)
Технические данные короткоконусных дробилок среднего дробления

Показатель	Типоразмер дробилки (заводское обозначение)					
	КСД 600Гр	КСД 900Гр (СМД-120)	КСД 1200Гр	КСД 1200Т	КСД 1750Гр2	КСД 1750Гр1
По данным	мэ	мэ	мэ	мэ	ум	Ум
Ширина приёмного отверстия, мм	75	130	185	125	350	250
Максимальный кусок в питании, мм	60	100	150	100	250	200
Диапазон регулирования разгрузочной щели, мм	12 – 35	15 – 40	20 – 50	10 – 25	35, 40, 50, 60, 65	25, 30, 35, 40, 50, 60

Производительность, $м^3/ч$		19 – 40	38 – 57	83 – 125	46 – 100	230, 260, 320, 370, 400	180, 200, 220, 240, 280, 320
Мощность двигателя, кВт		30	55	75	75	160	160
Напряжение, В						380/660	380/660
Частота вращения конуса, $мин.^{-1}$				260	260	260	260
Масса, т	наиболее тяжёлого узла (детали)			10	10	22,1	22,1
	дробилки без эл. двиг.	4,05	12,5	21,3	21,3	51	51
Габаритные размеры, м		1,6х1,5х х 1,5	2,5х1,7х х 2,3	2,4х2,7х х2,5	2,4х2,7х х2,5	3,2х3,4х х3,3	3,2х3,4х х3,3
Стоимость, ….р (уровень ….года)		136320 (1998)	337800 (1998)	30180 (1988)	30180 (1988)	59000 (1988)	59000 (1988)
Примечание – цифры после букв «Гр» обозначают особенности профиля зоны дробления; - в обозначениях типоразмера дробилок могут использоваться буквы «Д» (дистанционное управление), «П» (наличие распределителя питания), «В» (установка дробилки на виброизолирующем основании)							

Продолжение приложения Е

Показатель	Типоразмер дробилки (заводское обозначение)					
	КСД 1750Т	КСД 2200Гр 2	КСД 2200Гр1	КСД 2200Т	КСД 3000Гр	КСД 3000Т
По данным	ум	ум	ум	ум	ум	Ум
Ширина приёмного отверстия, мм	200	450	350	275	600	475
Максимальный кусок в питании, мм	160	350	300	250	500	380
Диапазон регулирова-ния разгрузочной щели, мм	15, 20, 25, 30	35, 40, 50, 60, 65	30, 35, 50, 60	15, 20 25, 30	50, 60, 65 70, 80	25, 30, 35, 40, 50
Производительность, $м^3/ч$	105, 135 160, 190	500, 550 660, 760, 820	420, 465, 515, 610, 700	180, 240, 300, 360,	950, 1115, 1200, 1280, 1450	650, 700, 750, 800, 900

Мощность двигателя, кВт		160	250	250	250	400	400
Напряжение, В		380/660	6000	6000	6000	6000	6000
Частота вращения конуса, мин.$^{-1}$		260	242	242	242	200	200
Масса, т	наиболее тяжёлого узла (детали)	22,1	38	38	38	70	70
	дробилки без эл. двиг.	46,8	88	89	89	225	225
Габаритные размеры, м		3,2х3,4х х3,3	3,3х3,9х х3,8	3,3х3,9х х3,8	3,3х3,9х х3,8	6,3х5,2х х6,5	6,3х5,2х х6,5
Стоимость, ….р (уровень ….года)		59000 (1988)	119000 (1998)	119000 (1988)	119000 (1988)	278000 (1988)	278000 (1988)

Приложение Ж
(справочное)

Технические данные короткоконусных дробилок для мелкого дробления

Показатель	Типоразмер дробилки (заводское обозначение)					
	КМД 900Т (ДРО-560Т)	СМД-134	КМД 1200Гр	КМД 1200Т	КМД 1750Гр	КМД 1750Т
По данным				ум	ум	ум
Ширина приёмного отверстия, мм			100	50	130	80
Максимальный кусок	20 – 40	100	80	40	100	70

в питании, мм							
Диапазон регулирова-ния разгрузочной щели, мм		8 – 15	23	5 – 15	3 – 12	9 – 20	5 – 15
Производительность, $м^3/ч$		35 – 50	50	50 – 65	30 – 55	95 – 130	85 – 110
Мощность двигателя, кВт		75	58	75	75	160	160
Напряжение, В		380	380	380	380	380	380
Частота вращения конуса, $мин.^{-1}$				260	260	260	260
Мас-са, т	наиболее тяжё-лого узла (дета-ли)			10	10	22,1	22,1
	дробилки без эл. двиг.	11,7	19	21,4	21,4	46,4	46,6
Габаритные размеры, м			8,2 х 2,9 х х 3,5	8 х 7,2 х х 2,6	8 х 7,2 х х 2,6		
Стоимость, ….р (уровень ….года)				30480 (1988)	30480 (1988) 100000$ (1998)	60600 (1988)	60600 (1988)
Примечание - «ум» - каталог Уралмашзавода; - «эм» - проспект Машиноэкспорт							

Продолжение 1 приложения Ж

Показатель	Типоразмер дробилки (заводское обозначение)					
	КМД 2200Гр2	КМД 2200Гр1	КМД 2200Гр	КМД 2200Т	КМД 2200Т	КМД 3000Гр
По данным	ум	ум	эм	ум	эм	ум
Ширина приёмного отвер-стия, мм	200	140	140	100	100	220
Максимальный кусок в питании, мм			110		85	85
Диапазон регулирова-ния разгрузочной щели, мм	15–20–25	10–12–10–20	10 – 20	5–6–7– 8–9–10–12–15	5 – 15	15, 20, 25
Производительность,	315 – 365–410	220 – 240 – 270 – 325	220 – 260	160–180–188–195–	170 – 220	500, 575, 650

$м^3/ч$					202–210–235–250		
Мощность двигателя, кВт		315	315	250	315	250	400
Напряжение, В		6000	6000	6000	6000	6000	6000
Частота вращения конуса, $мин.^{-1}$				242		242	200
Масса, т	наиболее тяжёлого узла (детали)						
	дробилки без эл. двиг.	90	90	88,5	90	88,4	225
Габаритные размеры, м							6,6х5,1х х5,3
Стоимость, ….р (уровень ….года)		(1988)	30480 (1998)	12300 (1988)	(1988)	123000 (1988)	
Примечание - «ум» - проспект Уралмашзевода; - «эм» - проспект Машиноэкспорт							

Продолжение 2 приложения Ж

Показатель	Типоразмер дробилки (заводское обозначение)						
	КМД 3000Гр	КМД 3000Т	КМД 3000Т	КИД 300А	КИД 300А	КИД 600А	КИД 600
По данным	эм	ум	эм	мт	см	см	мт
Ширина приёмного отверстия, мм	220	85	100				
Максимальный кусок в питании, мм	180	85	85	20	20	50	50
Диапазон регулирова-ния разгрузочной щели, мм	15 – 25	5–6–7–8–9–10–12–	7 – 15	конечная крупность менее	конечная крупность менее	конечная крупность менее	конечная крупностьме-

			15		4 мм	8 мм	6 мм	нее 15 мм
Производительность, $м^3/ч$			300–330–360–375–390–410–435–475	350–440	не более 0,6	не более 2,	не более 13	10
Мощность двигателя, кВт			400	400				400
Напряжение, В		6000	6000	6000				6000
Частота вращения конуса, $мин.^{-1}$		185	200	200				
Ма-са, т	наиболее тяжёлого узла (детали)							
	дробилки без эл. двиг.	235	225	225,1				225
Габаритные размеры, м								
Стоимость, ….р (уровень ….года)				28200 (1988)	78000 (1998)	99000	455000 (1998)	354000 (1998)
Примечание - «ум» - каталог Уралмашзавода; - «эм» - проспект Машиноэкспорт; - «мт» - проспект Механобртехника; - «ст» - проспект Строммашина (Кострома); - промышленных образцов дробилок КИД 900, 1200, 1750 нет в производстве.								

Приложение И
(справочное)

Краткая характеристика грохотов

Показатели		Типоразмер по ГОСТ (заводское обозначение)					
		ГИЛ-32	ГИЛ-42	ГИЛ-52	ГИС-42 (СМД-148)	ГИС-52 (СМД-121)	ГИС-62(СМД-125)
Просеивающая	геом. площадь*, $м^2$	3,125	5,625	7,875	5,625	7,875	10,0
	LxB, м	2,5 х 1,25	3,75 х 1,5	4,5 х 1,75	3,75 х 1,5	4,5 х 1 ,75	5 х 2

поверх-ность	угол наклона, º	10 – 25	10 – 25	10 – 25	10 – 25	10 – 25	10 – 25
Допустимая крупность питания, мм		100	300	300	150	200	150
Размер отверстия при заводской поставке,мм	верхняя поверхность	50	до 60	до 60	40	40	
	нижняя	6; 8; 10; 13; 20; 25; 50	6; 8; 10; 13; 20; 25; 50	6; 8; 10; 13; 20; 25; 50	12	12	
Амплитуда (полуразмах) колебаний короба, мм		2,5	3,0	2,5 – 3	4,2	3,8	4,2
Частота вращения вала вибратора, мин.$^{-1}$		900	900	900	970	900	900
Электродвига-тель	*U*, В	380	380	380	380	380	380
	N, кВт	4	7,5	7,5	11	15	15
Масса, т	грохота	1,25	3,055	3,3	3,3	3,8	5,85
	эл.двигателя	0,011	0,015	0,0148	0,0135	0,016	0,0135
Цена, р (год)		1320 (1986)	2680 (1986)	3250 (1986)	2620 (1986)	2960 (1986)	4500 (1986)
Установочные габаритные размеры, м	*L*	до 3	4,5	4,9	4,5	5,1	5,9
	B	2,3	2,9	3,2	2,9	3,2	3,3
	H	до 2	2,95	2,5	2,5	3	3,3
Привод		д-м-в	д-м-в	д-м-в	д-м-в	д-м-в	д-м-в
Примечание - * - без учёта элементов крепления просеивающей поверхности - «д-м-в» - двигатель – муфта – вал (через карданный вал)							

Продолжение 1 приложения И

Показатели	Типоразмер по ГОСТ (заводское обозначение)					
	ГИТ-32, ГИТ-32Н (171Гр)	ГИТ- 41 СМД-690	ГИЛ-41 (СМД-113)	ГИТ-41А для охлаж-дённого агломе-рата	ГИТ-42	ГИТ-51

Просеивающая поверхность	геом. площадь*, $м^2$						
	LxB, м	3 х 1,25	3,5 х 1,5	3 х 1,5	3,5 х 1,5	3,3 х 1,5	3,86 х х 1,75
	угол наклона, °	15 – 30	15 – 25	10 – 30	10 – 30	15 – 30	10 – 30
Допустимая крупность питания, мм		300	150	1000		200	400
Размер отверстия при заводской поставке,мм	верхняя поверхность			50 – 250			
	нижняя				6; 8; 10; 12; 20; 13; 16		
Амплитуда (полуразмах) колебаний короба, мм		3 – 5	3 – 6	4	3 – 5	3 – 5	3 – 7
Частота вращения вала вибратора, $мин.^{-1}$		700⁄970	700	800	730⁄970	700	730⁄970
Электродвига-тель	*U*, В	380	380	380	380	380	380
	N, кВт	11	7,5	15	15	15	18,5
Масса. т	грохота	2,82	1,8	5,05	3,66	3,4	5,7
	эл.двигателя	0,016	0,0093	0,0135	0,0195	0,0195	0,0195
Цена, р (год)				3750 (1986)	5740 (1986)	5810 (1986)	8390 (1986)
Установочные габаритные размеры, м	*L*	3,2		3,1	4,5	5,1	4,0
	B	1,7		1,8	2,9	3,2	2,3
	H	1,2		1,5	2,5	3	1,4
Привод		д-м-в	д-м-в	д-м-в	д-м-в	д-м-в	д-м-в
Примечание - * - без учёта элементов крепления просеивающей поверхности - «д-м-в» - двигатель – муфта – вал (через карданный вал)							

Продолжение 2 приложения И

Показатели	Типоразмер по ГОСТ (заводское обозначение)

			ГИТ-51А, для охлаж-дённого агломе-рата	ГИТ- 52	ГИТ-71	ГИСЛ-62	ГИСЛ-82
Просеи-вающая поверх-ность	геом. Площадь*, $м^2$						
	LxB, м		3,5 х 1,75	4 х 1,75	5 х 2,5	5 х 2	7 х 3
	угол наклона, º		10 – 30	15 – 30	15 – 30	0 – 25	0 – 25
Допустимая крупность питания, мм			1100	400	Руда – 800 Уголь–1100	300	300
Размер от-верстия при заводской по-ставке,мм	верхняя по-верхность						
	нижняя						
Амплитуда (полуразмах) коле-баний короба, мм			5,3	3 – 8	4 – 8	5,5 – 6,0	5,5 – 6,0
Частота вращения вала вибрато-ра, $мин.^{-1}$			735	730/970	730	730	730
Электродвига-тель	*U*, В		380	380	380	380	380
	N, кВт		22	18,5	22	2 х 17	2 х 37
Масса. Т	грохота		4,97	7,3	11,2	8,5	18
	эл.двигателя		0,042	0,0195	0,039	2 х 0,0325	2 х 0,074
Цена, р (год)			4920 (1986)	9020 (1986)	13040 (1986)	10670 (1986)	20600 (1986)
Установочные габаритные размеры, м		*L*				5,7	7,7
		B				2,9	5,4
		H				2,65	3,0
Привод			д-м-в	д-м-в	д-м-в	д-м-в	д-м-в
Примечание - * - без учёта элементов крепления просеивающей поверхности - «д-м-в» - двигатель – муфта – вал (через карданный вал)							

Продолжение 3 приложения И

Показатели			Типоразмер по ГОСТ (заводское обозначение)						
			ГСС-32 (СМД-107)	ГИСС- 32 (243 Гр)	ГИСТ-31	ГИСТ-41	ГИСТ-51	ГИСТ-61	ГИСТ-72
Просеивающая поверхность	геом. площадь*, м^2				Не изготавливается	Не изготавливается			
	LxB, м		3 х 1,25	4 х 1,5			4,5 х 1,75	3,4 х 2	7 х 2,5
	угол наклона, º						0 – 8	0 – 8	0 – 25
Допустимая крупность питания, мм			100	100			100	200	
Размер отверстия при заводской поставке,мм	верхняя поверхность			25 – 2			до 30		до 16
	нижняя								
Амплитуда (полуразмах) колебаний короба, мм			9	4,2					
Частота вращения вала вибратора, мин.$^{-1}$			760	950			970		
Электродвига-тель		*U*, В	380	380			380	380	380
		N, кВт	5,5	2 х 32			2 х 10	2 х 15	2 х 18,5
Масса, т	грохота		2,15	2,41			5	7,1	18,0
	эл.двигателя		0,056				2 х 0,0143	2 х 0,016	2 х 0,0255
Цена, р (год)			1650 (1986)						
Установочные габаритные размеры, м		*L*	3,9	4			5,1	4,03	7,5
		B	1,9	2,3			3,1	3,1	4,2
		H	1,4	1,2			1,45	2,1	2,9
Привод			д-текст.	д-м-в			д-м-в	д-м-в	д-м-в

Примечание - * - без учёта элементов крепления просеивающей поверхности
- «д-м-в» - двигатель – муфта – вал (через карданный вал)

Приложение К
(справочное)

Краткая характеристика мельниц МСЦ

Параметр		900 х 1800	1200 х 2400	1500 х 3000	2100 х 2200
Номинальный объём, м^3		0,9	2,0	4,2	6,3
Толщина футеровки, мм		60	65	70	80
Электро-двигатель	тип	4АМР180S4У3		4АМР250Д4У3	СД2-85⁄22-10У4
	мощность, кВт	22	40	90	200
	напряжение, В	380	380	380	380
Привод		редуктор	редуктор	редуктор	Редуктор
Масса, т	стержневой загрузки	2,3	5,2	10,5	16,0
	электродвигателя	0,175	0,55	0,535	2,6
	мельницы без эл. оборудования	5,2	13,2	21,0	54
Цена, р (год)		7430 (1989)	9500 (1980)	24700 (1989)	59200 (1989)
Габаритные размеры, м	длина	3,9	16,7	6,3	8,4
	ширина	2,1	9,0	3,5	5,7
	высота	1,45	6,8	2,5	4,2
Примечание – «д-м-ш» - двигатель –муфта – венцовая шестерня					

Продолжение 1 приложения К

Параметр		2100 х 3000	2700 х 3600	3200 х 4500	3600 х 4500
Номинальный объём, м^3		8,5	17,5	32	41
Толщина футеровки, мм		80	95	105	110
Электро-двигатель	тип	СД2-85⁄22-10У4	СДМ-215⁄26-32УГ	ДС 260⁄39-36	СДМ-260⁄36-36
	мощность, кВт	200	400	900	1000
	напряжение, В	380	6000	6000	6000
Привод		редуктор	д-м-ш	д-м-ш	д-м-ш
Масса, т	стержневой загрузки	22	40,0	70	90,0
	электродвигателя	2,6	8,5	15,6	15,5
	мельницы без эл. оборудования	58	103,5	115,0	175
Цена, р (год)		59200 (1989)	101800 (1989)	98700 (1989)	113700 (1989)
Габаритные размеры, м	длина	8,8	9,4	14,2	14,3
	ширина	4,8	6,0	7,2	7,3
	высота	3,75	5,0	5,2	5,2
Примечание – «д-м-ш» - двигатель –муфта – венцовая шестерня					

Приложение Л
(справочное)

Краткая характеристика мельниц МШР

Параметр			900 х 900	1200 х 1200	1500 х 1600	2100 х 1500
Номинальный объём, $м^3$			0,45	1,0	2,2	4,3
Толщина футеровки, мм					70	80
Электро-двигатель		тип			4АР225М4У3	АО3-355-S-8
		мощность, кВт	13	30	50	132
		напряжение, В	380	380	380	380
Привод			редуктор	редуктор	редуктор	редуктор
Масса, т	шаровой загрузки		1,0		4,8	10,0
	электродвигателя		0,208	0,434	0,355	1,38
	мельницы без эл. оборудования		5,3	10,4	13,05	35,0
Цена, р (год)					17300 (1984)	478000 (1986)
Габаритные размеры, м		длина	2,7	3,6	4,9	7,35
		ширина	2,0	2,5	3,0	4,5
		высота	1,7	2,1	2,5	3,75
Примечание – «д-м-ш» - двигатель –муфта – венцовая шестерня						

Продолжение 1 приложения Л

Параметр			2100 х 2200	2100 х 3000	2700 х 2100	2700 х 3600
Номинальный объём, $м^3$			6,3	8,5	10,0	17,5
Толщина футеровки, мм			80	80	95	95
Электро-двигатель		тип	А3 – 12 – 35 – 8	А3 – 12 – 35 – 8	СДМ – 215/26 – 32 У4	СДМ – 215/26–32 У4
		мощность, кВт	200	200	400	400
		напряжение, В	6000	6000	6000	6000
Привод			редуктор	редуктор	д-м-ш	д-м-ш
Масса, т	шаровой загрузки		15,0	20,0	24,0	42,0
	электродвигателя		2,85	2,85	8,5	8,5
	мельницы без эл. оборудования		40,7	45,5	65,3	76,8
Цена, р (год)			533700 (1986)	56100 (1986)	86200 (1986)	98900 (1986)
Габаритные размеры, м		длина	8,3	9,0	8,4	9,7
		ширина	4,8	4,8	6,4	6,4
		высота	3,75	3,75	5,0	5,0
Примечание – «д-м-ш» - двигатель –муфта – венцовая шестерня						

Продолжение 2 приложения Л

Параметр		3200 х 3100	3200 х 4500	3600 х 4000	3600 х 5000
Номинальный объём, $м^3$		22,0	32,0	36,0	45,0
Толщина футеровки, мм		105		110	110
Электро-двигатель	тип	СДМ – 215/26 – 24		СДМ – 260/36 – 326 У4	СДМП – 260/49 – 32 У4
	мощность, кВт	630	900	1000	1250
	напряжение, В	6000	6000	6000	6000
Привод		д-м-ш	д-м-ш	д-м-ш	д-м-ш
Масса, т	шаровой загрузки	52,0	65,0	76,0	100,0
	электродвигателя	8,5	15,6	15,8	20,8
	мельницы без эл. оборудования	93,5	119	160,0	165,1
Цена, р (год)		114200 (1986)		151810 (1986)	121000 (1986)
Габаритные размеры, м	длина	9,6	13,3	12,95	14,2
	ширина	6,4	7,3	7,2	7,54
	высота	5,1	5,3	5,4	5,65
Примечание – «д-м-ш» - двигатель –муфта – венцовая шестерня					

Продолжение 3 приложения Л

Параметр		4000 х 5000	4500 х 5000	5500 х 6500	6000 х 8000
Номинальный объём, $м^3$		55,0	70,0	Предусмотрены ГОСТом, но ***НЕ*** *ВЫПУСКАЛИСЬ* машиностроительными заводами	
Толщина футеровки, мм		120	120		
Электро-двигатель	тип	СДС – 19 – 46 – 40	СДС – 19 – 56 – 40		
	мощность, кВт	2000	2500		
	напряжение, В	6000	6000		
Привод		д-м-ш	д-м-ш		
Масса, т	шаровой загрузки	120,0	150,0		
	электродвигателя	25,7	27,6		
	мельницы без эл. оборудования	260	294		
Цена, р (год)		183500 (1986)	206200 (1986)		
Габаритные размеры, м	длина	14,8	15		
	ширина	8,3	9,1		
	высота	6,2	6,8		
Примечание – «д-м-ш» - двигатель –муфта – венцовая шестерня					

Приложение М
(справочное)
Краткая характеристика мельниц МШЦ

Параметр			900 х 1800	1500 х 3100	2100 х 2200	2100 х 3000
Номинальный объём, $м^3$			0,9	4,2	6,3	8,5
Толщина футеровки, мм			60	70	80	80
Электро-двигатель		тип	4АР 200 М8 У3	АОП2 – 94 – 4	СД2 – 74⁄24 – 8 У4	А3 – 12 – 35 – 8
		мощность, кВт	18,5	100	200	200
		напряжение, В	380	380	380	6000
Привод			редуктор	редуктор	редуктор	редуктор
Масса, т	шаровой загрузки		1,7	7,7	15,0	16,5
	электродвигателя		0,255	0,64	2,85	2,85
	мельницы без эл. оборудования		4,4	15,9	37,8	42,8
Цена, р (год)			6380 (1989)	210340 (1989)	53300 (1989)	54260 (1986)
Габаритные размеры, м		длина	5,4	6,3	8,1	9,0
		ширина	1,3	3,5	4,8	4,84
		высота	1,6	2,5	3,75	3,75
Примечание – «д-м-ш» - двигатель –муфта – венцовая шестерня						

Продолжение 1 приложения М

Параметр			2700 х 3600	3200 х 3100	3200 х 4500	3600 х 4000
Номинальный объём, $м^3$			17,5	22,4	32,0	36,0
Толщина футеровки, мм			95	105	105	
Электро-двигатель		тип	СДМ – 215⁄26 – 36 У4	СДМ – 215⁄26 – 24 У4	ДС – 260⁄39 – 36	СДМ – 260⁄36 – 36 УХЛ4
		мощность, кВт	400	630	900	1000
		напряжение, В	6000	6000	6000	6000
Привод			д-м-ш	д-м-ш	д-м-ш	д-м-ш
Масса, т	шаровой загрузки		34,0	47,0	61,0	73,0
	электродвигателя		8,5	8,5	15,9	13,7
	мельницы без эл. оборудования		73,7	91,0	140,0	117,0
Цена, р (год)			98900 (1989)	114200 (1989)	98230 (1989)	110200 (1986)
Габаритные размеры, м		длина	9,9	9,4	15,9	13,8
		ширина	6,4	5,6	7,3	7,4
		высота	5,0	4,2	5,4	5,2
Примечание – «д-м-ш» - двигатель –муфта – венцовая шестерня						

Продолжение 2 приложения М

Параметр			3600 х 4500	3600 х 5500	4000 х 5500	4500 х 6000	5500 х 6500
Номинальный объём, $м^3$			40,0	49,0	60,0	82,0	140,0
Толщина футеровки, мм				110	120	120	120
Электрод-вигатель	тип			СДМП – 260⁄49 – 32 У4	СДС – 19 – 46 – 40	СДС – 19 – 56 – 40	СДМ – 2 – 24 – 59 – 80 У4
	мощность, кВт		1120	1250	2000	2500	4000
	напряжение, В		6000	6000	6000	6000	6000
Привод			д-м-ш	д-м-ш	д-м-ш	д-м-ш	д-м-ш
Масса, т	шаровой загрузки			94,0	115,0	164,0	275,0
	электродвигателя			20,8	23,17	27,6	
	мельницы без эл. оборудования		172,0	161,0	250,0	299,0	657,5
Цена, р (год)				153230 (1989)	181000 (1989)	209000 (1989)	745000 (1983)
Габаритные раз-меры, м		длина		20,8	16,4	16,0	12,4
		ширина		7,5	8,4	9,1	8,,8
		высота		5,6	6,2	6,8	8,0
Примечание – «д-м-ш» - двигатель –муфта – венцовая шестерня							

Приложение Н
(справочное)

Краткая характеристика спиральных классификаторов КСН

Параметр			1КСН – 3	1КСН – 5	1КСН – 7,5	1КСН – 10	1КСН – 12
Спираль	диаметр, мм		300	500	750	1000	1200
	шаг, мм		160	250	350	600	600
	частота вращения, мин$^{-1}$		25	12	7,8	8,5	4,1; 8,15
	число заходов		1	1	1	1	2
Корыто	длина, мм		3000	4500	5500	6500	6500
	угол наклона, град.		18	18	18	18	18
Уровень звука, дБа			87	87	92	92	100
Двигатель привода спирали		кВт	1,1	1,1	3,0	5,5	3,2
		масса, кг	20,4	20,4	56	56	160
Двигатель привода механизма подъёма		кВт	0,55	0,55	0,55	1,5	1,5
		масса, кг	15,1	15,1	15,1	28,7	
Масса, т	наиболее тяжёлого узла						Спираль 3,0
	без эл. оборудования		0,745	1,23	2,25	5,48	6,335
Габаритные размеры, м		ширина	0,8	1,0	1,28	1,535	1,595
		ширина по верху привода подъёма спирали	0,8	1,0	1,25	1,675	1,595
Габаритная длина, м (без учёта угла наклона корыта)			3,3	5,44	6,64	7,81	8,14
цена , р. (уровень ..года)					1755 (1964)		4310 (1964)

Продолжение 1 приложения Н

Параметр			1КСН – 15	1КСН – 20	1КСН – 24	2КСН – 24
Спираль	диаметр, мм		1500	2000	2400	2400
	шаг, мм		750			
	частота вращения, мин$^{-1}$		2,9; 3,9; 5,8	3,1; 4,1; 6,1	2,6; 3,5; 5,2	2,5; 3,5; 5,2
	число заходов		2	2	2	2
Корыто	длина, мм		8200	8400	9200	10900
	угол наклона, град.		18	17	18	17
Уровень звука, дБа			100	104	104	
Двигатель привода спирали		кВт	5,5; 7,5; 10	7; 11; 14	7,5; 11; 13	14; 20; 28
		масса, кг	110	180	200	
Двигатель привода механизма подъёма		кВт	1,5	3,0	3,0	
		масса, кг				
Масса, т	наиболее тяжёлого узла		спираль 5,84	рама-корыто 6,71	рама-корыто 8,83	рама-корыто 12,3
	без эл. оборудования		12,5	17,83	21,4 (до 33,1)	36,9
Габаритная ширина, м			1,933	2,445	3,04	5,36
Габаритная длина, м (без учёта угла наклона корыта)			9,9	10,5	11,25	11,52
цена , р. (уровень ..года)			6750	8780	9530	15190

	(1964)	(1964)	(1964)	(1964)
Примечание – у классификатора КСН – 24 длина корыта (м) может быть 11,8; 13; 15; 16				

Продолжение 2 приложения Н

Параметр		1КСН – 30	2КСН – 30
Спираль	диаметр, мм	3000	3000
	шаг, мм		
	частота вращения, $мин^{-1}$	1,5; 3,0	1,5; 3,0
	число заходов	2	2
Корыто	длина, мм	12500	15000
	угол наклона, град.	18	18,5
Уровень звука, дБа		104	104
Двигатель привода спирали	кВт	19; 28	28; 40
	масса, кг	500	
Двигатель привода механизма подъёма	кВт	4,0	2х2,8
	масса, кг		
Масса, т	наиболее тяжёлого узла	спираль 17,51	рама-корыто 23,8
	без эл. оборудования	40,27	71,93
Габаритная ширина, м		3,74	6,61
Габаритная длина, м (без учёта угла наклона корыта)		15,02	15,0
цена , р. (уровень ..года)		16890 (1964)	30240 (1964)

Приложение П
(справочное)
Краткая характеристика спиральных классификаторов КСП

Параметр			1КСП–12	2КСП–12	1КСП – 15	2КСП – 15	1КСП – 20
Спираль	диаметр, мм		1200	1200	1500	1500	2000
	шаг, мм		600	600	750	750	1250
	частота вращения, мин$^{-1}$		4,1; 8,3	4,1; 8,15	3,5; 7,0	3,5; 7,0	2,5; 5,0
	число заходов		2	2	2	2	2
Корыто	длина, мм		8400	8400	10100	10100	13000
	угол наклона, град.		15	15	15	15	15
Уровень звука, дБа			100	100	100	100	104
Двигатель привода спирали		кВт	3,2; 6,0	2 х 3,2	3,8; 7,5	6,4; 11,0	6,4; 11,0
		масса, кг					
Двигатель привода механизма подъёма		кВт	1,7	2 х 1,5	3,0	2 х 3,0	4,0
		масса, кг					
Масса, т	наиболее тяжёлого узла		спираль 4,15	рама-корыто 4,9	спираль 8,04	рама-корыто 10,2	
	без эл. оборудования		9,15	15,62	17,72	31,0	30,91
Габаритные размеры, м		ширина	1,824	3,15	2,245	3,715	2,705
		ширина по верху привода подъёма спирали	1,924	3,15	2,245	3,715	2,705
Габаритная длина, м (без учёта угла наклона корыта)			9,98	10,28	12,03	12,88	16,0
цена, р. (уровень ..года)			5140 (1964)	9474 (1964)	9460 (1964)	15540 (1964)	16165 (1964)

Приложение Р
(справочное)
Краткая характеристика гидроциклонов*

Приложение С
(справочное)
Технические данные талей с электродвигателем (тельферов)

Обозначение	ТЭ025	ТЭ050	ТЭ100	ТЭ200	ТЭ320	ТЭ500	ТЭ1013
Грузоподъёмность, т	0,25	0,5	1,0	2,0	3,2	5	10
Высота подъёма, м	6	8	6 – 36	6 – 36	6 – 36	6 – 30	18 – 48
Наименьший радиус закругления пути, м	0,5	1,0	1,0; 1,5; 2,5	1,0; 1,5; 2,5; 3,0; 3,5	1,5; 2,0; 2,5; 3,5	2; 2,5; 4	2,5; 3; 4

Приложение Т
(справочное)
Характеристика мостовых кранов

Данные по мостовым кранам приведены на рисунке Т.1 и в таблице Т.1.

Таблица Т.1

Размеры в м

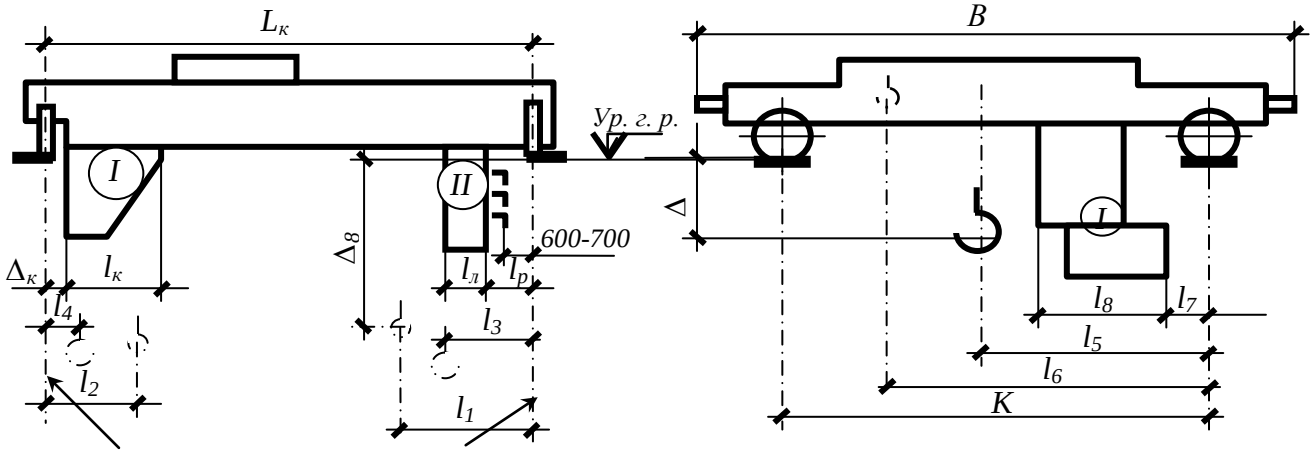
Грузоподъёмность, т	Пролёт крана $L_к$	Высота подъёма	Ширина крана B*	База крана K	кабина				
					высота	длина $l_к$	ширина $l_в$	до оси колеи $\Delta_к$	до оси катка l_7
мостовой кран									
500/80	15,5–33,5	до 32	14 – 15,5	1 – 14	2,6	3-4	2-2,5	1,4	
320/32	9,5 – 33,5		11 – 12,5	9,5 – 10,5	2,5	3-4	2-2,5	1,7	
250/32			10,5 – 11,5	9,5 – 10,5	2,6	3-4	2-2,5	1,4	
200/32			10,5 – 11,5	9,5 – 10,5	2,6	3-4	2-2,5	1,8	
160/32			10 – 11	9,5 – 10,5	2,6	2-2,6	2-2,5	1,4	
125/20	13 – 34		9,5 – 10	6,6 – 8,6	2,5	4,6	1,8	1,4	
100/20			9,3 – 10	6,8 – 8,6	2,5	4,6	1,8	1,4	
80/20	10 – 43		9,1 – 9,6	6,1	2,5	3 – 4	2 – 2,5	1,4	
50/10	10 – 34,5		6,6	5,3	2,2	3 – 4	2 – 2,5	1,1	
32/5	10,5 – 34,5	до 14	6,3 – 6,8	5,1 – 5,6	2,0	2,6	1,6	1,1	
20/5		до 32	5,6 – 6,8	4,4 – 5,6	2,0	2,6	1,6	1,4	
16/3,2	7,5 – 34,5	до 18	5,5 – 5,7	4,4 – 4,6	2,5	3,5	1,6	1,4	
Кран-балка (опорный однобалочный)									
5	4,5 – 22,5		2 – 5,7	1,5 – 5,0	2	2	1,35	1,0	
3,2	4,5 – 22,5		2 – 5,7	1,5 – 5,0	2	2	1,35	1,0	
1	4,5 – 22,5		2 – 4,7	1,5 – 4,0	2	2	1,35	1,0	

Кран однобалочный подвесной однопролётный							
Грузоподъёмность, т	Высота подъёма	Длина крана	Длина консоли	База крана	Ширина крана	Предельное положение крюка	Высота балки крана
5	6 – 18	3,6 – 18,0	0,3 – 1,5	1,5 – 2,7	2 – 3,3	2,0 – 2,2	0,47 – 0,67
3,2				1,0 – 2,4	1,4 – 2,8	1,8 – 2,0	0,44 – 0 84
2						1,3 – 1,5	0,26 – 0,52
1						1,1 – 1,3	0,30 – 0,44

Примечание – на рисунке Т.1 – дано упрощенное изображение мостовых кранов

Продолжение 1 приложения Т

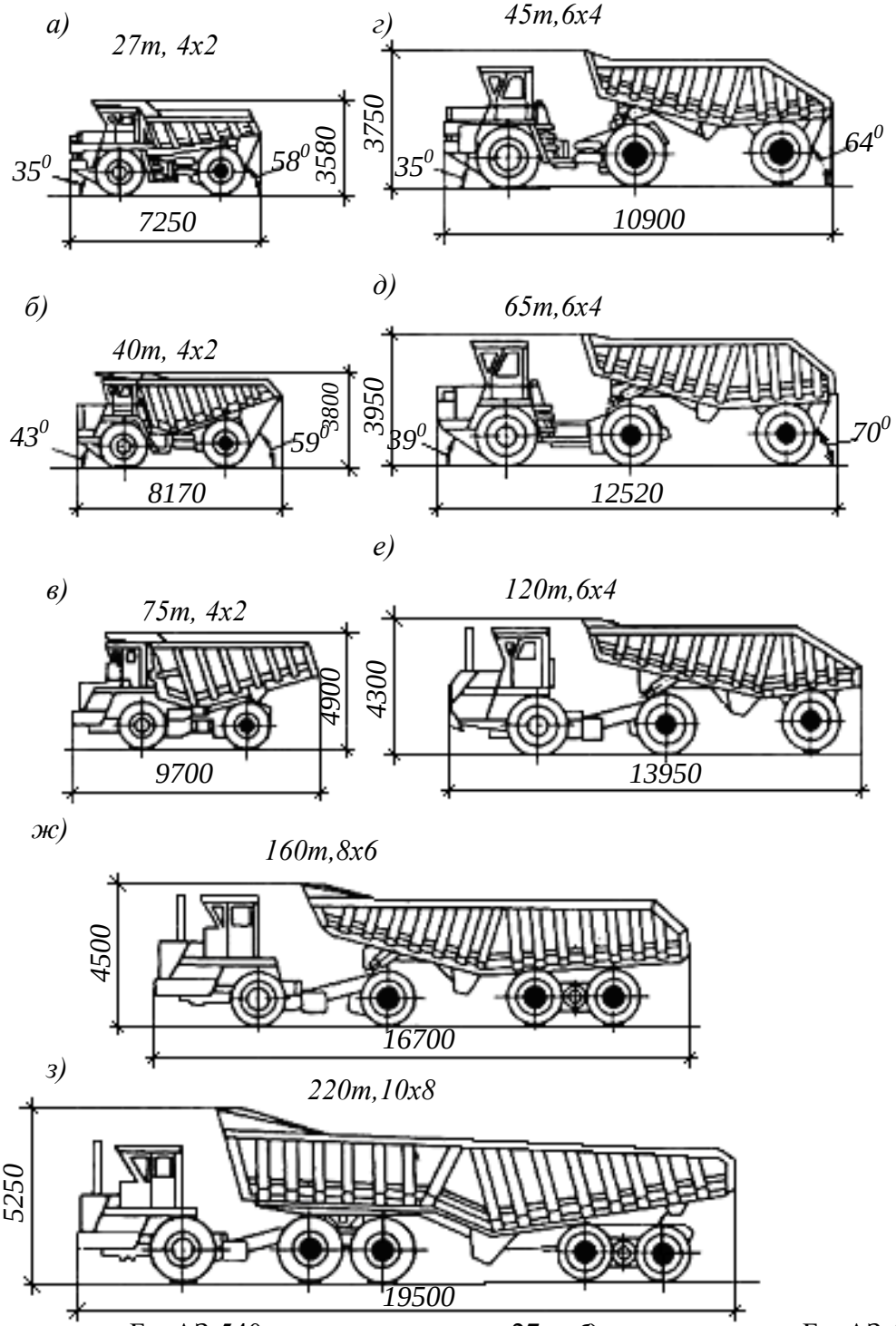
Грузоподъёмность, т	Люлька			Предельное положение крюков							
				главного подъёма				вспомогательного подъёма			
	высота	ширина $l_л$	до оси колеи $l_р$	l_3	l_4	l_5	Δ	l_1	l_2	1_6	$\Delta_в^*$
Мостовой кран											
500/80	1,8	0,735	1,25	3,3	5,2	7 – 7,8	2,7	6,8	2,2		0,7
320/32	1,8	0,735	1,25	3,1	3,3	5,8 – 6,3	2,3	4,6	1,8	4,8 – 5,3	+ 0,5
250/32	1,8	0,735	1,25	2,5	3,2	5,3 – 5,8	1,75	3,9	1,8		+ 0,1
200/32	1,8	0,735	1,25	2,5	3,2	5,5 – 5,8	1,7	3,9	1,8		0,1
160/32	1,8	0,735	1,25	2,5	3,1	5,4 – 5,8	1,95	3,8	1,8		0,65
125/20	2,15	0,75	1,1	2,2	2,0	4,6 – 5,0	1,5	3,6	3,1	4	+ 0,6
100/20	1,9	0,75	1,1	2,0	2,6	4,6 – 5,0	1,5	3,6	1,0	4,3	+ 0,6
80/20	1,8	0,735	1,25	1,9	2,6	4,8	1,4	3,1	1,4	4,5	0,1
50/10	1,9	0,68	1,1	1,9	2,0	3,4	0,65	3,3	0,9	3,4	+ 0,4
32/5	2,0	1,0	1,1	1,6	1,9		0,4	2,6	0,9		0,3
20/5	2,0	1,0	1,1	1,1	2,0		0,9	1,9	1,3		0,05
16/3,2	2,0	0,7	1,1	1,3	1,95		0,6	2,2	1,0		0,1
Примечание -* знак «плюс» означает превышение над уровнем головки кранового рельса											



I – кабина;
II – люлька;
┐ – траллея;
Ур. г. р. – уровень головки рельса

Рисунок Т.1 – Характеристика мостовых кранов

ПРИЛОЖЕНИЕ У
(справочное)
Изображение автосамосвалов



а) – автосамосвал БелАЗ-540, грузоподъёмность 27 т; *б*) – автосамосвал БелАЗ-548, грузоподъёмность 40 т; *в*) – автосамосвал БелАЗ-549, грузоподъёмность 75 т; *г*) – тягач БелАЗ-540В с полуприцепом 5271, грузоподъёмность 45 т; *д*) – тягач БелАЗ-548В с полуприцепом 5272, грузоподъёмность 65 т; *е*) – тягач БелАЗ-549В с полуприцепом 5275, грузоподъёмность 120 т; *ж*) – тягач БелАЗ-549В, грузоподъёмность 160 т; *з*) – тягач БелАЗ-549В, грузоподъёмность 220 т;

Рисунок У.1 – Карьерные самосвалы, выпускаемые Белорусским автомобильным заводом

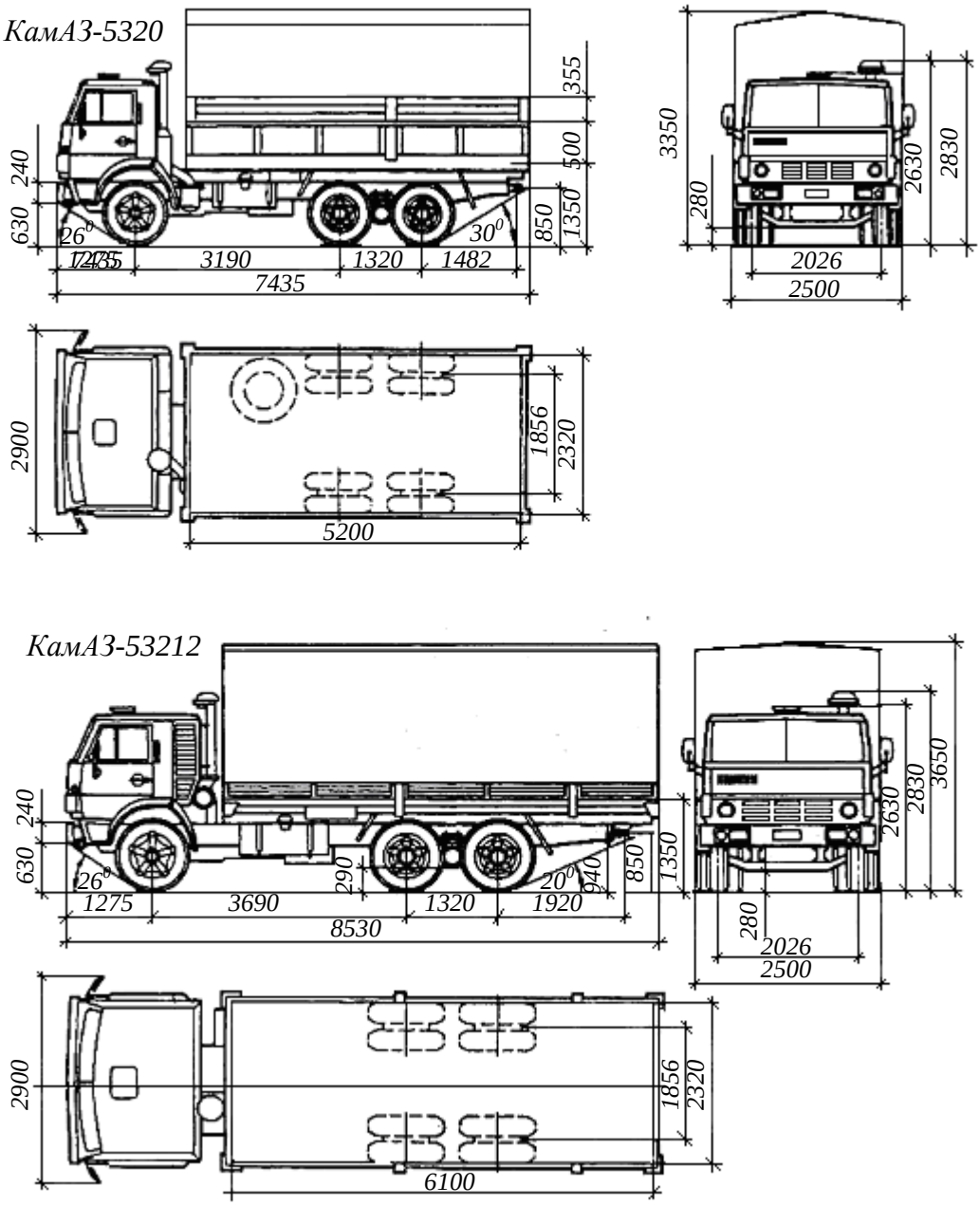
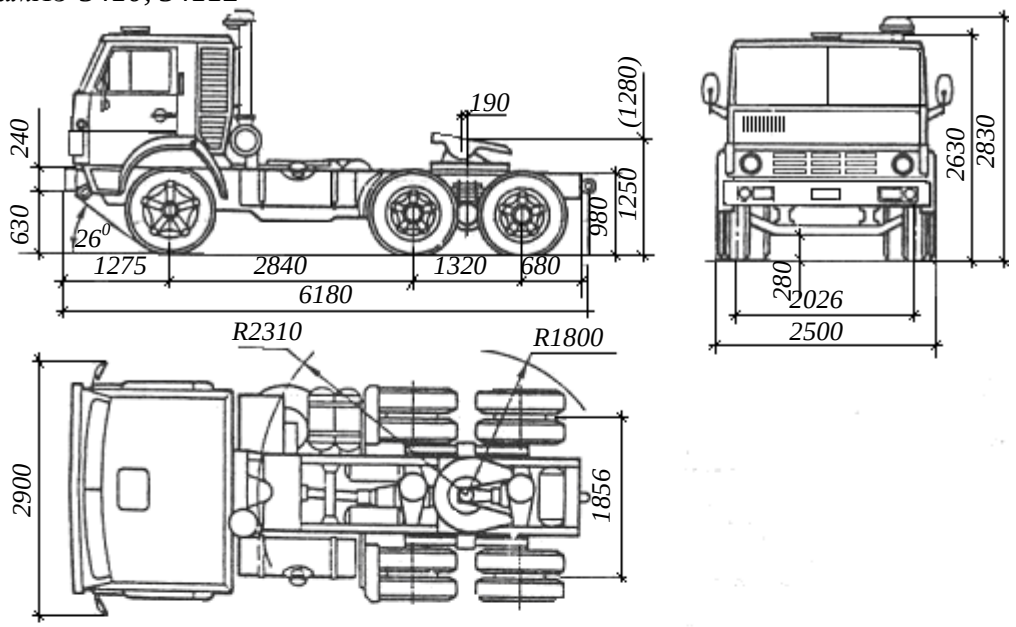


Рисунок У.2 – Габаритные размеры автомобилей КамАЗ-5320 и КамАЗ-53212

КамАЗ-5410, 54112



КамАЗ-5511

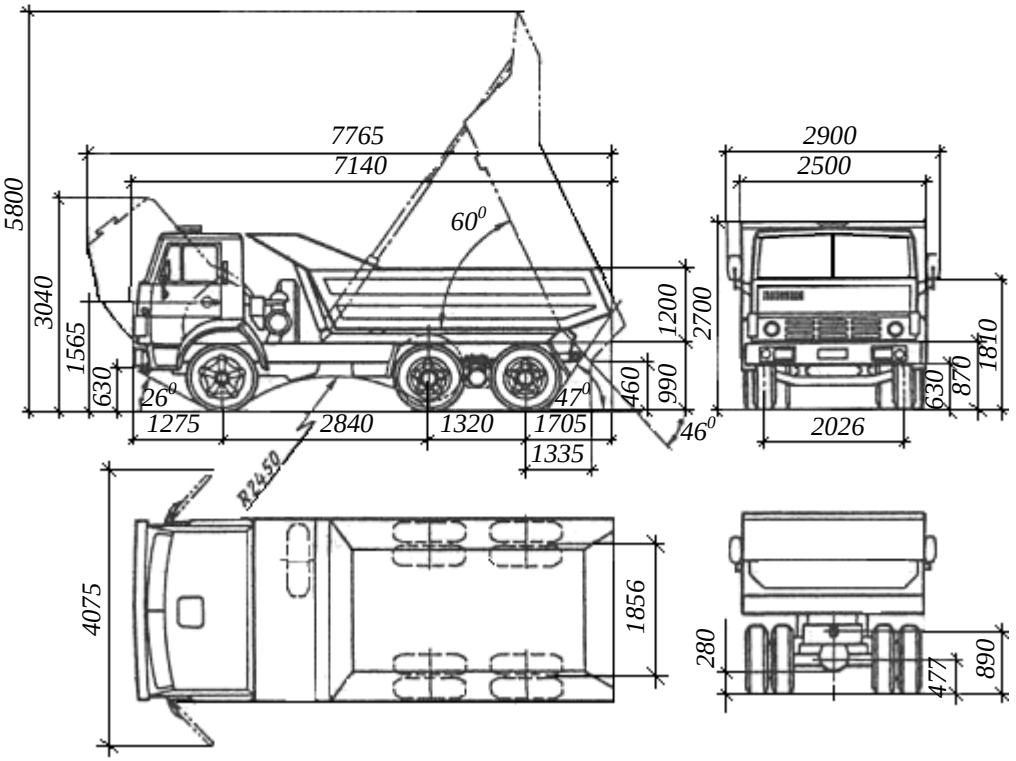


Рисунок У.3 – Габаритные размеры автомобиля КамАЗ-5410,54112 и КамАЗ-5511

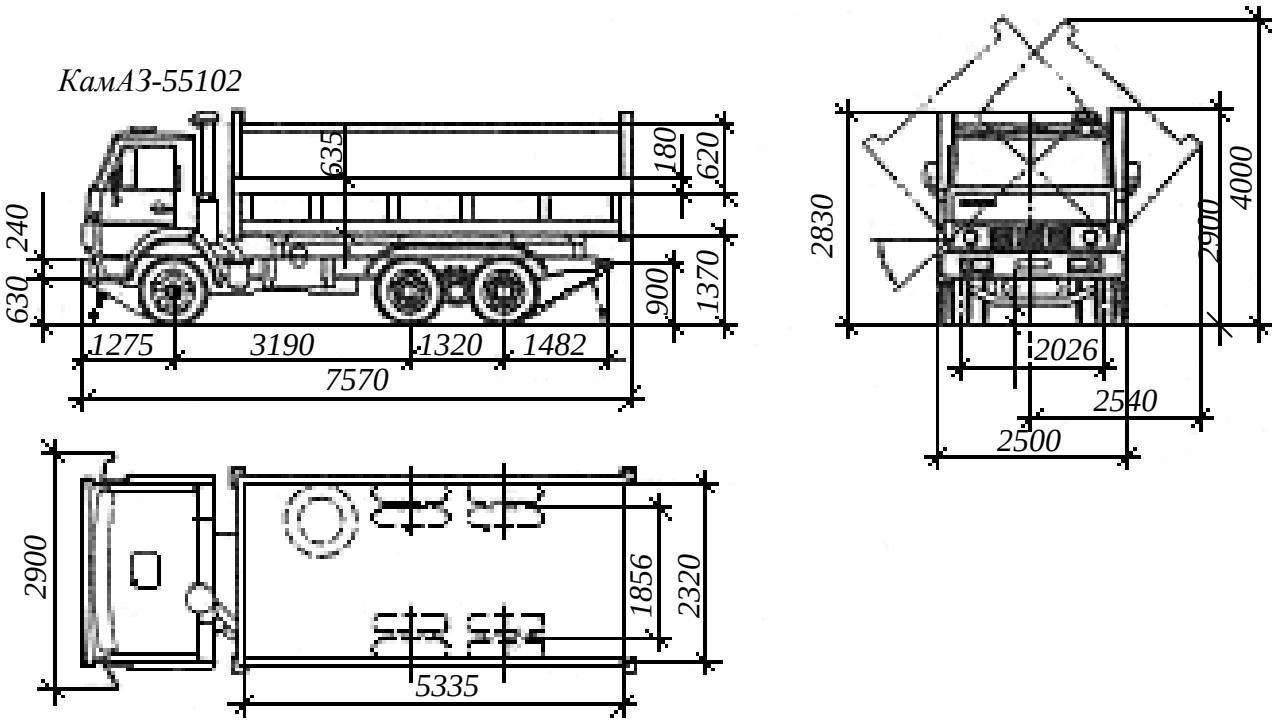
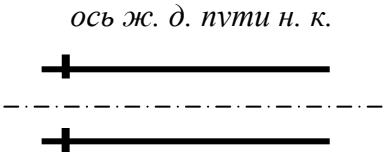
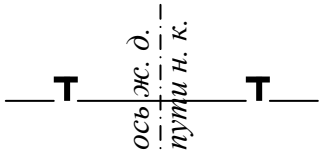
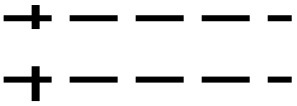
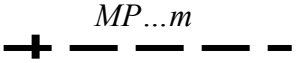
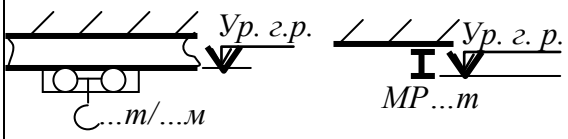
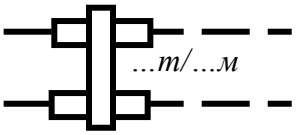
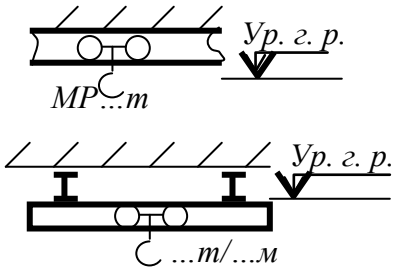
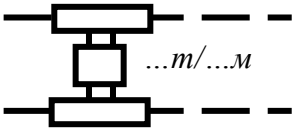
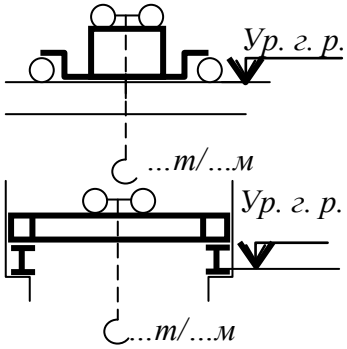
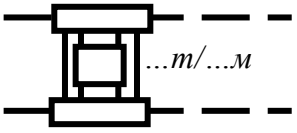
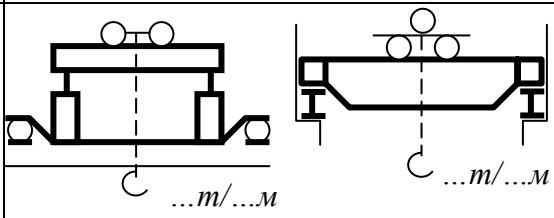


Рисунок У.4 – Габаритные размеры автомобиля КамАЗ-55102

ПРИЛОЖЕНИЕ Ф
(справочное)
Условное изображение грузоподъёмного оборудования на чертежах

Наименование	На плане	На разрезах
Путь рельсовый (н.к. – нормальной колеи 1524 м с.к. – средней колеи 1000 м у.к. – узкой колеи 700 м)		
Путь подкрановый		
Монорельс, тельфер		
Кран подвесной		
Кран-балка (однобалочный мостовой)		
Кран мостовой (двухбалочный)		
Примечание – расстояния между рельсами указываются в масштабе – габариты кранов указываются в масштабе		

Учебное издание

Иванов Эвальд Эдуардович

ДРОБЛЕНИЕ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ И ПОДГОТОВКА СЫРЬЯ К ОБОГАЩЕНИЮ

Учебное пособие по выполнению курсового проекта

2-е издание, исправленное

Редактор Ж. И. Пионтик
Компьютерная верстка: М. В. Аксеньюшкина, Н. В. Пермикина

Подписано в печать 22.02.2016 г.
Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе
Печ. л. 9,9 . Уч.-изд. л. 10,5. Тираж 150 экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу
_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Б1.В.04 ОБЕЗВОЖИВАНИЕ, ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЕ, СКЛАДИРОВАНИЕ И ОКОМКОВАНИЕ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Водовозов К. А., ст. преподаватель

Одобрена на заседании кафедры
Обогащения полезных ископаемых
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Козин В. З.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета
горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТА 3
2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА 3
3. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА 4
3.1. Введение 4
3.2. Выбор и обоснование схемы обезвоживания 4
3.3. Расчёт водно-шламовой схемы, составление баланса по воде 5
3.4. Обоснование, выбор и расчёт оборудования 7
Расчет сгустителей 7
Расчет вакуум-фильтров 9
3.5. Обоснование и описание схемы цепи аппаратов 10
3.6. Обоснование и описание компоновочного решения. 10
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 10
ПРИЛОЖЕНИЕ А Показатели обезвоживания концентратов и требования к их влажности 11
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Технические характеристики радиальных сгустителей типа СЦ 12
ПРИЛОЖЕНИЕ В Технические характеристики дисковых вакуум-фильтров типа ДОО 13

1. ЦЕЛЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект является средством промежуточного контроля, предназначенного для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, источниками справочной литературы, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

Целью курсового проекта является закрепление знаний лекционного курса «Обезвоживание, пылеулавливание, складирование и окомкование», приобретение навыков расчёта оборудования, водно-шламовой схемы и составления баланса по воде, приобретение навыков разработки компоновочных решений.

Задание на курсовой проект заполняется в одном экземпляре, подписывается руководителем и студентом. В бланке задания, выдаваемом студенту, приводятся сведения о производительности корпуса обезвоживания, характеристика обезвоживаемого продукта, сроки выполнения курсового проекта.

Курсовой проект выполняется студентом самостоятельно в течение всего семестра по индивидуальному заданию, выдаваемому в начале семестра.

2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект должен включать в себя пояснительную записку и графическую часть.

Пояснительная записка содержит следующие разделы:

Введение.

Выбор и обоснование схемы обезвоживания.

Расчёт водно-шламовой схемы, составление баланса по воде.

Обоснование, выбор и расчёт оборудования.

Обоснование и описание схемы цепи аппаратов.

Обоснование и описание компоновочного решения.

Список использованных источников.

Наименования разделов пишутся прописными буквами. Наименования подразделов пишутся строчными буквами, начиная с прописной. Разделы пояснительной записки нумеруются арабскими цифрами (кроме введения и списка использованных источников).

Пояснительная записка комплектуется в следующем порядке:

Титульный лист.

Задание на курсовой проект.

Содержание.

Разделы пояснительной записки.

В состав графической части курсового проекта включается:

Водно-шламовая схема.

Баланс воды по корпусу обезвоживания.

Схема цепи аппаратов.

Спецификация оборудования.

План и разрез корпуса обезвоживания.

Графическая часть выполняется на листах формата А1. На первом листе приводится водно-шламовая схема, баланс воды по корпусу обезвоживания, схема цепи аппаратов и спецификация оборудования. На втором листе приводится план корпуса обезвоживания. На третьем листе приводится разрез корпуса обезвоживания.

План и разрез корпуса обезвоживания выполняются в масштабе 1:100. Допускается использовать масштаб 1:50 или 1:200 для оптимального заполнения пространства листа. План и разрез корпуса обезвоживания выполняются в одинаковом масштабе.

Пояснительная записка и графическая часть оформляются в электронном виде с последующей распечаткой и сдаются студентом на проверку в электронном и печатном виде.

После проверки руководителем, курсовой проект защищается в присутствии комиссии в устной форме. Оценка выставляется по итогам устной защиты и проверки пояснительной записки и графической части.

3. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1. Введение

Во введении необходимо отразить:

- цель курсового проекта;
- актуальность темы курсового проекта;
- роль обезвоживания в ряду других технологических процессов переработки полезных ископаемых;
- оценку современного состояния техники и технологий обезвоживания;
- перспективы развития данной отрасли производства;
- области использования концентрата, получаемого на проектируемой обогатительной фабрике;
- технические требования (в т. ч. по влажности), которым должен отвечать обезвоженный концентрат.

3.2. Выбор и обоснование схемы обезвоживания

В курсовом проекте схема обезвоживания принимается согласно заданию. Схема обезвоживания двухстадиальная, включающая операции сгущения и фильтрования (рисунок 3.1).

В пояснительной записке привести:

- описание схемы обезвоживания;
- схему корпуса обезвоживания с указанием номеров и названий продуктов.



Рисунок 3.1 – Технологическая схема корпуса обезвоживания

В графической части привести водно-шламовую схему с указанием номеров и наименований продуктов и операций, легенду для каждого продукта в формате $Q_т$:R:$Q_ж$, расшифровку обозначений легенды.

3.3. Расчёт водно-шламовой схемы, составление баланса по воде

При расчете водно-шламовой схемы используются следующие формулы:
Влажность продукта:

$$W_i = \frac{Q_{жi}}{Q_{жi} + Q_{тi}} 100, \%, \quad (1)$$

где i – номер продукта или операции;
$Q_{жi}$ – производительность по жидкому, т/ч;
$Q_{тi}$ – производительность по твердому, т/ч.

Массовая доля твердого:

$$\beta_{тi} = \frac{Q_{жi}}{Q_{жi} + Q_{тi}} 100, \%. \quad (2)$$

Показатели W_i и $\beta_{ті}$ связаны уравнением:

$$\beta_{тi} + W_i = 100\ \%. \quad (3)$$

Отношение массы жидкого к массе твердого:

$$R_i = \frac{Q_{жi}}{Q_{тi}}, \quad (4)$$

или

$$R_i = \frac{W}{\beta_{тi}}. \quad (5)$$

При расчете водно-шламовой схемы в рамках данного курсового проекта введены следующие допущения и упрощения:

- при сгущении и фильтровании вся твёрдая фаза переходит в сгущенный продукт и осадок, соответственно слив и фильтрат не содержат твердой фазы;
- производительность по переливу вакуум-фильтра не учитывается.

Исходными данными для расчета являются (приведено в задании):

- производительность по по исходному продукту;
- наименование обезвоживаемого концентрата;
- массовая доля класса -0,071 мм в обезвоживаемом концентрате;
- отношение массы жидкого к массе твердого в операции сгущения.

Расчет производится по сухому твердому и оформляется в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Результаты расчёта водно-шламовой схемы корпуса обезвоживания

ПОСТУПАЕТ					ВЫХОДИТ				
Продукт	$Q_т$, т/ч	R	$Q_ж$, т/ч	Всего, т/ч	Продукт	$Q_т$, т/ч	R	$Q_ж$, т/ч	Всего, т/ч
I. Сгущение									
1. Исходный	9,0	6,58	59,2	68,2	3. Слив	-	-	58,1	58,1
6. Фильтрат	-	-	3,8	3,8	4. Сгущённый продукт	9,0	0,54	4,9	13,9
7. Перелив	-	-	-	-					
Всего	9,0	7,00	63,0	72,0	Всего	9,0	7,00	63,0	72,0
II. Фильтрование									
4. Сгущённый продукт	9,0	0,54	4,9	13,9	5. Осадок	9,0	0,12	1,1	10,1
					6. Фильтрат	-	-	3,8	3,8
					7. Перелив	-	-	-	-
Всего	9,0	0,54	4,9	13,9	Всего	9,0	0,54	4,9	13,9

Примечание: результаты расчета приведены для $Q_{т1}$ = 9 т/ч; R_I = 7,0; $\beta_{т4}$ = 65 %; W_5 = 11 %.

Расчет водно-шламовой схемы производится в следующем порядке:

1. В таблицу 1 заносятся значения, указанные в задании:
   - отношение массы жидкого к массе твердого в операции сгущения R_I, значение заносится в строку «Всего» операции сгущения;
   - производительность по исходному продукту $Q_{т1}$.
2. Учитывая допущение, что при сгущении и фильтровании вся твёрдая фаза переходит в сгущенный продукт и осадок, принимается: $Q_{т1} = Q_{т4} = Q_{т5}$.
3. На основании практических данных (Приложение А, Таблица А.1) принимается содержание твердого в сгущенном продукте $\beta_{т4}$. По формуле (5) с учетом формулы (3) производится расчет значения R_4.
4. На основании практических данных (Приложение А, Таблица А.2) с учетом требований к обезвоженному концентрату (Приложение А, Таблица А.3) принимается влажность осадка W_5. По формуле (5) с учетом формулы (3) производится расчет значения R_5.

5. Выразив из формулы (4) величину $Q_{жi}$, рассчитываются значения массы воды в продуктах с известными значениями $Q_{тi}$ и R_i.
6. По балансу рассчитываются значения $Q_{жi}$ в остальных продуктах.
7. По формуле (4) рассчитывается значение R_1.
8. Рассчитываются значения «Всего» в столбцах и строках.

По результатам расчета водно-шламовой схемы составляется баланс по воде в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Баланс воды по корпусу обезвоживания

ПОСТУПАЕТ		ВЫХОДИТ	
Продукт	$м^3/ч$	Продукт	$м^3/ч$
1. Исходный	59,2	3. Слив	58,1
		5. Осадок	1,1
Всего	59,2	Всего	59,2

В пояснительной записке привести:

- исходные данные для расчета водно-шламовой схемы;
- порядок расчета водно-шламовой схемы;
- расчет водно-шламовой схемы полностью**,** со ссылками на формулы и обоснованием значений, принятых по практическим данным.

В графической части привести баланс воды по корпусу обезвоживания в виде таблицы.

3.4. Обоснование, выбор и расчёт оборудования

Расчет сгустителей

В данном курсовом проекте к установке принимаются радиальные сгустители с центральным приводом.

Расчет сгустителей производится в следующей последовательности:

Удельная площадь осаждения:

$$S_{уд} = \frac{R_и - R_к}{v \cdot \Delta}, \frac{м^2}{т \cdot ч}, \quad (6)$$

где $R_и$ – отношение Ж:Т в операции сгущения (R_I);

$R_к$ – отношение Ж:Т в сгущённом продукте (R_4);

v – скорость осаждения твердой фазы, м/ч (v = 0,23 м/ч);

Δ – плотность жидкой фазы, $т/м^3$ (Δ = 1 $т/м^3$).

Расчетная площадь осаждения:

$$S_{расч} = Q_т \cdot S_{уд}, м^2, \quad (7)$$

где $Q_т$ – производительность по исходному твердому, т/ч.

Расчетное количество сгустителей:

$$n_{расч} = \frac{S_{расч}}{k \cdot S_{кат}}, м^2, \quad (8)$$

где k – коэффициент использования площади сгустителя (k = 0,7-0,8);

$S_{кат}$ – площадь осаждения по каталогу, $м^2$ (Приложение Б).

К дальнейшему расчету принимается ближайшее целое число ($n_{прин}$).

Коэффициент загрузки сгустителя:

$$k_{\text{загр}} = \frac{n_{\text{расч}}}{n_{\text{прин}}}. \qquad (9)$$

Значение $k_{\text{загр}}$ не должно превышать значения 1,10. Если значение $k_{\text{загр}}$ превышает 1,10, то необходимо значение $n_{\text{прин}}$ увеличить на единицу.

По формулам (6)-(9) производится расчет вариантов установки сгустителей. Все оборудование корпуса обезвоживания располагается в помещении, поэтому к рассмотрению принимаются сгустители диаметром не более 25 метров. Результаты расчета оформляются в виде таблицы 3.

Таблица 3 – Техническое сравнение вариантов установки радиальных сгустителей

Обозначение	$S_{\text{кат}}$, м^2	$S_{\text{уд}}$, м^2/(т·ч)	$S_{\text{расч}}$, м^2	$n_{\text{расч}}$	$n_{\text{прин}}$	$k_{\text{загр}}$	Потребляемая мощность, кВт		Масса, т	
							одного	всех	одного	всех
СЦ-2,5	5	27,00	243,00	64,80	65	1,00	0,8	52,0	5,9	383,5
СЦ-4	12	27,00	243,00	27,00	27	1,00	1,1	29,7	8,1	218,7
СЦ-6	28	27,00	243,00	11,57	12	0,96	2,2	26,4	16,6	199,2
СЦ-9	63	27,00	243,00	5,14	6	0,86	3,0	18,0	31,2	187,2
СЦ-12	110	27,00	243,00	2,95	3	0,98	3,0	9,0	57,0	171,0
СЦ-15	175	27,00	243,00	1,85	2	0,93	4,0	8,0	78,2	156,4
СЦ-18	250	27,00	243,00	1,30	2	0,65	4,0	8,0	131,4	262,8
СЦ-25	490	27,00	243,00	0,66	1	0,66	7,5	7,5	209,2	209,2

Примечание: результаты расчета приведены для $Q_{\text{т}}$ = 9 т/ч; $R_{\text{и}}$ =7; $R_{\text{к}}$ =0,54; v = 0,23 м/ч; k = 0,75.

На основании технического сравнения конкурирующих вариантов выбирается оптимальный вариант, удовлетворяющий требованиям:

- коэффициент загрузки в интервале 0,80-0,90;
- минимальное количество аппаратов;
- минимальная общая масса;
- минимальная общая занимаемая площадь;
- минимальная общая потребляемая мощность.

В пояснительной записке привести:

- последовательность расчета сгустителей;
- исходные данные для расчета сгустителей;
- пример расчета одного из вариантов;
- технико-экономическое сравнение вариантов с обоснованием выбора оптимального варианта.

Расчет вакуум-фильтров

Расчет вакуум-фильтров производится в следующей последовательности:
Необходимая площадь фильтрования:

$$F_{\text{расч}} = \frac{Q_{\text{т}}}{q}, \text{ м}^2, \quad (10)$$

где q – удельная производительность вакуум-фильтра, т/(м^2·ч) (Приложение А, Таблица А.2).

Расчетное (необходимое) количество фильтров:

$$n_{\text{расч}} = \frac{F_{\text{расч}}}{F_{\text{кат}}}, \text{ м}^2, \quad (11)$$

где $F_{\text{кат}}$ – площадь фильтрования по каталогу, м^2 (Приложение В).

К дальнейшему расчету принимается ближайшее целое число ($n_{\text{прин}}$).

Коэффициент загрузки фильтра определяется по формуле (9).

По формулам (10) и (11) производится расчет нескольких вариантов. К расчету принять барабанные и дисковые вакуум-фильтры. Результаты расчета оформляются в виде таблицы 4.

Таблица 4 – Техническое сравнение вариантов установки вакуум-фильтров

Обозначение	$F_{\text{кат}}$, м^2	$F_{\text{расч}}$, м^2	$n_{\text{расч}}$	$n_{\text{прин}}$	$k_{\text{загр}}$	Потребляемая мощность, кВт		Масса, т	
						одного	всех	одного	всех
ДОО16	16	81,82	5,11	5	1,02	1,5	7,5	4,6	23,0
ДОО32	32	81,82	2,56	3	0,85	3,5	10,5	6,3	18,9
ДОО50	50	81,82	1,64	2	0,82	5,3	10,6	8,5	17,0
ДОО63	63	81,82	1,30	2	0,65	6,9	13,8	10,1	20,2
ДОО80	80	81,82	1,02	1	1,02	7,5	7,5	12,4	12,4
ДОО100	100	81,82	0,82	1	0,82	8,0	8,0	15,4	15,4
ДОО125	125	81,82	0,65	1	0,65	9,0	9,0	21,3	21,3
ДОО160	160	81,82	0,51	1	0,51	11,0	11,0	23,9	23,9
ДОО250	250	81,82	0,33	1	0,33	13,0	13,0	30,0	30,0
ДОО400	400	81,82	0,20	1	0,20	15,0	15,0	58,0	58,0

Примечание: результаты расчета приведены для $Q_{\text{т}}$ = 9 т/ч; q = 0,11 т/(м^2·ч).

На основании технико-экономического сравнения конкурирующих вариантов выбирается оптимальный вариант, удовлетворяющий требованиям:

- коэффициент загрузки в интервале 0,80-0,90;
- минимальное количество аппаратов;
- минимальная общая масса;
- минимальная общая занимаемая площадь;
- минимальная общая потребляемая мощность.

На каждые 3-4 работающих фильтра предусматривается один резервный.

В пояснительной записке привести:

- последовательность расчета вакуум;
- исходные данные для расчета вакуум-фильтров;

- пример расчета одного варианта;
- технико-экономическое сравнение вариантов с обоснованием выбора оптимального варианта.

3.5. Обоснование и описание схемы цепи аппаратов

На основании проведенных расчетов разработать схему цепи аппаратов.

Все насосное оборудование должно быть дублировано. На каждые 3-4 работающих вакуум-фильтра предусмотреть один резервный. Схему вакуум-фильтровальной установки принять самостоятельно исходя из рекомендаций /1/ с. 70-72. Привести описание составленной схемы цепи аппаратов. Составить спецификацию оборудования. Разработку схемы цепи аппаратов вести параллельно с разработкой компоновочных решений.

3.6. Обоснование и описание компоновочного решения.

Требования и примеры компоновки оборудования приведены в /2/ с. 454-463.

Все оборудование расположить в закрытом помещении. Предусмотреть установку грузоподъемного оборудования. Привести описание корпуса обезвоживания и расположения в нем оборудования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Чуянов Г. Г. Вспомогательные процессы обогащения. Обезвоживание и пылеулавливание: Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. 204 с.
2. Разумов, К. А., Перов В. А. Проектирование обогатительных фабрик. Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1982. 518 с.
3. Справочник по обогащению руд. Обогатительные фабрики / Под ред. О. С. Богданова. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1984. – 381 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Показатели обезвоживания концентратов и требования к их влажности

Таблица А.1 – Показатели при сгущении концентратов

Наименование концентрата	Массовая доля класса -0,071 мм в концентрате, %	Массовая доля твердого в сгущенном продукте, %
Медный	65-80	65-70
	80-85	60-65
	90-95	55-60
Цинковый	75-80	60-75
	85-90	60-70
Свинцовый	55-65	50-60
	90-95	65-70

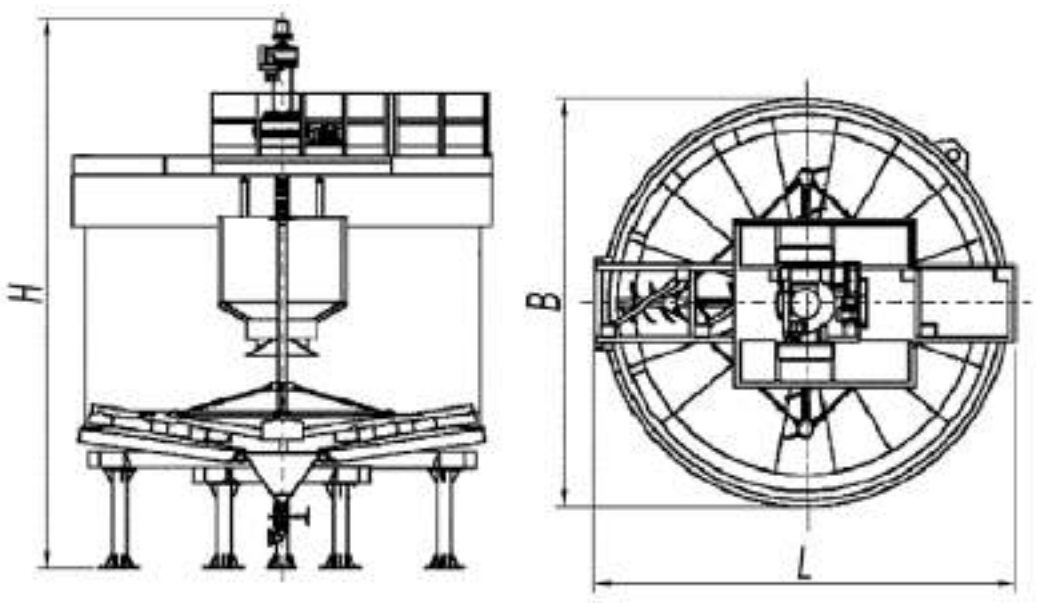
Таблица А.2 – Показатели при фильтровании концентратов

Наименование концентрата	Массовая доля класса -0,071 мм в концентрате, %	Влажность осадка, %	Удельная производительность, т/(м^2·ч)
Медный	65-80	12-14	0,10-0,20
	80-85	10-11	0,05-0,10
	90-95	12-14	0,10-0,28
Цинковый	75-80	11-12,5	0,23
	85-90	14-16	0,10-0,15
Свинцовый	55-65	9-12	0,12-0,15
	90-95	10-12	0,15-0,20

Таблица А.3 – Требования к влажности несушеных концентратов

Наименование концентрата	Массовая доля класса -0,071 мм в концентрате, %	Влажность, не более, %
Медный	не более 80 %	13
	более 80 %	14
Цинковый	менее 70 %	12
	от 70 до 80 %	14
	от 80 до 90 %	16
	более 90 %	18
Свинцовый	не более 80 %	12
	более 80 %	16

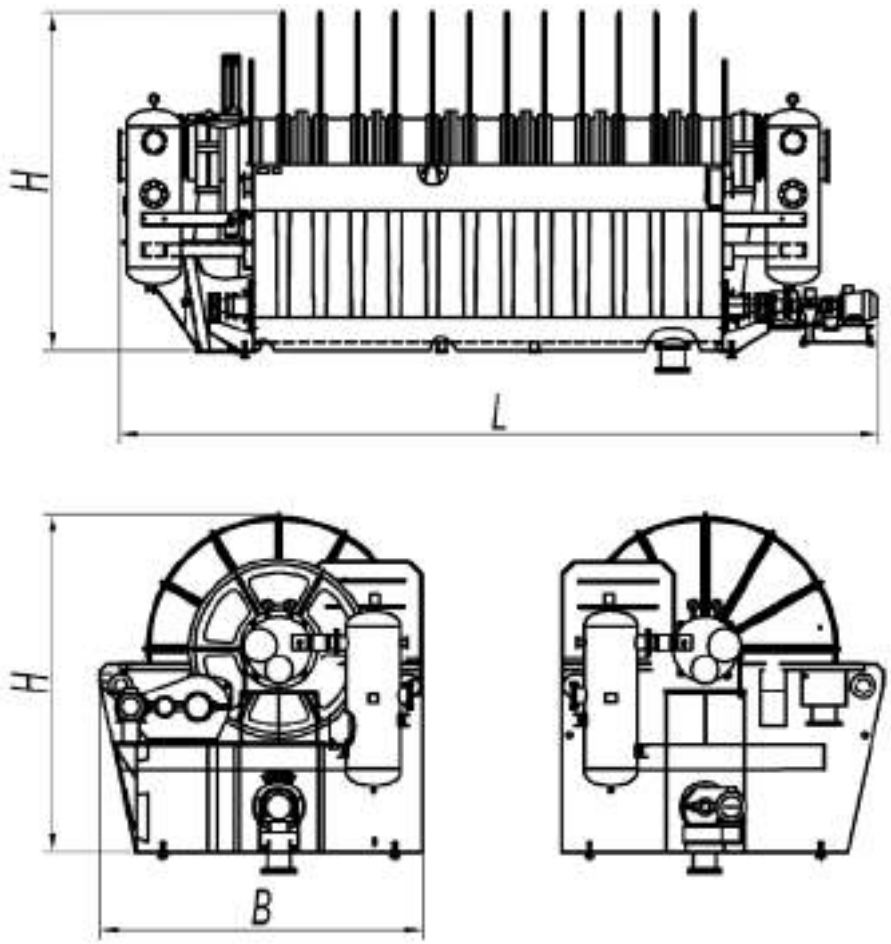
ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Технические характеристики радиальных сгустителей типа СЦ



Обозначение	Внутренний диаметр чана, м	Площадь осаждения, м^2	Потребляемая мощность, кВт	Масса, т	Габаритные размеры, *L*x*B*x*H**, мм
СЦ-2,5	2,5	5	0,8	5,9	2790x2600x5920
СЦ-4	4	12	1,1	8,1	4170x4110x6460
СЦ-6	6	28	2,2	16,6	6400x6170x9160
СЦ-9	9	63	3,0	31,2	9430x9170x9520
СЦ-12	12	110	3,0	57,0	12520x12170x11220
СЦ-15	15	175	4,0	78,2	15600x15170x11420
СЦ-18	18	250	4,0	131,4	18530x18170x11940
СЦ-25	25	490	7,5	209,2	27140x25170x11600

*Размер *H* указан с учетом высоты подъема граблин (400 мм).

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Технические характеристики дисковых вакуум-фильтров типа ДОО



Обозначение	Площадь фильтро-вания, м²	Диаметр диска, м	Потребляемая мощность, кВт	Масса, кг	Габаритные размеры, *L*x*B*x*H*, мм
ДОО 16	16	2,5	1,49	4540	2800x3200x3300
ДОО 32	32	2,5	3,46	6300	3600x3200x3300
ДОО 50	50	2,5	5,3	8500	4400x3200x3300
ДОО 63	63	2,5	6,9	10100	5500x3200x3300
ДОО 80 «Украина»	80	2,7	3,9	10710	6640x3230x2950
ДОО 100	100	2,5	8,0	15180	7400x4000x4100
ДОО 160	160	3,2	13,0	24000	7400x4400x4500
ДОО 160 «Донбасс»	160	3,75	11,0	24890	7200x4300x4100
ДОО 200	195	3,72	11,0	27900	7910x4320x4550
ДОО 250	250	3,75	13,0	32500	9500x4400x4600

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

К. А. Водовозов

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ, ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЕ, СКЛАДИРОВАНИЕ И ОКОМКОВАНИЕ

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Екатеринбург
2023

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией
горномеханического
факультета

Председатель комиссии
_____ П. А. Осипов

К. А. Водовозов

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ, ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЕ, СКЛАДИРОВАНИЕ И ОКОМКОВАНИЕ

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2023

Р е ц е н з е н т ы: д. т. н., профессор *Е. Ф. Цыпин*;
д. т. н., профессор *А. Е. Пелевин;*
к. т. н., доцент *А. В. Колтунов.*

Практикум рассмотрен на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых» от «30» ноября 2015 г. (протокол № 2) и рекомендован для издания в УГГУ.

Водовозов К. А. ОБЕЗВОЖИВАНИЕ, ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЕ, СКЛАДИРОВАНИЕ И ОКОМКОВАНИЕ: Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ / К. А. Водовозов; Урал. гос. горный ун-т. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016. 18 с.

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ содержит постановку задачи и объяснение существа получаемых результатов. Работы направлены на освоение теоретических положений данной дисциплины. Пособие составлено в соответствии с учебной программой дисциплины.

Для студентов специальности 21.05.04. - «Горное дело» специализации «Обогащение полезных ископаемых».

© Водовозов К. А., 2023
© Уральский государственный горный университет, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ СГУЩЕНИЯ……..……4

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ФЛОКУЛЯНТОВ НА СКОРОСТЬ ОСАЖДЕНИЯ ЧАСТИЦ……..7

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ЕСТЕСТВЕННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ВОДЫ ……...8

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ОСАДКА И ФИЛЬТРОВАЛЬНОЙ ТКАНИ ..10

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ НА СКОРОСТЬ ОСАЖДЕНИЯ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ……...……...13

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОЦЕССА СУШКИ ……...15

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ……18

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ СГУЩЕНИЯ

Цель работы: освоение методики определения удельной площади сгущения тонкоизмельченных и шламистых продуктов различной плотности и крупности.

Пояснения к работе

Сгущение – это метод разделения твердой и жидкой фаз, основанный на различии плотностей воды и твердого материала. Это одна из основных операций обезвоживания, позволяющих удалить максимально возможное количество воды из обезвоживаемых продуктов при минимальных затратах. Целью сгущения является получение сгущенного продукта с содержанием твердого 50-70 % и слива, обычно не содержащего твердой фазы. Скорость осаждения твердой фазы зависит от крупности и плотности частиц, их формы, содержания твердого в исходном и сгущенном продуктах, вязкости пульпы и наличия в пульпе реагентов.

Для определения удельной площади сгущения необходимо знать отношение Ж:Т до и после сгущения, а также скорость осаждения твердой фазы. Скорость осаждения частиц, рассчитанная по формуле Стокса, значительно выше, чем скорость осаждения частиц в стесненных условиях. Поэтому для получения достоверных результатов при заданных значениях Ж:Т, крупности и плотности частиц необходимо провести лабораторные эксперименты и вычислить реальную скорость осаждения частиц в стесненных условиях.

Необходимые материалы, оборудование и инструменты

1. Тонкоизмельченный и шламистый материал различной крупности и плотности (дается преподавателем).
2. Весы с разновесами.
3. Стеклянные цилиндры емкостью 500 или 1000 мл.
4. Стержни с перфорированными дисками для перемешивания пульпы.
5. Клей канцелярский.
6. Миллиметровая бумага.

Выполнение работы

По заданным преподавателем значениям Ж:Т (R) и плотности твердой фазы δ, г/см^3, рассчитывается масса твердого (G) и масса жидкого (Q) для каждого опыта по уравнениям:

$$G = \frac{V \cdot \delta}{1 + R\delta}; \qquad Q = R \cdot G,$$

где V – объем пульпы, V = 500 см^3.

Определив массы твердого и жидкого, приготавливают пульпу в цилиндрах емкостью 500 мл с объемной и линейной градуировкой, выполненной с помощью миллиметровой бумаги. Навеска твердого помещается в цилиндр, куда предварительно заливается 200-250 мл воды. Полученную пульпу перемешивают, и затем вода доливается до отметки 500 мл. Все тщательно перемешивают еще раз стержнями с перфорированными дисками в каждом цилиндре. Цилиндры с пульпой ставят на ровную, хорошо освещенную поверхность стола и фиксируют время начала опыта по часам или по секундомеру.

Через некоторое время проявляется ясная граница осаждающегося твердого, выше которой находится слой осветленной жидкости. Через каждую минуту, а затем (по мере уменьшения скорости осаждения интервалы замеров увеличивают) – через большие промежутки времени, замеряют высоту осветленного слоя $\boldsymbol{h}$ (мм) и объем сгущенной пульпы $\boldsymbol{W}_{\text{сг}}$ (мл) и заносят в табл. 1.

Наблюдения за увеличивающимся слоем осветленной жидкости производят до тех пор, пока высота слоя сгущенного продукта не станет постоянной, т. е. примерно в течение 1 часа.

Обработка результатов опытов

1. Скорость осаждения твердого составит:

$$\upsilon = \frac{h}{t}, \text{ мм/мин}, \qquad \upsilon = \frac{60h}{1000t}, \text{ м/ч}.$$

2. Ж:Т ($R_{\text{сг}}$) сгущенной пульпы определяется расчетным путем

$$R_{\text{сг}} = \frac{Q - (500 - W_{\text{сг}})}{G},$$

где $W_{сг}$ – объем сгущенной пульпы.

3. Удельная площадь сгущения определяется по формуле:

$$S_{уд} = \frac{R - R_{сг}}{\upsilon}, \text{ м}^2 \cdot \text{ч/т}$$

где υ - скорость осаждения твердого, м/ч.

Результаты наблюдений и расчетов заносятся в табл.1.

Таблица 1

Результаты опытов

Время осаждения *t*, мин.	Высота осветленного слоя *h*, мм	Объем сгущенной пульпы, мл	Скорость осаждения твердого, м/ч	Ж:Т в сгущенной пульпе	Удельная площадь сгущения *S*, м^2·ч/т

На основании полученных данных строится график, отображающий характер осаждения твердого, рис. 1.1. По оси абсцисс откладывается время отстаивания, мин.; по оси ординат – высота осветленного слоя, мм. Значение ординаты «*h*» должно соответствовать высоте пульпы в цилиндре.

Если опыты проводятся при различных значениях Ж:Т, то на график наносятся кривые для каждого экспериментального значения Ж:Т.

Сделать выводы о проделанной работе.

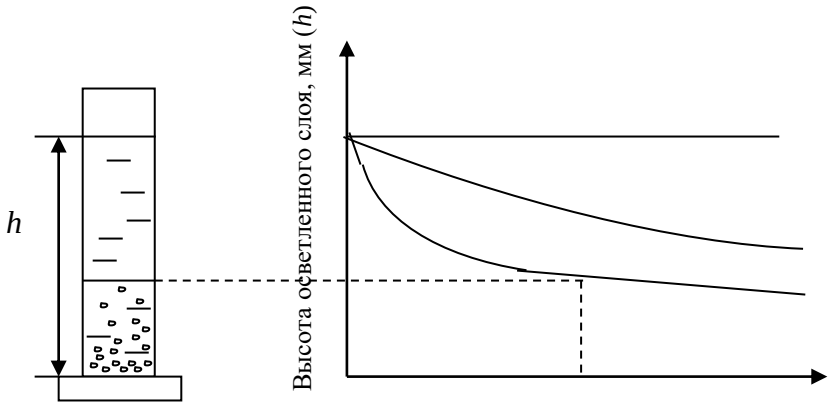


Рис. 1.1. Кривые процесса сгущения

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ФЛОКУЛЯНТОВ НА СКОРОСТЬ ОСАЖДЕНИЯ ЧАСТИЦ

Цель работы: изучение влияния расхода полиакриламида (ПАА) на скорость осаждения твердой фазы пульпы.

Пояснения к работе

Сгущение тонкоизмельченных и шламистых продуктов является малоэффективной операцией в силу крайне малой скорости осаждения твердой фазы в стесненных условиях. Тонкие частицы из-за малой массы оседают с низкой скоростью, в результате чего резко снижается производительность сгустительных аппаратов и увеличивается содержание твердого в сливе.

Для увеличения скорости осаждения применяются синтетические водорастворимые полимерные флокулянты: полиакриламид, полиокс, праестол, суперфлок и др.

Флокулянты представляют собой линейные полимеры с большим количеством активных групп, расположенных вдоль цепочки молекулы. Полиакриламид перед подачей в процесс подвергается гидролизу – растворению в воде при температуре 323-353 ^{o}К. Цель гидролиза – разорвать длинные цепочки молекулы полимера на отдельные функционально активные звенья.

При этом резко возрастает флокулирующая способность полимера. Процесс флокуляции твердых частиц суспензии при подаче флокулянта основан на адсорбции его активных звеньев на минеральных поверхностях. При этом функционально активное звено, закрепляясь на двух частицах, образует между ними «мостик», связывающий эти частицы в агрегат, скорость осаждения которого значительно выше, чем отдельных частиц.

Необходимые материалы, оборудование и инструменты

1. Тонкоизмельченный материал.
2. Весы с разновесами.
3. Стеклянные цилиндры емкостью 500 мл.
4. Стержни с дисками для перемешивания пульпы.

5. Растворы полимерных флокулянтов.

Выполнение работы

Как и в работе № 1, рассчитывается необходимая масса твердого и жидкого для проведения опытов по заданным значениям Ж:Т.

Расход флокулянта (г/т) и его рабочая концентрация (%) задается преподавателем. Опыты проводятся в трех цилиндрах при различных расходах и концентрациях флокулянта. Один из цилиндров является контрольным, в него флокулянты не подаются. После приготовления пульпы и тщательного её перемешивания, в цилиндры подают рассчитанный объем флокулянта и снова пульпу перемешивают с флокулянтом, фиксируют время и ведут отсчет перемещения границы твердое-жидкое. Порядок оформления работы такой же, как в работе № 1.

Эффективность действия флокулянтов (E) можно оценить по формуле:

$$E = \frac{\upsilon_ф - \upsilon_o}{\upsilon_ф} \cdot 100, \%,$$

где $\upsilon_ф$ – скорость осаждения твердого при подаче флокулянта, м/мин; υ_o - скорость осаждения твердого без флокулянта, м/мин;

Описать механизм наблюдаемых явлений. Сделать вывод по проделанной работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ЕСТЕСТВЕННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ВОДЫ

Цель работы: определение влагоудерживающей способности материала (χ), скорости фильтрации воды (υ) и удельного сопротивления материала движению воды (ρ).

Пояснения к работе

Естественная фильтрация или дренирование основаны на перемещении воды внутри материала под действием сил тяжести. При дренировании воды по промежуткам между частицами режим движения - ламинарный. Основной характеристикой эффективности обезвоживания материала является скорость фильтрации воды, это объем

фильтрата, прошедшего через единицу площади фильтрующей перегородки в единицу времени. Влагоудерживающая способность материала – это свойство твердых тел удерживать на своей поверхности влагу, зависящее от крупности и смачиваемости материала.

Необходимые материалы, оборудование и инструменты

1. Материал различной крупности.
2. Весы с разновесами.
3. Перколятор.
4. Стеклянные цилиндры емкостью 500 мл.

Выполнение работы

1. Взвешивается перколятор.
2. Перколятор заполняется исследуемым материалом и снова взвешивается.
3. Материал смачивается определенным количеством воды.
4. Воды выпускается из перколятора, и замеряется её объем.
5. Перколятор заполняется водой.
6. Вода выпускается из перколятора и замеряется время её истечения, а также объем отфильтрованной воды.

Результаты записываются в табл. 3.1.

Таблица 3.1.

Результаты опытов

Крупность материала, мм	Влагоудерживающая способность, %	Скорость фильтрации, м/с	Удельное сопротивление

Обработка результатов опытов

1. Влагоудерживающая способность (χ) материала определяется по формуле:

$$\chi = \frac{P_1 - P_2}{(P_1 - P_2) + P_м} 100 \text{ , \%}$$

где P_1 – масса воды до смачивания, г; P_2 – масса воды до смачивания, г; $P_м$ – масса материала, г.

2. Рассчитывается скорость фильтрации.

$$\upsilon = \frac{W}{S \cdot t}, \text{ м/с},$$

где W – объем отфильтрованной воды, м^3; S – площадь поперечного сечения перколятора, м^2; t – время фильрования, с.

3. Удельное сопротивление материала движению воды равно:

$$\rho = \frac{\Delta}{\upsilon \cdot \mu},$$

где Δ – плотность воды, г/см^3(кг/м^3); υ – скорость фильтрации, м/с; μ – вязкость жидкости, 0,00179 Па·с.

Сделать выводы о проделанной работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ОСАДКА И ФИЛЬТРОВАЛЬНОЙ ТКАНИ

Цель работы: определение удельного сопротивления осадка (ρ) и фильтровальной ткани (ρ_0) при вакуумном фильтровании тонкоизмельченных продуктов обогащения.

Пояснения к работе

Удельное сопротивление осадка и фильтровальной ткани являются одними из важнейших характеристик процесса фильтрования. В общем виде под удельным сопротивлением понимается сопротивление, которое оказывает осадок или ткань при движении жидкости через единицу площади фильтрования. Удельное сопротивление оказывает решающее влияние на скорость фильтрации, которая для мелкозернистых продуктов невелика, в силу очень малых расстояний между частицами. Поэтому для увеличения скорости фильтрации на фильтрующей перегородке искусственно создается избыточное давление или вакуум, что позволяет значительно интенсифицировать процесс фильтрования. Фильтрование под вакуумом или под избыточным давлением применяется для обезвоживаемого материала крупностью менее 0,2-0,1 мм.

Необходимые материалы, оборудование и инструменты

1. Тонкоизмельченный материал.
2. Весы с разновесами.
3. Вакуум-фильтровальная установка.
4. Секундомер.

Выполнение работы

1. По заданному преподавателем Ж:Т пульпы и объему фильтровальной воронки рассчитывается масса твердого и жидкого для опытов.

2. Приготавливается пульпа расчетной консистенции.

3. Пульпа переносится в фильтровальную воронку.

4. Открывается вакуумный кран, включается секундомер и через 10 с замеряется объем полученного фильтрата.

5. Опыт продолжается до видимого удаления воды. Величина вакуума во время опыта поддерживается на постоянном заданном значении.

Результаты записываются в табл. 4.1.

Обработка результатов опытов

Уравнение фильтрования несжимаемых осадков имеет вид:

$$\frac{t}{V} = KV + b; \qquad (4.1)$$

где

$$K = \frac{\mu \cdot \rho \cdot \chi}{2\Delta P \cdot F^2}; \qquad b = \frac{\mu \cdot \rho_0}{\Delta P \cdot F}, \qquad (4.2)$$

где F – площадь фильтрования, м^2; ρ - удельное сопротивление осадка,; χ – удельный объем осадка; μ – вязкость жидкости, Па·с; ρ_0 – удельное сопротивление фильтроткани; ΔP – перепад давления, Па; t – время фильтрования, с.

Уравнение (4.1) является уравнением прямой линии, наклоненной к оси абсцисс под углом φ, тангенс которого равен K и отсекает по оси ординат отрезок b.

$$K = \mathrm{tg}\varphi.$$

Величину χ находят опытным путем.

$$\chi = \frac{V_0}{V_ф},$$

где V_0 – объем осадка, м^3; $V_ф$ – объем фильтрата, м^3.

Таблица 4.1.

Результаты опытов

t_1	t_2	t_3	…	t_n
V_1	V_2	V_3	…	V_n
t_1/V_1	t_2/V_2	t_3/V_3	…	t_n/V_n

По результатам опыта строится график фильтрации, рис 4.1.

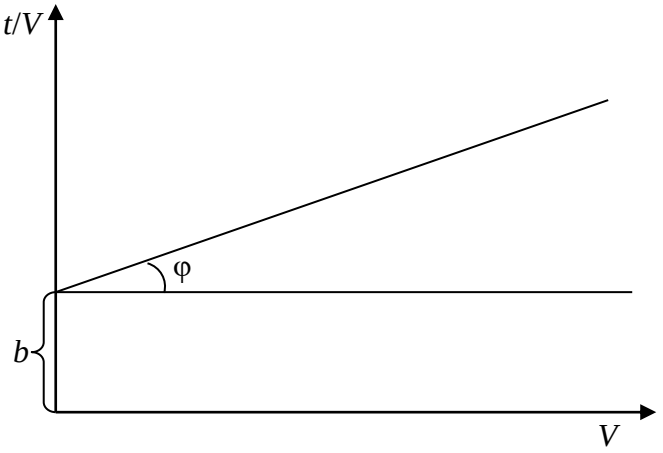


Рис. 4.1. График фильтрации

На графике фильтрации измеряются величины угла φ, значение b и по формулам (4.2) рассчитывается удельное сопротивление осадка (ρ) и фильтровальной ткани (ρ_0) для каждого опыта.

Сделать выводы по проделанной работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ НА СКОРОСТЬ ОСАЖДЕНИЯ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ

Цель работы: изучение влияния величины центробежных сил на скорость осаждения твердой фазы и влажность осадка.

Пояснения к работе

Центробежные аппараты – центрифуги широко применяются для обезвоживания продуктов обогащения, основной характеристикой которых является фактор разделения, определяемый как отношение ускорения, развиваемого в центробежном аппарате, к ускорению свободного падения. Фактор разделения обуславливает скорость фильтрации жидкости в фильтрующих центрифугах и скорость осаждения частиц - в осадительных. Поэтому, чем больше абсолютная величина фактора разделения, тем выше эффективность обезвоживания материала в центрифуге. Фильтрующие центрифуги применяются для обезвоживания материала крупностью более 0,25 мм, а осадительные центрифуги – для сгущения тонкоизмельченных продуктов крупностью менее 0,1 мм и осветления шламовых вод.

Необходимые материалы, оборудование и инструменты

1. Тонкоизмельченный материал.
2. Весы с разновесами.
3. Лабораторная центрифуга.
4. Стержни с мешалками.

Выполнение работы

1. По заданному преподавателем Ж:Т пульпы и объему стаканов центрифуги рассчитывается масса твердого и жидкого для опыта.
2. В стаканах приготавливается пульпа расчетной консистенции, и стаканы вставляются в гнезда центрифуги.
3. Включается центрифуга, и засекается время центрифугирования, заданное преподавателем.
4. Опыты проводятся с различной частотой вращения ротора при постоянном времени центрифугирования, или с различным временем при постоянной частоте вращения.

5. После остановки ротора центрифуги стаканы с пульпой извлекаются из гнезд, и замеряется высота осветленного слоя жидкости.

Результаты записываются в табл. 5.1.

Обработка результатов опытов

1. Фактор разделения рассчитывается по формуле:

$$\Phi_{\text{р}} = \frac{D \cdot n^2}{1800},$$

где D – диаметр ротора центрифуги, м; n – частота вращения ротора, мин $^{-1}$.

2. Вычисляется скорость осаждения ($\upsilon_{\text{ц}}$) твердой фазы в центробежном поле:

$$\upsilon_{\text{ц}} = \frac{H}{t},$$

где H – высота осветленного слоя, м; t – время фильтрования, с.

3. Вычисляется влажность осадка ($W_{\text{о}}$)

$$W_{\text{о}} = \frac{M_{\text{в}}}{M_{\text{в}} + M_{\text{т}}} \cdot 100 \text{ , \%}$$

Таблица 5.1.

Результаты опытов

Номер опыта	Частота вращения, м$^{-1}$	Время центрифугирования, с	Фактор разделения	Скорость осаждения частиц, м/с	Влажность осадка, %

4. По результатам опыта строится график, рис 5.1.

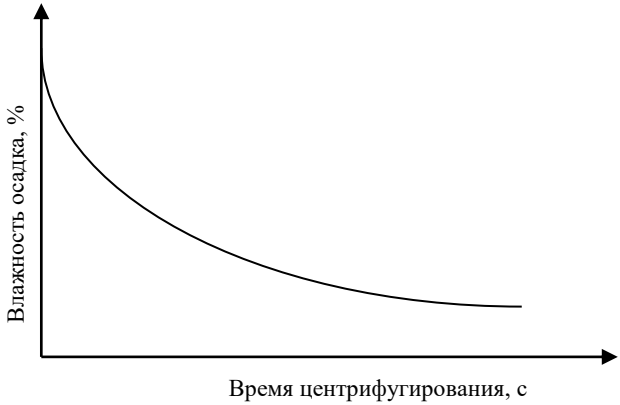


Рис. 5.1. Зависимость влажности осадка от времени центрифугирования

Сделать выводы по проделанной работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОЦЕССА СУШКИ

Цель работы: экспериментальное определение скорости сушки (Z) и влагонапряжения сушильного аппарата (A) для материалов различной крупности.

Пояснения к работе

Термическая сушка является конечной стадией обезвоживания тонкоизмельченного материала, после которой получают продукты с заданной влажностью. При сушке одновременно протекают 2 процесса - тепло- и массообмен, интенсивность которых определяют основные показатели процесса сушки: скорость сушки и влагонапряжение сушильного аппарата. Скоростью сушки называется отношение массы испаряемой влаги к единице поверхности в единицу времени. Влагонапряжение сушильного аппарата – это отношение массы испаряемой влаги к единице объема сушилки в единицу времени. Сушке может подвергаться материал любой крупности.

Необходимые материалы, оборудование и инструменты

1. Материал различной крупности.
2. Весы с разновесами.
3. Фарфоровые чашки.
4. Сушильный шкаф.
5. Бюретки

Выполнение работы

1. По заданной преподавателем крупности и влажности рассчитывается массы твердого и жидкого для каждого опыта.
2. Взвешивается чашка.
3. Взвешивается чашка с расчетной массой материала.
4. В чашку с материалом подается расчетное количество воды, и все тщательно перемешивается.
5. Взвешивается чашка с материалом и водой.
6. Чашка с сырым материалом ставится в сушильный шкаф с заданной температурой, и засекается время.
7. Через определенное время сушки (5-10 мин.) чашка взвешивается и снова помещается в сушильный шкаф.
8. Взвешивание производится до получения постоянной массы.

Результаты записываются в табл. 6.1.

Обработка результатов опытов

1.Рассчитывается скорость сушки (Z)

$$Z = \frac{M_{и.в.}}{F \cdot t}, \text{ (кг·ч)/м}^2,$$

где $M_{и.в.}$ – масса испаренной воды, кг; F – площадь сушки, м^2; t – время сушки, ч.

2. Вычисляется влагонапряжение (A) сушильного аппарата

$$A = \frac{M_{и.в.}}{V \cdot t}, \text{ (кг·ч)/м}^3,$$

где V – объем сушильного шкафа, м^3; t – время фильтрования, с.

Таблица 6.1.

Результаты опытов

Время сушки, час	Масса чашки, кг	Масса испаренной влаги, кг	Влажность материала, %	Скорость сушки, (кг·ч)/м^2	Влагонапряжение, (кг·ч)/м^3

3. По результатам опыта строится график: рис 6.1 и 6.2.

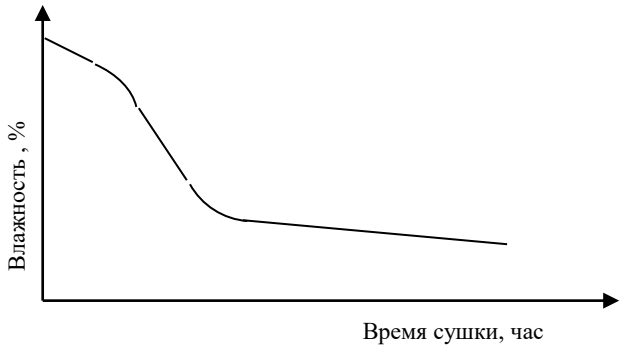


Рис. 6.1. Зависимость влажности материала от времени сушки

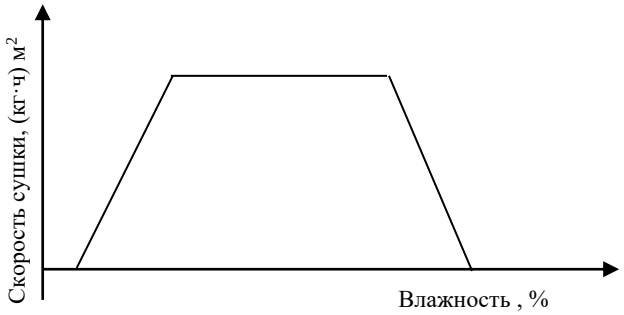


Рис. 6.2. Зависимость скорости сушки от влажности материала

4. Сделать выводы по проделанной работе

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Чуянов Г. Г. Обезвоживание, пылеулавливание и охрана окружающей среды. М.:Недра, 1987. 259 с.

Руденко К. Г., Шемаханов М. М. Обезвоживание и пылеулавливание. М.: Недра, 1981. 350 с.

Учебное издание

Константин Александрович Водовозов

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ, ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЕ,

СКЛАДИРОВАНИЕ И ОКОМКОВАНИЕ

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»

Редактор Л. В. Устьянцева

Подписано в печать 18.01.2023 г. Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/16
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 1,2.Уч.-изд. л. 0,93. Тираж 100 экз. Заказ № _____

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу

_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.04 ОБЕЗВОЖИВАНИЕ, ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЕ, СКЛАДИРОВАНИЕ И ОКОМКОВАНИЕ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Водовозов К. А., ст. преподаватель

Одобрена на заседании кафедры

Обогащения полезных ископаемых
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Козин В. З.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

горно-механического
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу

_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.05 ИССЛЕДОВАНИЕ НА ОБОГАТИМОСТЬ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Козин В. З., проф., д.т.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Обогащения полезных ископаемых	горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Козин В. З.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 04.09.2023	Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

В. З. Козин

ИССЛЕДОВАНИЕ РУД НА ОБОГАТИМОСТЬ

Руководство по выполнению лабораторных работ
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»

Второе издание, исправленное, дополненное

Екатеринбург
2019

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического факультета
«11» марта 2019 г.
Председатель комиссии
_____проф. В. П. Барановский

В. З. Козин

ИССЛЕДОВАНИЕ РУД НА ОБОГАТИМОСТЬ

Руководство по выполнению лабораторных работ
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»

Второе издание, исправленное, дополненное

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

К 59

Р е ц е н з е н т ы : *Цыпин Е. Ф.*, д.т.н., профессор
Морозов Ю. П., д.т.н., профессор
Пелевин А. Е., д.т.н., профессор
Колтунов А. В., к.т.н., доцент

Руководство рассмотрено на заседании кафедры обогащения полезных ископаемых «28» февраля 2019 г. (протокол № 5) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Козин В. З.
К 59 ИССЛЕДОВАНИЕ РУД НА ОБОГАТИМОСТЬ: руководство по выполнению лабораторных работ. 2-е изд. исправл., доп. / В. З. Козин; Урал. гос. горный ун-т. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. 17 с.

Выполнение лабораторных работ закрепляет теоретические знания по исследованию руд на обогатимость. В руководстве приводятся общие пояснения к работам, порядок их выполнения, формулы для расчетов. Заканчиваются лабораторные работы выводами студентов.

Руководство составлено для студентов специальности «Горное дело» специализации «Обогащение полезных ископаемых».

© Козин В. З., 2015, 2019
© Уральский государственный горный университет, 2015, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1 ИНДЕКС ЧИСТОЙ РАБОТЫ 4

Лабораторная работа № 2 ПРИБЛИЖЕННО-КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ 6

Лабораторная работа № 3 ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСКРЫТИЯ РУДЫ 8

Лабораторная работа № 4 КАЧЕСТВО ПОДГОТОВКИ ПРОБ 10

Лабораторная работа № 5 ПОГРЕШНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЫТОВ 12

Лабораторная работа № 6 ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ РУДЫ 14

Лабораторная работа № 7 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ 16

Лабораторная работа № 1
ИНДЕКС ЧИСТОЙ РАБОТЫ

Цель работы: изучение методики определения индекса чистой работы.

Пояснения к работе

Одной из основных оценок физико-механических свойств руды является индекс чистой работы. Эта величина обозначается W_i и имеет размерность кВт·ч/т. Предполагается, что такую работу необходимо выполнить, чтобы изменить размер кусков руды от бесконечного до 0,1 мм (100 мкм).

Для расчета W_i необходимо выполнить опыт, в котором измеряются начальный и конечный при дроблении размер кусков руды D_{80} и d_{80} (в формулу подставляют размер в мкм), массу переработанной пробы M в тоннах, расход энергии в кВт·ч при дроблении ΔP и на холостом ходу ΔP_{xx} за тот же промежуток времени, что и при дроблении.

Связь между ними:

$$\frac{\Delta P - \Delta P_{xx}}{M} = 10 \cdot W_i \cdot \frac{\sqrt{D_{80}} - \sqrt{d_{80}}}{\sqrt{D_{80}} \cdot \sqrt{d_{80}}}.$$

Коэффициент 10-размерный. Его размерность $\sqrt{\text{мкм}}$. Тогда размерность W_i будет кВт·ч/т.

Для выполнения работы необходимы:

1. Щековая и валковая дробилки.
2. Проба массой 2 кг, крупностью 25 мм.
3. Набор сит: 25; 13; 6; 3; 1,5; 0,5 мм.
4. Счетчик расхода электроэнергии.
5. Секундомер.
6. Весы.

Выполнение работы

1. Получить пробу массой $M \cong 2$ кг и крупностью $d_{max} = 25$ мм (или додробить ее до $d_{max} \cong 25$ мм).
2. Взвесить пробу M (кг) и рассеять ее на классы крупности.
3. Построить гранулометрическую характеристику и определить крупность исходной пробы D_{80}, мм, по гранулометрической характеристике.
4. Настроить щековую дробилку для дробления пробы до крупности 6 мм.
5. Записать начальные показания счетчика $P_{нач}$, Вт·ч.
6. Включить дробилку и секундомер.
7. Загружая равномерно дробилку, пропустить через нее пробу.
8. Выключить дробилку и секундомер.
9. Записать конечные показания счетчика $P_{кон}$, Вт·ч, и продолжительность дробления $t_{др}$, с.
10. Определить $\Delta P = P_{кон} - P_{нач}$.

11. Включить дробилку на холостом ходу на время $t_{др}$ и найти $\Delta P_{хх} = P_{кон\ хх} - P_{нач\ хх}$.

12. Выполнить ситовой анализ дробленой пробы и построить гранулометрическую характеристику и определить крупность дробленой пробы d_{80} (мм) по гранулометрической характеристике.

13. Рассчитать W_i, подставляя ΔP в кВт·ч, M в тоннах, D_{80} и d_{80} в мкм.

14. Повторить работу по позициям 1-13 на валковой дробилке, приняв дробленую на щековой дробилке пробу за исходную и настроив валковую дробилку для дробления до крупности 1-2 мм.

В процессе выполнения работы получаемые величины записываются в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Результаты измерений и расчетов

Показатели	Размерность	Дробилки	
		щековая	валковая
1. Масса пробы, M	кг		
2. Исходная крупность, D_{80}	мм		
3. Расход электроэнергии $P_{нач}$ $P_{кон}$	Вт·ч		
4. Продолжительность дробления, $t_{др}$	с		
5. Расход электроэнергии $P_{нач\ хх}$ $P_{кон\ хх}$	Вт·ч		
6. Крупность дробленого продукта, d_{80}	мм		
7. Индекс чистой работы, W_i	кВт·ч/т		

На основании работы студент делает вывод:

Соответствие полученных значений W_i известным в литературе.

Лабораторная работа № 2
ПРИБЛИЖЕННО-КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Цель работы: изучение методики приближенно-количественного минералогического анализа и его погрешностей.

Пояснения к работе

Один из основных и экспрессных способов количественной оценки минерального состава руды или продуктов обогащения – приближенно-количественный минералогический анализ.

В основе лежит оптический метод распознавания минералов с привлечением в отдельных случаях простейших вспомогательных приемов (микрохимические реакции, люминесценция и т. п.). Метод получает большое распространение с развитием техники (Видео - мастер, Минерал С7 и др.) для распознавания минералов и расчета массовых долей.

Классический (ручной) вариант состоит в том, что отбирают 500 зерен подготовленного (раскрытого) материала, выделяют зерна искомого минерала, после чего находят массовую долю минерала. Анализ проводится в узком классе крупности.

Выполнение работы

Работу выполняют на модельном материале – кварцевой крупке с внесенными в нее маркерами из цветного стекла, играющими роль определяемого материала.

В пакет с кварцевой крупкой массой 100 граммов крупностью –3+1,5 мм помещаем 2 грамма маркеров. Массовая доля маркеров составляет 2 %.

Отбирают от пакета сокращением на желобчатом делителе навеску примерно 500 зерен (степень сокращения 16), взвешивают ее, подсчитывают реальное число зерен в навеске *n*, подсчитывают число маркеров в ней и взвешивают их. Возвращают навеску в пакет и отбирают новую навеску, взвешивают ее, подсчитывают число маркеров и взвешивают их. Работу выполняют N = 30-50 раз. Полученные результаты заносят в табл. 2.1.

Массовую долю маркеров определяют по отношению масс:

$$\alpha = \frac{q_{\text{м}}}{q_{\text{н}}} \cdot 100, \%.$$

По данным табл. 2.1 подсчитывают среднеквадратичную погрешность оценки массовой доли:

$$S_{\alpha} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (\alpha_i - \overline{\alpha})^2}{N-1}}$$

и относительную погрешность:

$$P_{\alpha} = \frac{2 \cdot S_{\alpha}}{\overline{\alpha}} \cdot 100, \%.$$

Таблица 2.1

Результаты отбора навесок и определения массовой доли

№	Масса навески $q_н$	Число маркеров $n_м$	Масса маркеров $q_м$	Массовая доля маркеров α
1 2 3 4 5 … *N*				
Среднее				

Теоретическая погрешность приближенно-количественного минералогического анализа:

$$P_{\alpha} = 9 \cdot \sqrt{\frac{100 - \overline{\alpha}}{\overline{\alpha}} \cdot \frac{500}{n}}, \%.$$

Здесь $\overline{\alpha}$ – средняя массовая доля маркеров;

n – реальное число зерен в навесках.

На рисунке изображаем распределение массовой доли α в навесках.

На основании работы студент делает выводы:

1. Как соответствуют средние массовые доли и погрешности в эксперименте теоретическим?
2. Как можно добиться меньшей погрешности?

Лабораторная работа № 3
ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСКРЫТИЯ РУДЫ

Цель работы: экспериментально получить характеристики раскрытия руды.

Пояснения к работе

Раскрытие руды – важнейший показатель, определяемый при исследованиях на обогатимость. Обычно раскрытие руды определяется для узких классов с последующим изображением зависимостей раскрытия от крупности.

Количественно раскрытие оценивается долей раскрытого компонента по числу зерен: $P_м = n_{рм} / n_м$; $P_п = n_{рп} / n_п$; $P_{ср} = n_{ср} / n$.

Так, для ситуации  $n = 9$; $n_м = 2 + 2 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,25 = 3,25$; $n_п = 4 + 2 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,75 = 5,75$.

$$P_м = \frac{n_{рм}}{n_м} = \frac{2}{3,25} = 0,62;$$

$$P_п = \frac{n_{рп}}{n_п} = \frac{4}{5,75} = 0,70;$$

$$P_{ср} = \frac{n_{ср}}{n} = \frac{3}{9} = 0,33.$$

Здесь $P_м$ – доля раскрытых зерен минерала; $P_п$ – доля раскрытых зерен породы; $P_{ср}$ – доля сростков; $n_м$ – число зерен минерала; $n_{рм}$ – число раскрытых зерен минерала; $n_{рп}$ – число раскрытых зерен породы; $n_{ср}$ – число сростков; n – общее число зерен.

Для выполнения работы необходимы:

1. Проба руды массой 1 кг, крупностью 25+0 мм.
2. Набор сит.
3. Видео - мастер.

Выполнение работы

Пробу делят на классы в соответствии с набором сит. Рассеянный материал нужно взвесить и построить ситовую характеристику, результаты в табл. 3.1. Отобрать в каждом классе 100-200 кусков. Каждый из кусков осматривают, определяют раскрытый ли это кусок минерала или породы, или сросток и его вид (богатый, рядовой или бедный), занося значок, соответствующий одному куску, в табл. 3.1.

По формулам:

$$P_м = \frac{n_{рм}}{n_{рм} + 0,75n_{бог} + 0,5n_{ряд} + 0,25n_{бед}};$$

$$P_п = \frac{n_{рп}}{n_{рп} + 0,25n_{бог} + 0,5n_{ряд} + 0,75n_{бед}};$$

$$P_{ср} = \frac{n_{бог} + n_{р} + n_{бед}}{n_{рм} + n_{бог} + n_{р} + n_{бед} + n_{рп}}$$

находят доли раскрытого минерала $P_м$, породы $P_п$ и сростков $P_{ср}$.

Таблица 3.1

Результаты осмотра кусков

№	Класс, мм	Доля класса r	Раскрытые зерна минерала	Сростки богатые (0,75) $n_{бог}$	Сростки рядовые (0,5) $n_{ряд}$	Сростки бедные (0,25) $n_{бед}$	Раскрытые зерна породы $n_{рп}$
1	–25+12		х	–	ххх	хххххх	ххххх
2	–12+6		ххх	–	хххх	хххх	ххх
3	–6+3		и т. д.				
4	–3+1,5						
5	–1,5+1,0						
6	–1,0+0,5						
7	–0,5	Необогатимый класс					

На рисунке строят диаграмму раскрытия и выделяют технологические классы крупности.

Доли технологических классов $r_{тi}$ находят по кумулятивной характеристике гранулометрического состава.

Относительное количество выделяемой породы и минерала (выходы) находят в долях единицы по формулам:

$$\gamma_{мi} = P_{мi} \cdot r_{тi};$$

$$\gamma_{пi} = P_{пi} \cdot r_{тi}.$$

Расчет сводим в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Технологический класс	Доли технологических классов $r_т$	$P_м$	Выход минерала $\gamma_м$	$P_п$	Выход породы $\gamma_п$
i = 1					
2					
3					
4					

На основании работы студент делает вывод:

Как установлены границы технологических классов?

Лабораторная работа № 4
КАЧЕСТВО ПОДГОТОВКИ ПРОБ

Цель работы: оценка качества подготовки проб к технологическим опытам.

Пояснения к работе

Технологические опыты обычно выполняют на небольших навесках. Для этого начальную пробу делят на несколько порций – навесок. Эта работа – сокращение пробы – связана с погрешностями:

- теоретическая погрешность сокращения $S_с$;
- погрешность исполнителя $S_и$.

Общая погрешность подготовки пробы $S_п$:

$$S_п^2 = S_с^2 + S_и^2.$$

Теоретическая погрешность сокращения:

$$S_с^2 = 2f \cdot S_к^2 \cdot \rho(\bar{d})^3 \cdot \left(\frac{1}{q_{нав}} - \frac{1}{q_{пр}} \right).$$

Здесь f – коэффициент формы; $f \approx 0{,}5$; ρ – плотность пробы, $\rho = 2650$ кг/м^3; $\bar{d}$ – средний размер частиц пробы, м; $q_{пр}$, $q_{нав}$ – масса пробы и навески, кг; $S_к^2$ – покусковая дисперсия; для бедных продуктов:

$$S_к^2 = \frac{\rho_м}{\rho_п} \cdot \alpha \cdot \beta_м,$$

где $\alpha = \bar{\alpha}$ – массовая доля ценного компонента – магнетита в пробе; $\beta_м = 100$ %; $\rho_м$, $\rho_п$ – плотность магнетита и породы, $\rho_м = 5000$ кг/м^3; $\rho_п = 2650$ кг/м^3.

Погрешность подготовки пробы:

$$S_п^2 = \frac{\sum_i (\alpha_i - \bar{\alpha})^2}{n_о - 1}.$$

Здесь α_i – массовая доля магнетита в навеске; $n_о$ – число параллельных навесок.

Погрешность исполнителя:

$$S_и^2 = S_п^2 - S_с^2.$$

Относительные погрешности:

$$P_п = \frac{2S_п}{\alpha} \cdot 100,\ \%;$$

$$P_с = \frac{2S_с}{\alpha} \cdot 100,\ \%;$$

$$P_и = \frac{2S_и}{\alpha} \cdot 100,\ \%.$$

Отношение $S_п^2 / S_с^2 = K$ показывает качество работы исполнителя.

Выполнение работы

Студент получает пакет с кварцем массой около 0,5 кг и пакет с магнетитом массой около 10 г. Крупности кварца и магнетита одинаковы – 1+0,5 мм. Студент взвешивает их и смешивает.

С помощью желобчатого сократителя делит смесь на 8 навесок. Взвешивает навески, получая $q_{i\text{нав}}$. С помощью ручного магнита в чехле РМЧ-1 выделяет магнетит и взвешивает его, получая $q_{i\text{маг}}$. Рассчитывает массовую долю магнетита в навеске α_i. Результаты записывают в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Результаты опытов

n_o	Масса навески $q_{i\text{нав}}$	Масса магнетита $q_{i\text{маг}}$	Массовая доля магнетита α_i
1 2 … 8			
Среднее			

Находим сумму масс магнетита в навесках: $q_{\text{маг}} = \sum_i q_{i\text{маг}}$. Эта масса $q_{\text{маг}}$ должна совпасть с массой полученного магнетита.

При необходимости повторить извлечение магнетита из навесок с помощью РМЧ-1 и исправить результаты в табл. 4.1.

Выполняем расчеты погрешностей. Результаты расчетов заносим в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Погрешности подготовки проб

	Подготовки	Сокращения	Исполнителя
Погрешности (дисперсии)	$S_{\text{п}}^2 =$	$S_{\text{с}}^2 =$	$S_{\text{и}}^2 =$
Относительные погрешности	$P_{\text{п}} =$	$P_{\text{с}} =$	$P_{\text{и}} =$

Находим качество работы исполнителя *K*.

На основании работы студент делает выводы:

1. Как можно уменьшить погрешность сокращения?
2. Каково качество работы исполнителя по подготовке навесок?

Лабораторная работа № 5
ПОГРЕШНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЫТОВ

Цель работы: оценка величины погрешностей технологических опытов.

Пояснения к работе

Результаты параллельных технологических опытов обычно различны в связи с погрешностями выполнения отдельных операций опытов, а также в связи с отличиями отдельных навесок друг от друга.

Если выполнить $n_о$ параллельных опытов и найти такие показатели, как качество концентрата β, хвостов ϑ, то можно найти абсолютные среднеквадратичные и относительные погрешности результатов опытов:

$$S_\beta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_о}(\beta_i - \overline{\beta})^2}{n_о - 1}};$$

$$P_\beta = \frac{2S_\beta}{\overline{\beta}} \cdot 100,\ \%.$$

Здесь $\overline{\beta}$ – среднее значение качества концентрата для $n_о$ опытов; S_ϑ,и P_ϑ определяются по аналогичным формулам.

Погрешности результатов S_β, S_ϑ складываются из погрешности технологических опытов $S_{то}$ и погрешности анализа $S_{ан}$ величин β, ϑ:

$$S_\beta^2 = S_{то_\beta}^2 + S_{ан_\beta}^2;$$

$$S_\vartheta^2 = S_{то_\vartheta}^2 + S_{ан_\vartheta}^2.$$

Из этих уравнений можно найти $S_{то}$ и $P_{то}$.

Погрешности анализа одной i-й навески

$$S_{ан_{\beta i}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_{ан}}(\beta_{ij} - \overline{\beta}_i)^2}{n_{ан} - 1};$$

$$S_{ан_{\vartheta i}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_{ан}}(\vartheta_{ij} - \overline{\vartheta}_i)^2}{n_{ан} - 1}.$$

Здесь $n_{ан}$ – число параллельных анализов на рентгенофлюоресцентном анализаторе. Рекомендуется $n_{ан} = 6$ на каждой из 4-х навесок.

Находим среднюю погрешность анализа:

$$\left(\overline{S}_{ан_\beta}\right)^2 = \frac{1}{4} \cdot \sum_{i=1}^{4} S_{ан\beta i}^2;$$

$$\left(\overline{S}_{ан_\vartheta}\right)^2 = \frac{1}{4} \cdot \sum_{i=1}^{4} S_{ан\vartheta i}^2.$$

Относительная погрешность анализа

$$P_{\text{ан}\beta} = \frac{2\bar{S}_{\text{ан}\beta}}{\bar{\beta}} \cdot 100,\ \%$$

$$P_{\text{ан}\vartheta} = \frac{2\bar{S}_{\text{ан}\vartheta}}{\bar{\vartheta}} \cdot 100,\%$$

Здесь $\bar{\beta}$ и $\bar{\vartheta}$ - средние значения β и ϑ.

Находим погрешности технологических опытов по формулам

$$P^2_{\text{то}_\beta} = P^2_\beta - P^2_{\text{ан}_\beta};$$

$$P^2_{\text{то}_\vartheta} = P^2_\vartheta - P^2_{\text{ан}_\vartheta}.$$

Выполнение работы

Студент получает пакет Cu-содержащей руды массой около 1 кг, крупностью –3+0 мм и с помощью желобчатого сократителя делит руду на 8 частей. Четыре части после третьей ступени сокращения возвращает в пакет, а четыре части становятся параллельными навесками.

Работа выполняется с каждой навеской последовательно: измельчение – флотация – сушка – обработка пробы – анализ.

Измельчение проводят в стержневой мельнице в течение 10 минут. Т : Ж = 1 : 1; масса стержней – примерно 1,3 кг.

Флотацию проводят в лабораторной флотомашине с камерой емкостью 0,75 л в течение 5 минут при режимах:

- расход вспенивателя – 80 г/т;
- расход собирателя – 100 г/т;
- расход CaO – 1,5 г в навеску руды в измельчение.

Концентрат и хвосты фильтруют, сушат, взвешивают и анализируют на медь. Результаты записывают в табл. 5.1. По балансу находят массовую долю меди в руде.

Таблица 5.1

Результаты параллельных опытов флотации медной руды

Номер опыта	Масса, г			Массовые доли меди, %	
	навески	в концентрате	в хвостах	в концентрате β	в хвостах ϑ
1				6 анализов	6 анализов
2				— // —	— // —
3				— // —	— // —
4				— // —	— // —
Среднее					

Относительные погрешности сводим в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Относительные погрешности массовых долей

Величины	Относительные погрешности		
	параллельных опытов	анализа	технологических операций
Массовая доля в концентрате	P_{β} =	$P_{ан\beta}$ =	$P_{то\beta}$ =
Массовая доля в хвостах	P_{ϑ} =	$P_{ан\vartheta}$ =	$P_{то\vartheta}$ =

На основании работы студент делает вывод:

Каково соотношение погрешностей технологических операций и анализа продуктов?

Лабораторная работа № 6
ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ РУДЫ

Цель работы: определение ценности руды.

Пояснения к работе

Любая руда или техногенное сырье состоит из различных минералов. Каждый из минералов и составляющих их элементов может быть использован и поэтому имеет свою цену.

Природная ценность руды (стоимость возможных продуктов) в рублях на тонну:

$$С_{пр} = \sum_{i} \gamma_i \cdot Ц_i .$$

Здесь γ_i – выход концентрата, элемента или какого-то другого компонента руды, д. е.; $Ц_i$ – цена соответствующего компонента, получаемого из руды, руб./т.

Выполнение работы

Студент получает таблицу с минералогическим и элементным составом руды.

Ориентируясь на состав руды и представления о возможных полезных продуктах, которые могут быть получены из руды, студент составляет варианты ее использования с оценкой ценности руды (табл. 6.1), полагая извлечение минералов в концентраты 100 %.

Варианты использования назначаются по опыту работы предприятий, излагаемому в специальных дисциплинах.

Студент составляет два варианта схем обогащения и таблиц по форме табл. 6.1:

1) традиционные концентраты и хвосты;
2) безотходная технология.

Таблица 6.1

Полезные продукты и ценность продуктов, получаемых из 1 тонны руды
Вариант № _____

№	Полезные продукты	Выход γ_i, %	Масса ценного компонента в 1 т руды, $M_{i\text{т}}$	Цена Ц$_i$, руб./т	Ценность (стоимость) $C_i = M_i \cdot$ Ц$_i$, руб.
	Всего:	100 %		–	$C_{\text{пр}}$ =

Пример для асбестовой руды

1) асбест, хвосты;
2) асбест, железо, золото, магний, кварц, стройматериалы.

Пример для медно-цинковой руды

1) Cu и Zn концентраты, хвосты;
2) Cu и Zn концентраты, золото, серебро, сера, железо, стройматериалы.

Пример для золотосодержащей руды

1) пиритный золотосодержащий концентрат, хвосты;
2) золото, кварцевый концентрат, полевошпатовый и слюдяной концентрат, стройматериалы.

Выходы полезных продуктов, получаемых из одной тонны руды, следует рассчитать, руководствуясь составом руды.

Выходы строительных материалов назначаем в соответствии с возможной крупностью удаляемой в хвосты породы.

Цены на металлы, неметаллы и стройматериалы берем по текущим сведениям в Интернете.

Цена хвостов – отрицательная, по стоимости затрат на складирование и величины экологического ущерба.

На основании работы студент делает вывод:

Доля извлекаемой ценности по традиционной технологии по сравнению с безотходной.

Лабораторная работа № 7
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ

Цель работы: критическое изучение фактических технологических регламентов обогатительных предприятий.

Пояснения к работе

С целью строительства или реконструкции обогатительных предприятий постоянно разрабатываются технологические регламенты. Разработка регламента связана с возможностями разрабатывающей организации, требованиями заказчика, общим уровнем требований к современным фабрикам, традиционностью мышления и опытом разработчиков регламента. В итоге любой технологический регламент является документом, в котором не использованы многие возможности переработки руды.

Студент 5-го курса обладает современными знаниями о технологиях обогащения, он не ограничен требованиями заказчика и может увидеть дополнительные возможности переработки рассматриваемой руды.

Выполнение работы

Получив технологический регламент обогатительной фабрики, студент изучает его, оценивает полноту исследований обогатимости руды и предлагает схему обогащения **на основе оценки потенциальной ценности руды.**

В отчете о работе он представляет:

1. Критические замечания по всему регламенту – недостатки.
2. Технологическую схему, дополняющую разработанную.

На основе выполненной работы студент делает вывод:

Уровень технологического регламента по сравнению с уровнем переработки аналогичных руд.

Учебное издание

Владимир Зиновьевич Козин

ИССЛЕДОВАНИЕ РУД НА ОБОГАТИМОСТЬ

Руководство по выполнению лабораторных работ
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»

Второе издание, исправленное, дополненное

Редактор Л. В. Устьянцева

Подписано в печать 25.03.2019 г. Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/16
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 1,0. Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 50 экз. Заказ № 13

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет.
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники.



Министерство образования и науки
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Ю. П. Морозов
П. М. Пеньков
Е. А. Бекчурина

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

КОМПОНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ В ЦЕХАХ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

Учебно-методическое пособие
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
направления 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Екатеринбург – 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического факультета
«____» _____ 2017 г.
Председатель комиссии

_____ проф. В. П. Барановский

Ю. П. Морозов
П. М. Пеньков
Е. А. Бекчурина

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

КОМПОНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ В ЦЕХАХ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

Учебно-методическое пособие
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
направления 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2017

УДК 622.7: 622.342
М 80

Рецензент: *Колтунов А. В.*, канд. техн. наук, доцент кафедры обогащения полезных ископаемых УГГУ

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых» 09 февраля 2017 г. (протокол № 5) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Морозов Ю. П., Пеньков П. М., Бекчурина Е. А.
М 80 **Проектирование обогатительных фабрик**. Компоновка оборудования в цехах измельчения обогатительных фабрик: учебно-методическое пособие / Ю. П. Морозов, П. М. Пеньков, Е. А. Бекчурина; Урал. гос. горный ун-т. Екатеринбург: Изд. УГГУ, 2017. – 30 с.

В учебно-методическом пособии рассмотрены вопросы компоновки оборудования в отделениях измельчения в шаровых и стержневых мельницах, в отделениях измельчения в мельницах само- и полусамоизмельчения, в отделениях измельчения в измельчающих валках высокого давления, приведены примеры компоновочных решений отделений измельчения обогатительных фабрик.

Для студентов всех форм обучения специализации «Обогащение полезных ископаемых» (ОПИ) направления 21.05.04 – «Горное дело».

УДК 622.7: 622.342

© Уральский государственный горный университет, 2017
© Морозов Ю. П., Пеньков П. М., Бекчурина Е. А., 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
1. Компоновка оборудования в отделениях измельчения в стержневых и шаровых мельницах 5
2. Компоновка оборудования в отделении измельчения в мельницах само- и полусамоизмельчения 14
3. Компоновка оборудования в отделении измельчения в измельчающих валках высокого давления 17
4. Пример компоновочного решения цехов измельчения обогатительной фабрики 25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 28
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 29

ВВЕДЕНИЕ

Компоновка оборудования в отделениях измельчения является важным этапом разработки компоновочных решений цехов обогатительной фабрики. Обычно оборудование для измельчения размещается в отделениях измельчения и доизмельчения главного корпуса обогатительной фабрики. Возможно для сухих методов измельчения компоновочное решение с размещением оборудования в отдельном цехе измельчения.

В учебной литературе по дисциплине «Проектирование обогатительных фабрик» приводятся сведения по компоновке оборудования в отделениях измельчения, которые дают только общее представление о компоновочных решениях, не раскрывают правил и условий разработки компоновочных решений.

Настоящее учебно-методическое пособие направлено на упорядочение и углубление знаний по размещению оборудования в отделениях измельчения. Оно включает компоновку оборудования в отделениях измельчения в стержневых и шаровых мельницах, в мельницах само- и полусамоизмельчения, в измельчающих валках высокого давления.

Для отделений измельчения со стержневыми и шаровыми мельницами рассмотрены правила размещения оборудования в бункерном пролете и в пролетах измельчения. Рассмотрены условия самотечного замыкания мельницы со спиральным классификатором, условия расположения гидроциклонов в отделениях измельчения, условия размещения ремонтно-монтажных площадок, кранов и других грузоподъемных средств.

Для отделений измельчения в мельницах само- и полусамоизмельчения рассмотрены варианты компоновки оборудования при совмещении мельниц само- и полусамоизмельчения с дробилками для додрабливания трудных классов крупности и с шаровыми мельницами во второй стадии измельчения.

Для отделений измельчения в измельчающих валках высокого давления (ИВВД) рассмотрены варианты совместного использования мельниц самоизмельчения с ИВВД, варианты размещения ИВВД в отдельном цехе.

Компоновочные решения отделений измельчения иллюстрируются примерами возможных вариантов компоновки с анализом особенностей, достоинств и недостатков.

1. Компоновка оборудования в отделениях измельчения в стержневых и шаровых мельницах

Отделения измельчения в стержневых и шаровых мельницах на обогатительных фабриках обычно включены в состав главного корпуса вместе с отделениями обогащения и отделениями, реализующими вспомогательные процессы.

Отделение измельчения со стержневыми и шаровыми мельницами включает бункерный пролёт и, в зависимости от количества мельниц, один или два пролёта измельчения.

В бункерном пролёте располагаются распределительный бункер и системы конвейеров для подачи руды в распределительный бункер и для подачи руды из распределительного бункера в мельницы.

Распределение руды по ячейкам распределительного бункера осуществляется чаще всего с помощью конвейера со сбрасывающей тележкой.

Наиболее широко на обогатительных фабриках в отделениях измельчения предусматриваются подвесные параболические бункеры, разгрузка руды из которых осуществляется через выпускные отверстия, расположенные на расстоянии друг от друга 3 или 6 м. Разгрузка руды из бункеров осуществляется на горизонтальные или наклонные ленточные конвейеры, подающие руду в мельницы.

Пример компоновки оборудования в бункерном пролёте отделения измельчения приведён на рисунке 1.1.

Компоновочное решение включает магистральный конвейер 1, конвейер со сбрасывающей тележкой 2, распределительный бункер 3 с питателями 4, сборные конвейеры 5, конвейеры 6, кран-балку 7. Исходная руда магистральным конвейером 1 подаётся на конвейер 2 со сбрасывающей тележкой, который распределяет руду по ячейкам распределительного бункера 3. Руда из ячеек бункера 3 с помощью питателя 4 разгружается на сборные конвейеры 5, далее направляется на конвейеры 6, которые подают руду в мельницы. Количество конвейеров 5 и 6 определяется количеством ячеек в распределительном бункере и мельниц в первой стадии измельчения.

В пролётах измельчения располагаются мельницы, классифицирующее оборудование, зумпфы с насосами, мостовые краны. Мельницы в пролёте измельчения располагаются в один или два ряда перпендикулярно или параллельно оси бункеров.

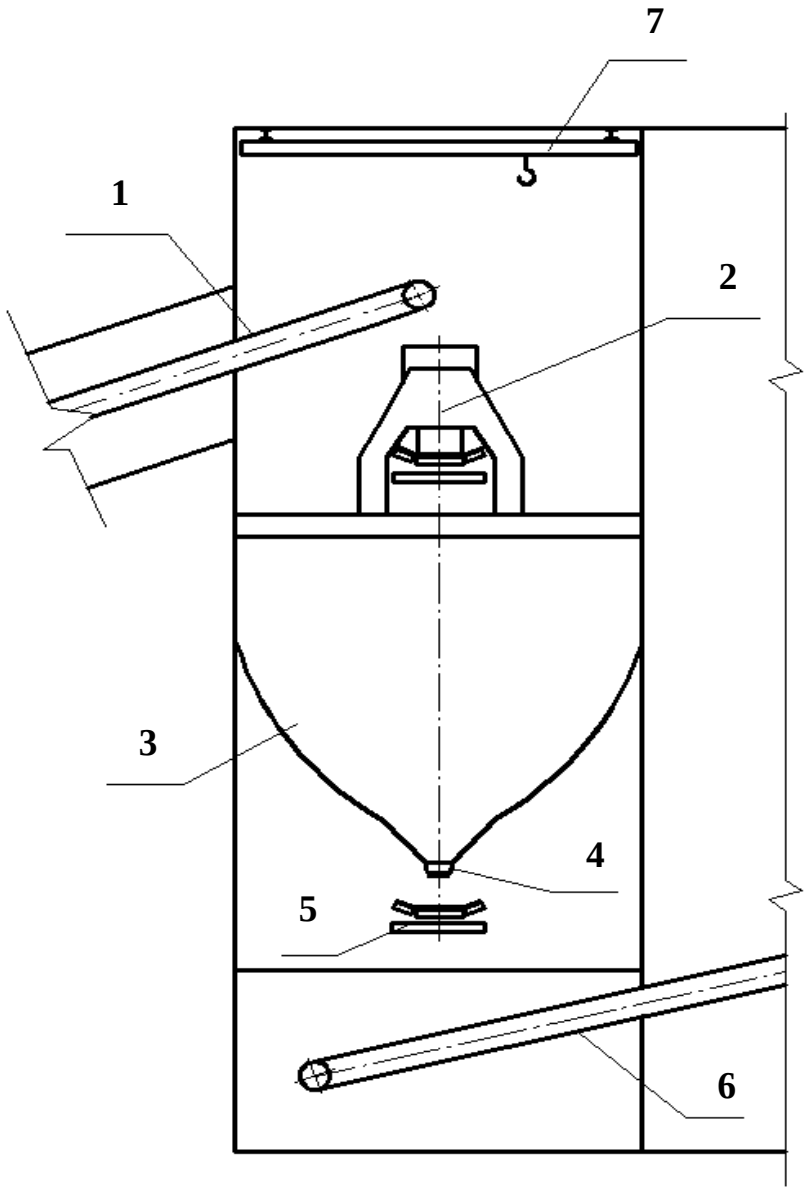


Рисунок 1.1 – Компоновочное решение бункерного пролёта отделения измельчения:
1 – магистральный конвейер; 2 – конвейер со сбрасывающей тележкой;
3 – распределительный бункер; 4 – питатель; 5, 6 – конвейеры; 7 – кран-балка

При размещении стержневых мельниц со стороны разгрузки измельченного материала должно быть предусмотрено свободное пространство для обеспечения загрузки стержней в мельницу. Классифицирующее оборудование располагается по отношению к мельницам таким образом, чтобы обеспечивался самотёк песков в мельницу. Спиральные классификаторы, обеспечивающие самотечный замкнутый цикл измельчения, размещаются параллельно мельнице таким образом, чтобы обеспечить самотёк слива мельницы в спиральный классификатор и песков спирального классификатора в мельницу.

Пример компоновочного узла мельницы со спиральным классификатором при самотёчном замкнутом цикле приведён на рисунке 1.2.

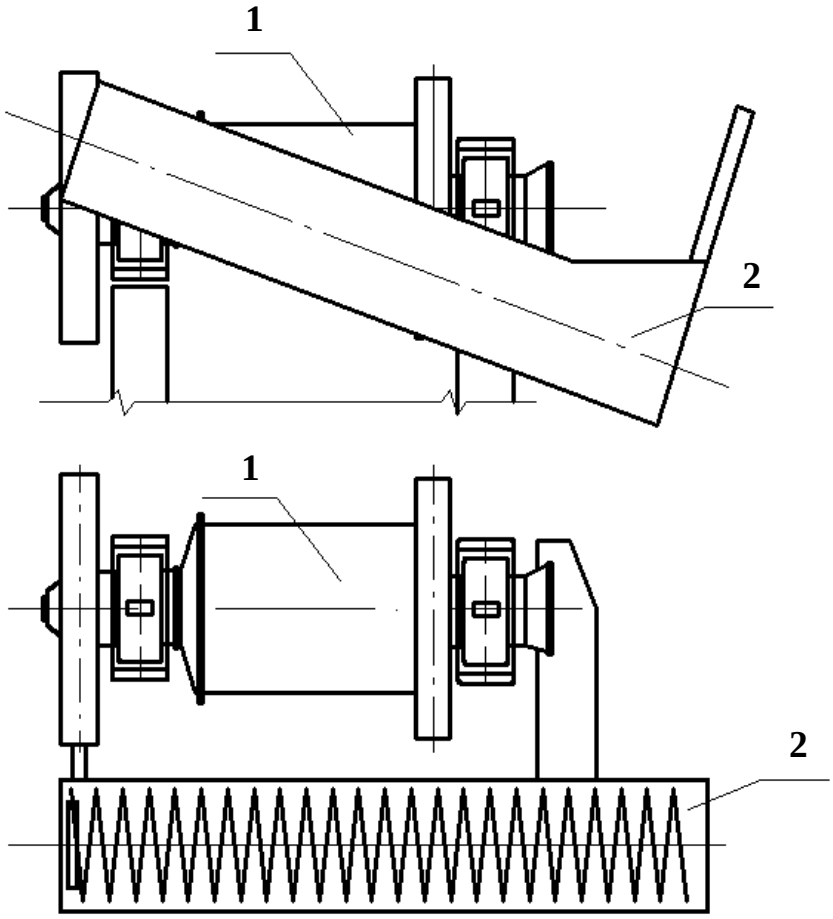


Рисунок 1.2 – Компоновочное решение самотечного замыкания мельницы со спиральным классификатором:
1 – мельница; 2 – спиральный классификатор

Если мельницу и классификатор невозможно замкнуть самотёком, то применяют компоновочные решения с реализацией принудительной подачи слива мельницы в спиральный классификатор, например, с помощью улиткового подъёмника на мельнице, насоса или элеватора.

В узких пролётах измельчения возможна компоновка с размещением мельницы и спирального классификатора на одной оси с самотёчной подачей песков классификатора в мельницу. Пример такого решения приведён на рисунке 1.3.

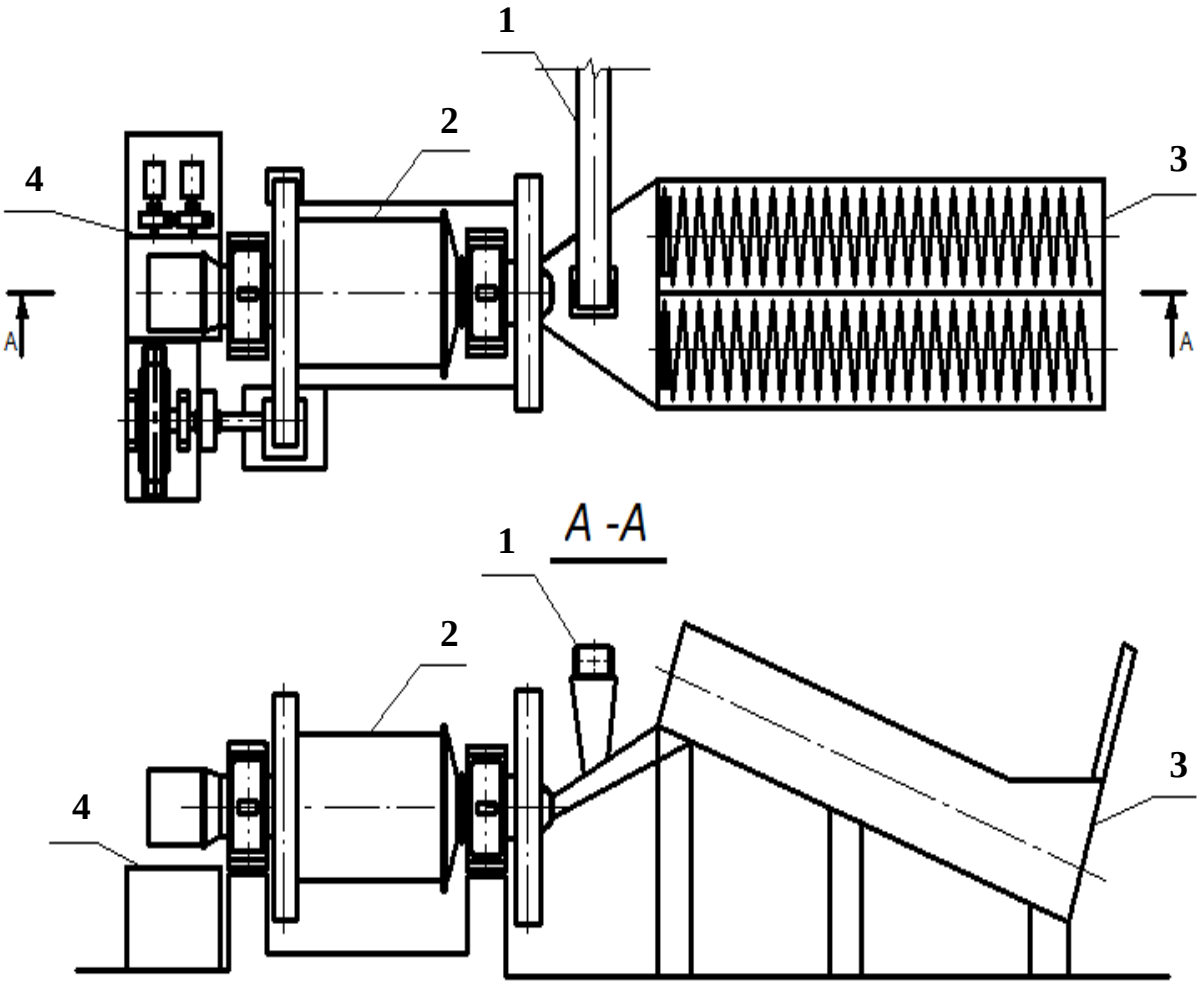


Рисунок 1.3 – Компоновочное решение отделения измельчения с соосным размещением мельницы и спирального классификатора:
1 – конвейер; 2 – мельница; 3 – спиральный классификатор; 4 – зумпф с насосами

Компоновочное решение включает конвейер 1, мельницу 2, спиральный классификатор 3, зумпф 4 с насосами. Руда конвейером 1 подаётся в мельницу 2. Слив мельницы 2 поступает в зумпф 4 и насосами направляется в спиральный классификатор 3, пески которого поступают в мельницу 2.

Гидроциклоны для обеспечения самотёка песков в мельницу размещаются в измельчительном пролёте на площадке сверху загрузочного торца мельницы. Гидроциклоны на площадке могут размещаться в ряд (ёлочкой) или по кругу (звездой). Подача пульпы в гидроциклоны осуществляется насосами через питающую трубу. Примеры расположения гидроциклонов на площадке показаны на рисунке 1.4.

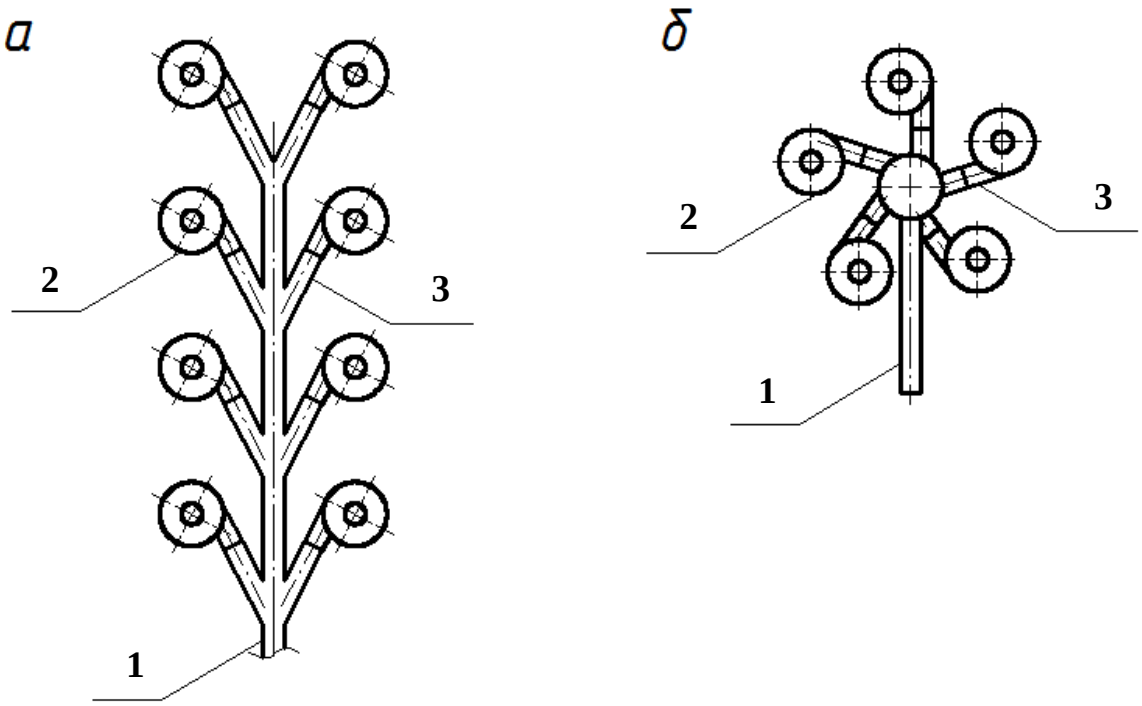


Рисунок 1.4 – Примеры расположения гидроциклонов «ёлочкой» (а) и «звездой» (б):
1 – питающая труба; 2 – гидроциклоны; 3 – подводящие патрубки

При расположении «ёлочкой» (рисунок 1.4,а) гидроциклоны размещаются в один или два ряда, для сбора и транспортирования песков в мельницу снизу гидроциклонов предусматриваются наклонные желоба. При большом количестве гидроциклонов их размещение «ёлочкой» приводит к существенному повышению уровня установки гидроциклонов и, следовательно, к увеличению высоты здания.

При расположении «звездой» гидроциклоны размещаются вокруг вертикальной подающей трубы. При этом гидроциклоны устанавливаются наклонно по отношению к вертикальной оси песковыми насадками к центру приёмной воронки песков (рисунок 1.5).

Такое расположение гидроциклонов обеспечивает более компактную компоновку оборудования в отделении измельчения.

Зумпфы с насосами в отделениях измельчения рекомендуется устанавливать в пролёте измельчения около разгрузки мельницы. При наличии электротехнического пролёта между отделениями измельчения и обогащения зумпфы с насосами могут быть установлены на нижней отметке этого пролёта.



Рисунок 1.5 – Расположение гидроциклонов «звездой»

Для ремонта оборудования в отделении измельчения предусматриваются ремонтно-монтажные площадки (РМП), которые располагаются в торце пролёта измельчения. На РМП располагаются стенды для перефутеровки, для хранения мельниц, для ремонта и хранения гидроциклонов, бункеры для измельчающих тел, стенд для ремонта насосов, контейнеры для шаров, футеровки и металлолома.

На РМП предусматривается раздельное хранение шаров по крупности, наличие контейнеров для их транспортировки к мельницам, магнитных шайб для разгрузки контейнеров, дозирующих устройств для подачи шаров в мельницы, специальная дозирующая машина для загрузки стержней. Для сортировки изношенных шаров предусматривается установка барабанного грохота с заданными размерами отверстий и контейнера для шаров.

Расходные бункеры для измельчающих тел должны иметь десятисуточный запас и вместимость по массе не более 1000 т.

Площади ремонтно-монтажных площадок зависят от типоразмеров и количества мельниц, от способа их ремонта. Применение того или иного способа ремонта мельниц зависит от числа мельниц, срока службы футеровки, времени, необходимого на замену вращающейся части и футеровки мельницы.

Используют следующие способы ремонта мельниц: 1 – ремонт на месте установки (индивидуальный); 2 – стендовый ремонт вра-

щающейся части мельницы на ремонтной площадке с выгрузкой мелющих тел и пульпы на месте установки; 3 – стендовый ремонт вращающейся части мельницы на ремонтной площадке с выгрузкой мелющих тел и пульпы на ремонтной площадке.

Ориентировочно площадь ремонтно-монтажных площадок в пролёте измельчения может быть определена из таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Площадь ремонтно-монтажных площадок пролётов измельчения, м^2

Диаметр мельницы, мм	Число мельниц в пролёте					
	6	12	18	24	30	36
2700	311	432	540	648	756	864
3200	432	576	720	864	1008	1152
3600	576	720	864	1008	1152	1296
4000	720	900	1080	1260	1440	1728
4500	900	1080	1260	1440	1728	2016
5500	900	1080	1260	1448	1728	2016

Применяемый в проекте способ ремонта мельниц влияет на выбор грузоподъёмных средств и организацию ремонтной службы. При количестве однотипных мельниц менее 6 обычно осуществляется ремонт мельниц на месте (способ 1), грузоподъёмность крана определяется массой наиболее тяжёлого узла мельницы. При количестве мельниц 6-12 рекомендуется метод ремонта на стенде РМП (способ 2), при котором грузоподъёмность крана определяется массой вращающейся части мельницы без шаров и пульпы. При количестве мельниц более 12 применяется метод ремонта на стенде по способу 3, при котором грузоподъёмность крана определяется по массе вращающейся части мельницы с шарами и пульпой.

В таблице 1.2 приведены значения рекомендуемой грузоподъёмности мостовых кранов для указанных выше способов ремонта мельниц.

При общем числе мельниц в пролёте измельчения более 8 необходимо принимать к установке кроме крана наибольшей грузоподъёмности один или два крана меньшей грузоподъёмности для текущего обслуживания работающих мельниц. Если краны устанавливаются на одних подкрановых путях, то кран наибольшей грузоподъёмности устанавливается между вспомогательными кранами. Если краны устанавливаются в два яруса, то кран меньшей грузоподъёмности устанавливается выше основного крана. Недостатком такого решения является увеличение высоты здания.

Таблица 1.2 – Рекомендуемая грузоподъёмность кранов в пролётах измельчения

Типоразмер мельницы	Рекомендуемая грузоподъёмность крана, т, при способах ремонта		
	1	2	3
МСЦ-900 × 1800	5	5	10
МСЦ-1500 × 3000	5	20	32
МСЦ-2100 × 2200	5	50	80
МСЦ-2100 × 3000	5	50	80
МСЦ-2700 × 3600	10	80	100
МСЦ-3200 × 4500	20	120	200
МСЦ-3600 × 4500	32	160	250
МСЦ-3600 × 5500	32	160	250
МСЦ-4000 × 5500	50	200	320
МСЦ-4500 × 6000	80	200	500
МШР-1500 × 1600	5	16	20
МШР-2100 × 1500	5	32	50
МШР-2100 × 2200	5	32	50
МШР-2100 × 3000	5	50	80
МШР-2700 × 2100	10	80	80
МШР-2700 × 3600	10	80	120
МШР-3200 × 3100	32	100	160
МШР-3600 × 4000	50	120	250
МШР-3600 × 5000	50	160	250
МШР-4000 × 5000	80	200	320
МШР-4500 × 5000	80	250	2 × 250
МШЦ-900 × 1800	5	5	5
МШЦ-1500 × 3000	5	20	35
МШЦ-2100 × 2200	5	32	50
МШЦ-2100 × 3000	5	32	50
МШЦ-2700 × 3600	10	80	120
МШЦ-3200 × 3100	32	100	160
МШЦ-3200 × 4500	32	120	200
МШЦ-3600 × 4000	32	120	200
МШЦ-3600 × 5500	32	160	250
МШЦ-4000 × 5500	50	200	320
МШЦ-4500 × 6000	80	250	2 × 250
МШЦ-5500 × 6500	120	2 × 320	-

При разработке компоновочного решения отделения измельчения с целью облегчения перекрытия здания и снижения стоимости мостовых кранов необходимо стремиться к минимальной ширине пролёта измельчения. Общая длина отделения измельчения должна быть увязана с длиной отделения обогащения.

Для ремонта оборудования в отделениях измельчения вместо стационарных мостовых кранов могут применяться автомобильные или железнодорожные краны. Преимуществом автомобильных кра-

нов перед железнодорожными является мобильность, маневренность, малые габариты, возможность проезда без монтажа рельсов.

Примеры компоновочных решений отделения измельчения со стрежневыми и шаровыми мельницами приведены ниже.

На рисунке 1.6 приведён пример компоновочного решения отделения измельчения при использовании в первой стадии измельчения стержневой мельницы, работающей в открытом цикле, а во второй стадии – шаровых мельниц, работающих в замкнутом цикле с гидроциклонами.

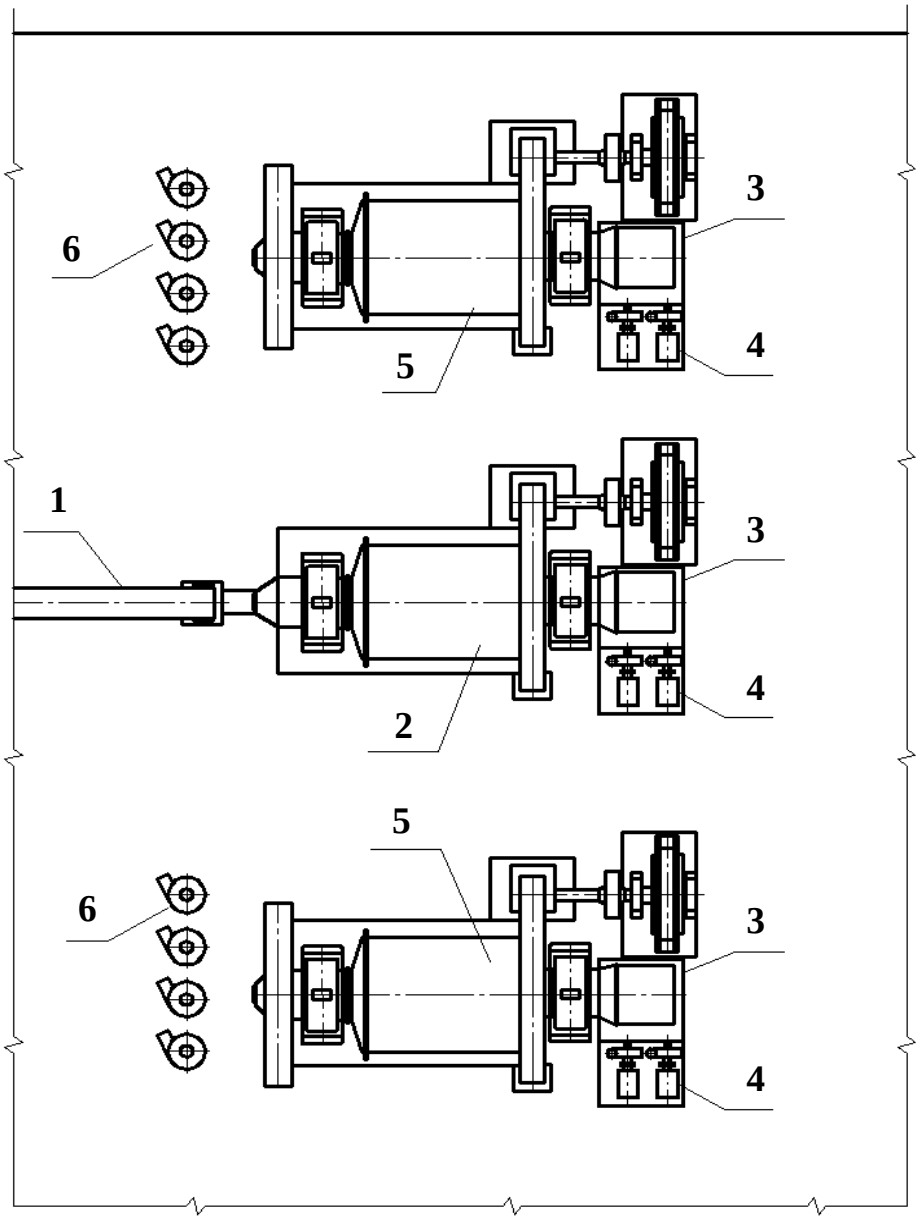


Рисунок 1.6 – Компоновочное решение отделения измельчения с использованием в первой стадии измельчения стержневой и во второй стадии – шаровых мельниц: 1 – конвейер; 2 – стержневая мельница; 3 – зумпфы; 4 – песковые насосы; 5 – шаровые мельницы; 6 – гидроциклоны

2. Компоновка оборудования в отделении измельчения в мельницах само- и полусамоизмельчения

Компоновочные решения отделений измельчения с мельницами само- и полусамоизмельчения отличаются тем, что не предусматриваются бункеры или склады мелкодроблёной руды, а крупнодроблёная руда в мельницы подаётся со склада крупнодроблёной руды. Мельницы само- и полусамоизмельчения компонуются в одном пролёте по однорядной схеме при расположении мельниц перпендикулярно продольной оси отделения измельчения.

Пример компоновочного решения отделения измельчения с установкой мельниц самоизмельчения приведён на рисунке 2.1.

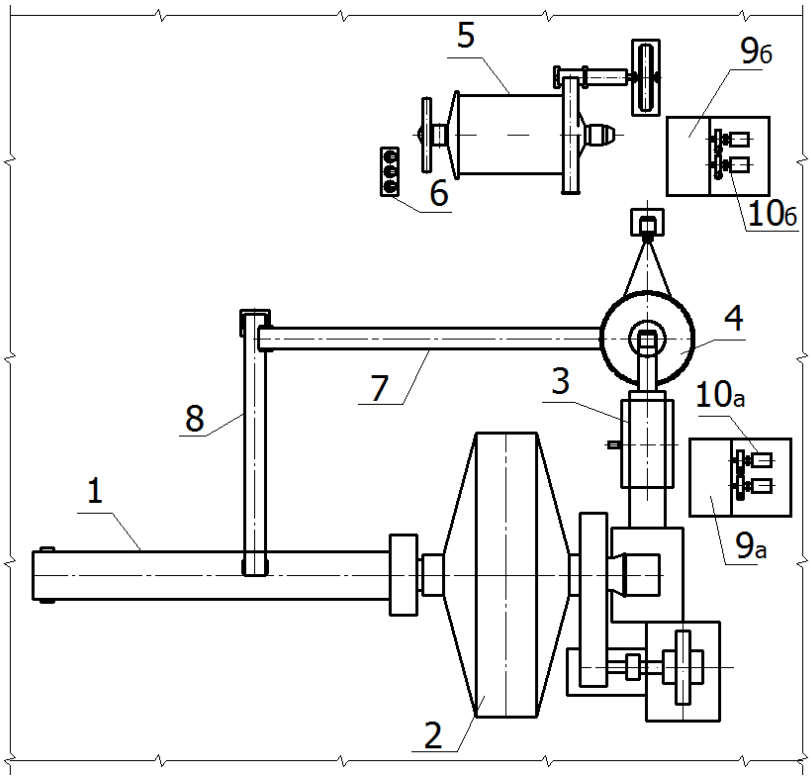


Рисунок 2.1 – Компоновочное решение отделения измельчения с установкой мельницы самоизмельчения и шаровой мельницы:
1, 7, 8 – конвейер ленточный; 2 – мельница самоизмельчения; 3 –грохот самобалансный; 4 – дробилка конусная; 5 –мельница шаровая; 6 – гидроциклоны; 9 – зумпфы; 10 – насосы

Руда ленточным конвейером 1 подаётся в мельницу самоизмельчения 2. На выходе из мельницы самоизмельчённая руда поступает в бутару, из которой верхний продукт самотёком поступает на самобалансный грохот 3, а нижний продукт бутары через зумпф 9а насосами 10а перекачивается в шаровую мельницу 5. Измельчённая руда подаётся в гидроциклоны 6. Пески гидроциклонов 6 поступают

на доизмельчение в шаровую мельницу, а слив в зумпф 9б и насосами 10 б на дальнейшую переработку. Верхний продукт самобалансного грохота 3 поступает в конусную дробилку 4. Дроблёная руда и нижний продукт самобалансного грохота 3 объединяются и системой конвейеров 7, 8 подаются в мельницу самоизмельчения.

При двухстадиальной схеме с измельчением разгрузки мельниц самоизмельчения в шаровых мельницах используется двухрядное расположение мельниц в одном пролёте либо расположение мельниц самоизмельчения и шаровых мельниц в разных пролётах.

Пример компоновочного решения цеха самоизмельчения с шаровым измельчением во второй стадии при расположении мельниц в одном пролёте приведён на рисунке 2.2.

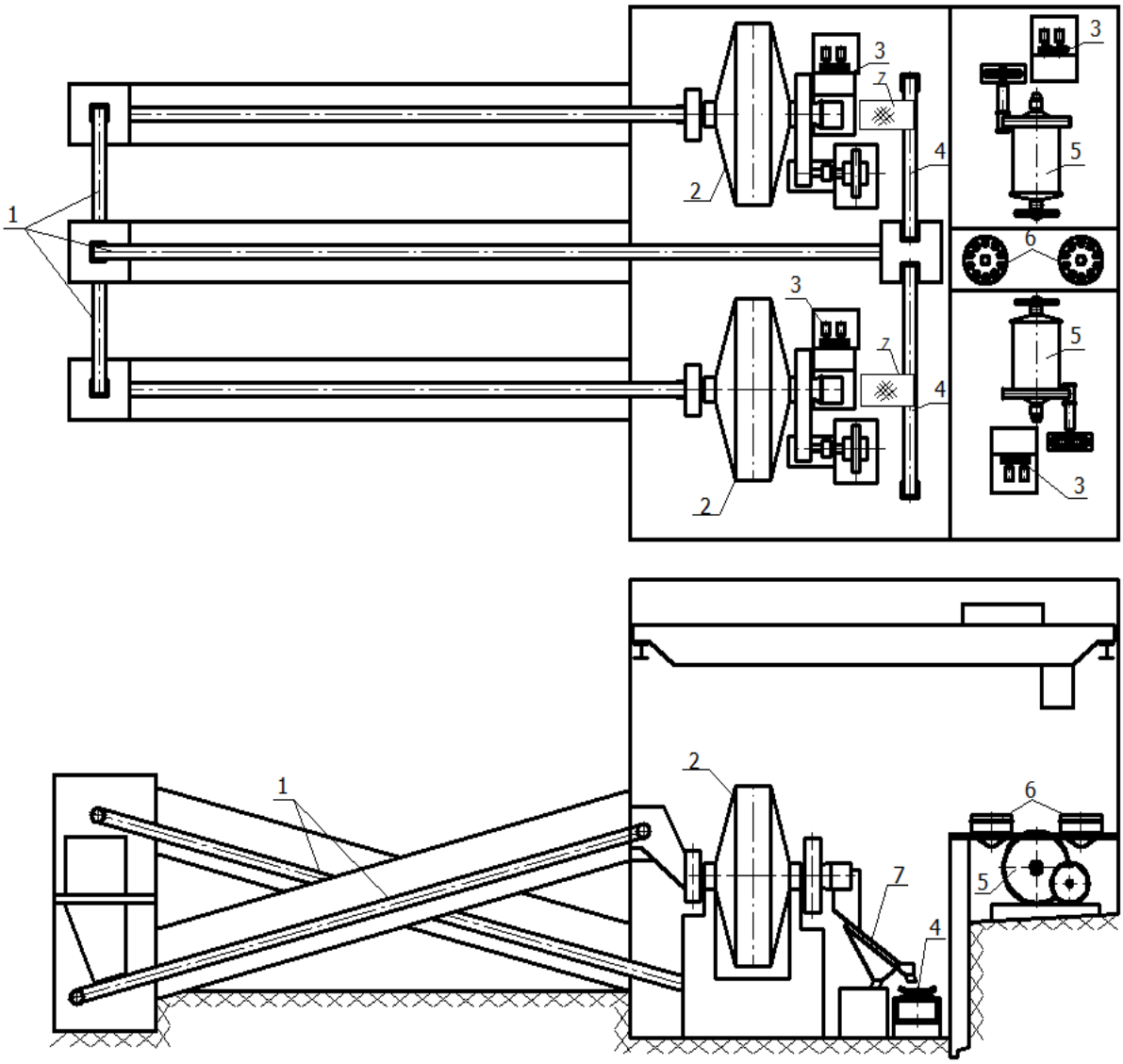


Рисунок 2.2 – Компоновочное решение цеха самоизмельчения при расположении мельниц самоизмельчения и шаровых мельниц в разных пролетах:
1, 4 – конвейеры ленточные; 2 – мельницы самоизмельчения; 3 – зумпфы с насосами; 5 –мельницы шаровые; 6 – гидроциклоны; 7 – грохоты самобалансные

Такая компоновка позволяет мельницам самоизмельчения работать с любой из шаровых мельниц.

Двухрядная компоновка мельниц самоизмельчения и шаровых мельниц в разных пролётах рекомендуется в случае крутонаклонных промплощадок при самотёчной подаче измельчённого продукта из мельниц самоизмельчения в шаровые мельницы.

Пример компоновочного решения цеха самоизмельчения с шаровым измельчением при самотечной подаче измельченного продукта из мельниц самоизмельчения в шаровые приведён на рисунке 2.3.

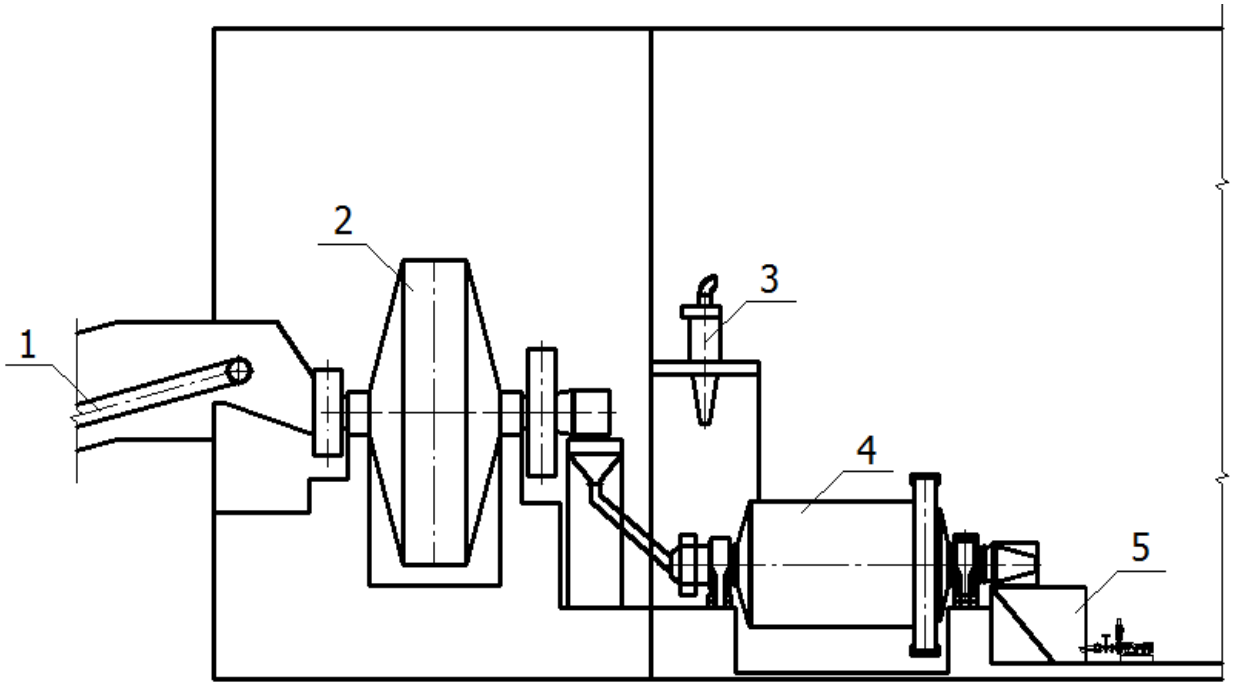


Рисунок 2.3 – Компоновочное решение цеха самоизмельчения с шаровым измельчением при самотечной подаче измельченного материала из мельницы самоизмельчения в шаровую мельницу:
1 – конвейер ленточный; 2 – мельница самоизмельчения; 3 – гидроциклоны; 4 –мельница шаровая; 5 – зумпф с насосами

В компоновочном решении, когда в схемах самоизмельчения предусматривается додрабливание фракций критической крупности, конусные дробилки располагаются непосредственно у разгрузки мельницы самоизмельчения, отдельно стоящие в следующем пролёте или в отдельном цехе додрабливания.

Для ремонта мельниц самоизмельчения применяется метод ремонта на месте. Грузоподъёмность крана даже при индивидуальном методе ремонта может достигать 100 т. Рекомендуемая грузоподъёмность мостового крана в отделении самоизмельчения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Рекомендуемая грузоподъёмность мостового крана в отделении самоизмельчения

Метод ремонта	Грузоподъёмность крана, т	
	мельница ММС 70×23А	мельница ММС 20×30А
Индивидуальный	50	100
Машиносменный	500	–

Таким образом, компоновочные решения отделений измельчения с мельницами само- и полусамоизмельчения характеризуются отсутствием бункерных пролётов и подачей руды в мельницы.

3. Компоновка оборудования в отделении измельчения в измельчающих валках высокого давления

Измельчающие валки высокого давления (ИВВД), в зарубежной практике называемые «роллер-прессами», находят всё более широкое применение в сфере обогащения минерального сырья для измельчения кимберлитов, железной руды, известняка, медных и золотосодержащих руд, для тонкого измельчения, например цемента.

Так, количество ИВВД к 2005 году достигло в алмазной промышленности 25, в железорудной – 20 штук. ИВВД могут быть использованы в схемах само- и полусамоизмельчения, дробления и шарового измельчения.

В схемах дробления и измельчения материалов в ИВВД для обеспечения равномерности питания предусматривается использование приёмного устройства в виде питающего бункера с питателем. В схемах само- и полусамоизмельчения ИВВД используются для измельчения трудных классов крупности.

Пример схемы цепей аппаратов рудоподготовки с додрабливанием и измельчением в ИВВД трудных классов крупности приведён на рисунке 3.1. Схема цепей аппаратов включает саморазгружающиеся вагоны 1, приёмный бункер 2, пластинчатый питатель 3, конусную дробилку 4, магистральный конвейер 5, мельницу самоизмельчения 6, конвейеры 7, 9, 11, конусную дробилку среднего дробления 8, измельчающие валки высокого давления 10, шаровую мельницу 12, зумпф 13 с насосами, гидроциклоны 14.

Исходное питание с помощью саморазгружающихся вагонов 1 загружается в приёмный бункер 2, из которого пластинчатым питателем 3 подаётся в конусную дробилку крупного дробления 4. Дроблёный продукт из конусной дробилки 4 с помощью магистрального

конвейера 5 подается в мельницу самоизмельчения 6. Трудные классы крупности (верхний продукт бутары мельницы полусамоизмельчения) конвейером 7 подаётся в конусную дробилку среднего дробления 8, дроблёный продукт которой конвейером 9 подаётся в измельчающие валки высокого давления 10. Измельчённый продукт мельницы самоизмельчения 6 самотёком направляется в шаровую мельницу 12, работающую через зумпфы 13 с гидроциклонами 14.

Использование ИВВД в такой схеме позволяет увеличить производительность цикла рудоподготовки на 30-50 % и снизить количество шаровых мельниц.

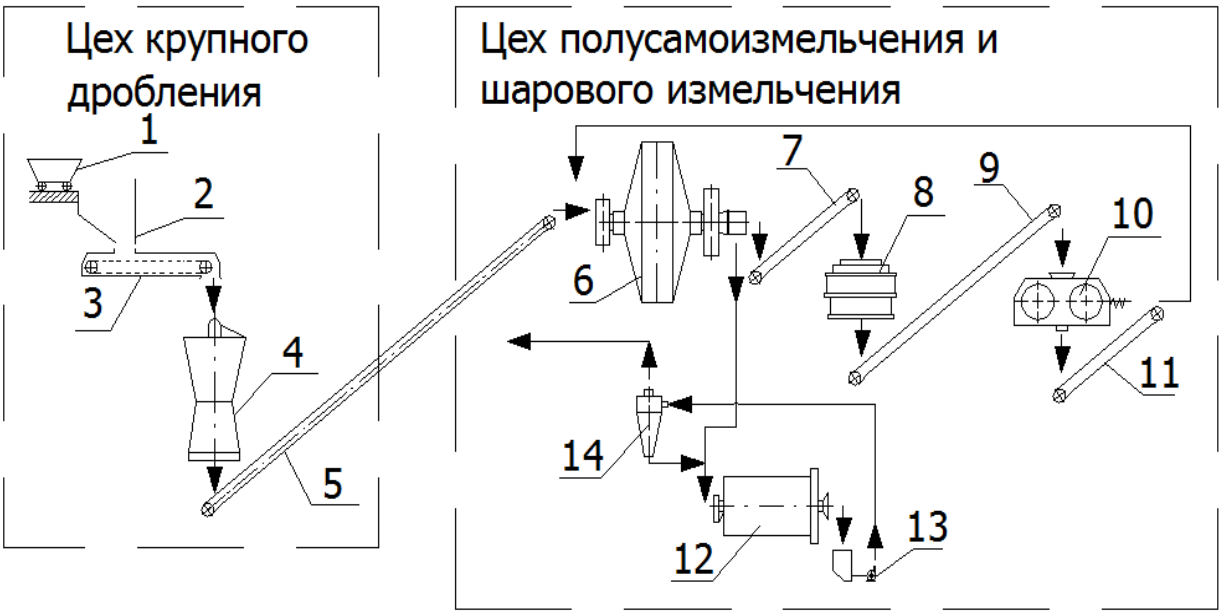


Рисунок 3.1 – Схема цепей аппаратов рудоподготовки с додрабливанием и измельчением в ИВВД трудных классов крупности мельниц самоизмельчения: 1 – саморазгружающийся вагон; 2 – приёмный бункер; 3 – пластинчатый питатель; 4 – конусная дробилка крупного дробления; 5 – магистральный конвейер; 6 – мельница самоизмельчения; 7, 9, 11 – конвейер; 8 – конусная дробилка среднего дробления; 10 – измельчающие валки высокого давления; 12 – шаровая мельница; 13 – зумпф с насосами; 14 – гидроциклоны

При наличии в схеме нескольких мельниц самоизмельчения между цехами дробления и самоизмельчения предусматривается использование склада крупнодроблёной руды, с подачей из которого руды на каждую мельницу самоизмельчения своим конвейером. При большом количестве мелких классов крупности в исходном питании перед конусной дробилкой крупного дробления при специальном обосновании могут быть применены грохоты, нижний продукт которых направляется непосредственно в мельницы самоизмельчения ли-

бо конвейерным транспортом, либо при большом уклоне местности самотёком.

В схемах дробления ИВВД находят применение в третьей или четвёртой стадии дробления. Использование ИВВД в третьей стадии дробления параллельно мельнице полусамоизмельчения позволяет увеличить производительности цикла по готовому классу и снизить количество используемых после дробления и полусамоизмельчения шаровых мельниц. Пример схемы цепей аппаратов рудоподготовки с использованием ИВВД параллельно мельнице полусамоизмельчения приведён на рисунке 3.2. Схема цепей аппаратов включает саморазгружающиеся вагоны 1, приёмный бункер 2, конусную дробилку крупного дробления 3, конусную дробилку среднего дробления 4, магистральный конвейер 5, склад среднедроблёной руды 6, магистральные конвейеры 7, 8, мельницу мокрого полусамоизмельчения 9, ИВВД 10, зумпфы 11, 15 с насосами, гидроциклоны 12, 16, конвейер 13, шаровую мельницу 14.

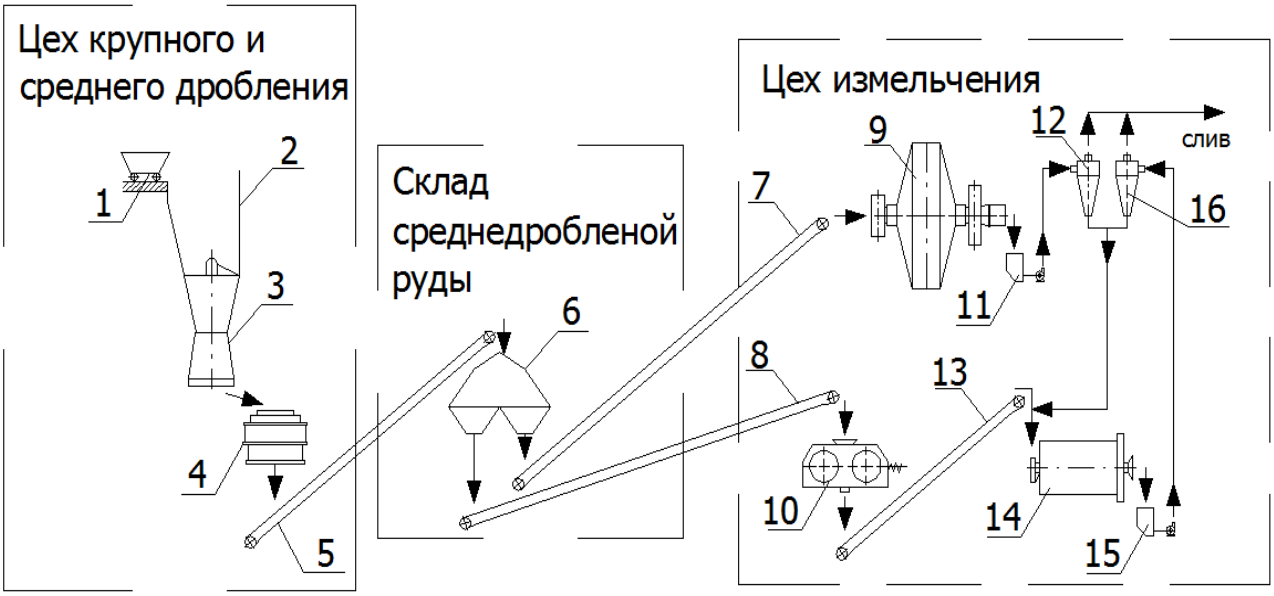


Рисунок 3.2 – Схема цепей аппаратов рудоподготовки с использованием ИВВД параллельно мельнице полусамоизмельчения: 1 – саморазгружающиеся вагоны; 2 – приёмный бункер; 3 – конусная дробилка крупного дробления; 4 – конусная дробилка среднего дробления; 5 – магистральный конвейер; 6 – склад среднедроблёной руды; 7, 8, 13 – конвейеры; 9 – мельница полусамоизмельчения; 10 – ИВВД; 11, 15 – зумпфы с насосами; 12, 16 – гидроциклоны; 14 – шаровая мельница

Исходное питание с помощью саморазгружающихся вагонов 1 загружается в приёмный бункер 2, из которого попадает в конусную дробилку крупного дробления 3. Дроблёный продукт дробилки 3 самотёком направляется в конусную дробилку среднего дробления 4.

Среднедроблёная руда из дробилки 4 с помощью магистрального конвейера 5 направляется в склад среднедроблёной руды 6. Из склада 6 руда параллельно конвейерами 7 и 8 подаётся соответственно в мельницу мокрого полусамоизмельчения 9 и в ИВВД 10. Из мельницы полусамоизмельчения 9 измельчённый продукт с помощью зумпфа 11 с насосами направляется в гидроциклоны 12, пески которых самотёком направляются в шаровую мельницу 14. Из ИВВД 10 доизмельчённый продукт с помощью конвейера 13 также направляется в шаровую мельницу 14, работающую через зумпф 15 с насосами в замкнутом цикле с гидроциклонами 16, пески которых самотёком направляются в шаровую мельницу 14. Сливы гидроциклонов 12 и 16 направляются в операции обогащения.

ИВВД при большом их количестве могут быть выделены в отдельный цех.

В схемах тонкого измельчения материалов ИВВД могут использоваться как в качестве самостоятельной стадии измельчения, так и в качестве предварительной стадии измельчения перед измельчением в шаровых мельницах. Пример схемы цепей аппаратов для тонкого измельчения материалов в ИВВД в одну стадию приведён на рисунке 3.3. Схема цепей аппаратов включает питающий бункер 1 с питателем 2, ИВВД 3, дезинтегратор 4, воздушный сепаратор 5, пылеуловитель 6, вентилятор 7.

Исходное питание из питающего бункера 1 с помощью питателя 2 подаётся в ИВВД 3, измельчённый продукт которого подаётся в дезинтегратор. Дезинтегрированный продукт из дезинтегратора 4 за счёт разряжения, создаваемого вентилятором 7, транспортируется в воздушный сепаратор 5. Тонкие классы крупности сепаратора 5 воздушными потоками направляются в пылеуловитель 6, из которого выделяются пылевой продукт и очищенный воздух. Песковая фракция воздушного сепаратора возвращается в ИВВД. Такая схема может быть использована при измельчении мягких пород, отличается пониженным расходом электроэнергии.

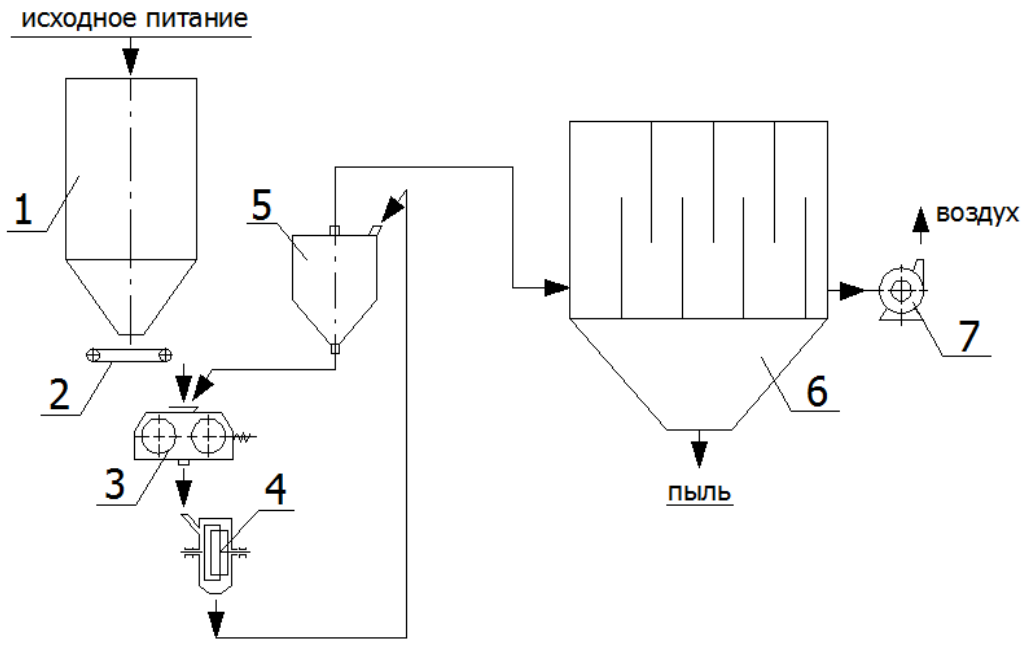


Рисунок 3.3 – Схема цепей аппаратов для тонкого измельчения материалов в ИВВД в одну стадию: 1 – питающий бункер; 2 – питатель; 3 – ИВВД; 4 – дезинтегратор; 5 – воздушный сепаратор; 6 – пылеуловитель; 7 – вентилятор

Пример схемы цепей аппаратов для тонкого измельчения материалов с предварительным измельчением в ИВВД приведён на рисунке 3.4. Схема цепей аппаратов включает питающий бункер с питателем 2, ИВВД 3, дезинтегратор 4, воздушный сепаратор 5, пылеуловитель 6, вентилятор 7, шаровую мельницу 8. Исходное питание из питающего бункера 1 питателями подаётся в ИВВД 3, измельчённый продукт которого направляется в дезинтегратор 4. Дезинтегрированный продукт из дезинтегратора 4 направляется в воздушный сепаратор 5.

Песковая фракция сепаратора 5 направляется в шаровую мельницу 8, измельчённый продукт которой возвращается в воздушный сепаратор 5. Тонкие классы крупности сепаратора 5 воздушными потоками направляются в пылеуловитель 6, из которого выделяются пылевой продукт и очищенный воздух.

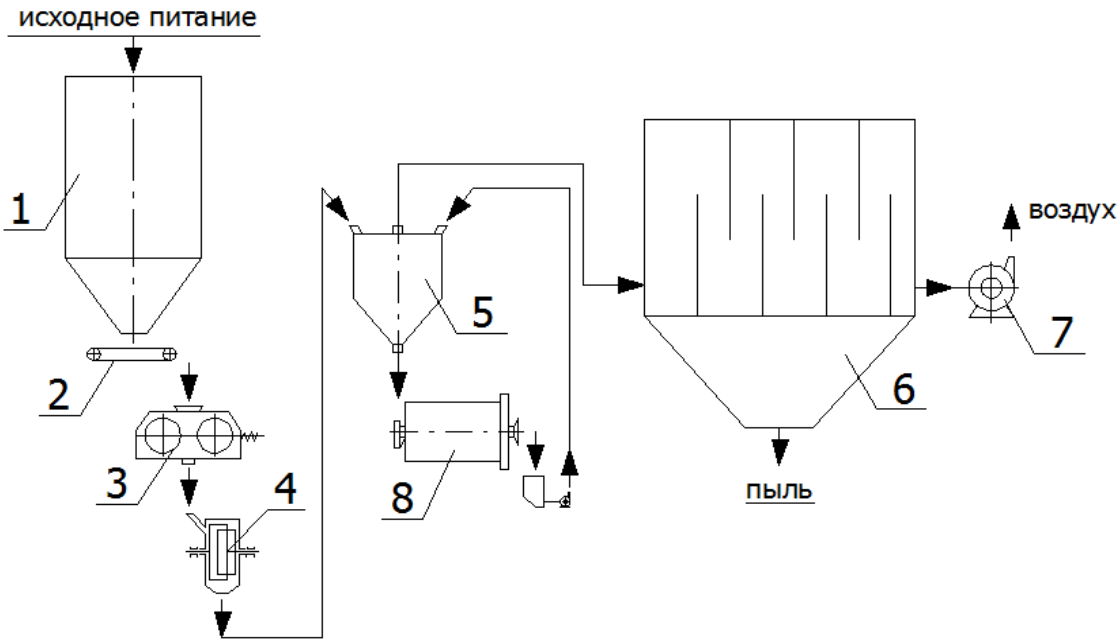


Рисунок 3.4 – Схема цепей аппаратов для тонкого измельчения материалов
с предварительным измельчением в ИВВД:
1 – питающий бункер; 2 – питатель; 3 – ИВВД; 4 – дезинтегратор;
5 – воздушный сепаратор; 6 – пылеуловитель; 7 – вентилятор; 8 – шаровая мельница

Пример схемы цепей аппаратов для тонкого двухстадиального измельчения с использованием ИВВД параллельно шаровой мельнице приведён на рисунке 3.5. Схема цепей аппаратов включает питающий бункер 1 с питателем 2, ИВВД 3, воздушный сепаратор 4, пылеуловитель 5, вентилятор 6, шаровую мельницу 7. Исходное питание из питающего бункера 1 питателем 2 подаётся в ИВВД 3, измельчённый продукт которого направляется в шаровую мельницу 7. Измельчённый продукт мельницы 7 направляется в воздушный сепаратор 4. Тонкие фракции воздушного сепаратора 4 воздушными потоками направляются в пылеуловитель 5, из которого выделяются пылевой продукт и очищенный воздух. Песковая фракция воздушного сепаратора 4 направляется параллельно в ИВВД 3 и в шаровую мельницу 7. Достоинством данной схемы является исключение дезинтегратора, поскольку агломераты, образующиеся в ИВВД, диспергируются в шаровой мельнице.

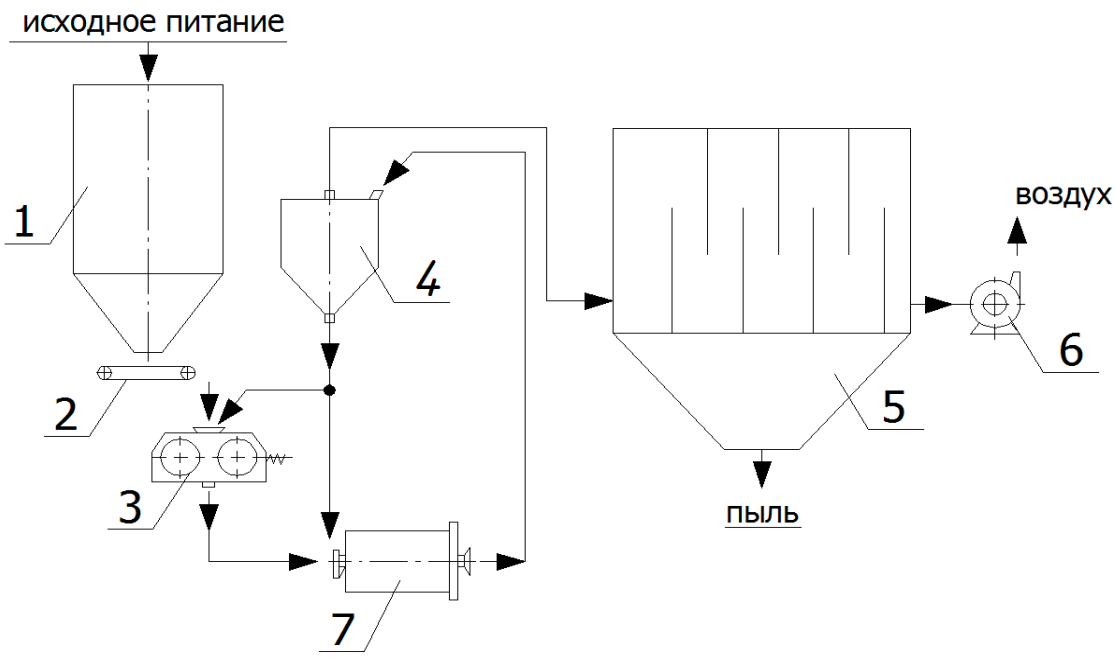


Рисунок 3.5 – Схема цепей аппаратов для тонкого двухстадиального измельчения материалов с использованием ИВВД параллельно шаровой мельнице:
1 – питающий бункер; 2 – питатель; 3 – ИВВД: 4 – воздушный циклон;
5 – пылеуловитель; 6 – вентилятор; 7 – шаровая мельница

Однолинейная схема компоновки ИВВД предусматривает расположение ИВВД по одну сторону питающих бункеров с последовательным чередованием измельчающих валков и двигателей (рисунок 3.6). Схема с чередованием модулей предусматривает размещение машин поочерёдно по обеим сторонам питательных бункеров (рисунок 3.7).

Предпочтительной является компоновка ИВВД с чередованием модулей, которая отличается простотой обслуживания, более простой конвейерной системой.

Компоновочные решения по размещению в цехе ИВВД зависят от количества аппаратов. При компоновке одного аппарата ИВВД обычно измельчающие валки размещают в одном помещении, а двигатели – в смежном помещении.

При большом количестве ИВВД предусматриваются однолинейная схема компоновки и схема с чередованием модулей.

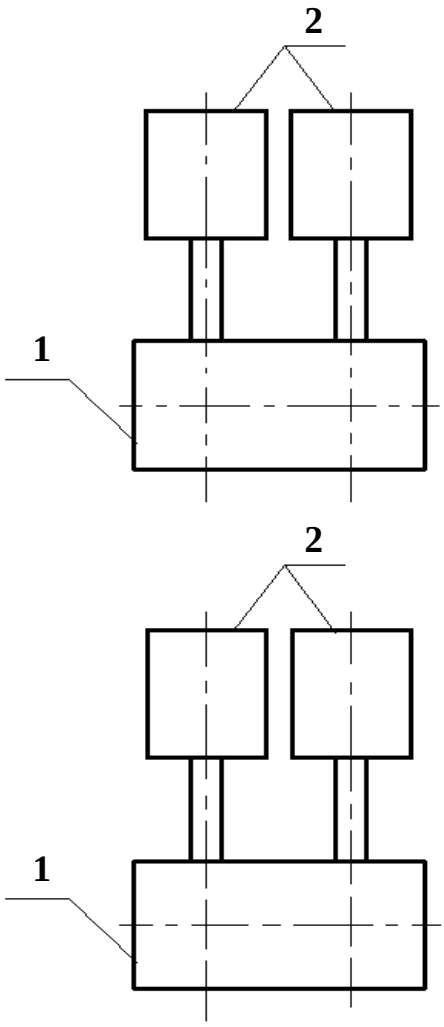


Рисунок 3.6 – Однолинейная схема компоновки ИВВД:
1 – измельчающие валки; 2 – двигатели

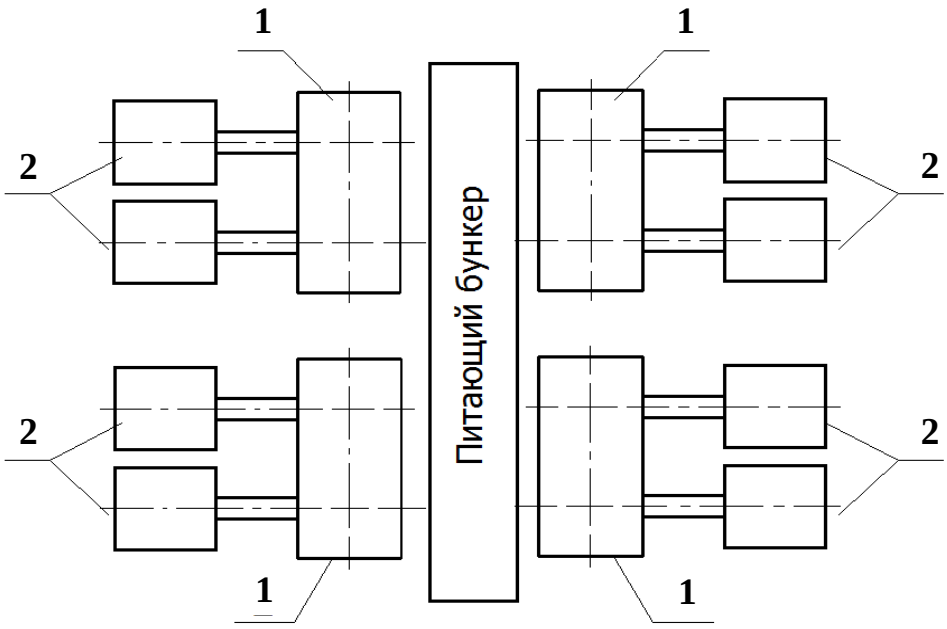


Рисунок 3.7 – Схема компоновки ИВВД с чередованием модулей:
1 – измельчающие валки; 2 – двигатели

4. Пример компоновочного решения цехов измельчения обогатительной фабрики

Пример 1. Компоновочное решение цеха измельчения с размещением стержневой и шаровой мельниц в одном пролете на разных уровнях.

Компоновочное решение цеха измельчения приведено на рисунке 4.1. Оно включает магистральный конвейер 1, шаровую мельницу 2, гидроциклоны 3, стержневую мельницу 4, зумпф с насосами 5 и мостовой кран 6. Мелкодробленая руда подаётся в шаровую мельницу 2 магистральным конвейером 1. Руда из шаровой мельницы 2 попадает в стержневую мельницу 4 самотеком, измельченная руда поступает в зумпф 5 и с помощью насосов подается в гидроциклоны 3, пески которых самотеком подаются на доизмельчение в стержневую мельницу 4, а слив – на обогащение.

Достоинствами предлагаемого компоновочного решения является компактное размещение оборудования в цехе измельчения, возможность обслуживания оборудования одним краном, возможность реализации данного решения при любом количестве мельниц.

Пример 2. Компоновочное решение цеха измельчения с размещением работающих в открытом цикле стержневых и шаровых мельниц в разных пролетах.

Компоновочное решение цеха измельчения приведено на рисунке 4.2. Оно включает конвейер со сбрасывающей тележкой 1, распределительный бункер 2, ленточные питатели 3, ленточные конвейеры 4, 10, 11, стержневые мельницы 5, шаровые мельницы 6, зумпфы с насосами 7, мостовые краны 8, 9 и кран-балку 12. Мелкодробленая руда подаётся в распределительный бункер 2 при помощи ленточных конвейеров 10, 11 и конвейера со сбрасывающей тележкой 1. Руда из распределительного бункера 2 направляется в стержневые мельницы 5 при помощи ленточных питателей 3 и ленточных конвейеров 4. Измельчённая руда из стержневой мельницы 5 самотёком поступает на измельчение в шаровую мельницу 6, из которой при помощи зумпфа с насосами подается на обогащение.

Данное компоновочное решение может быть эффективно использовано при наличии уклона местности, когда мельницы первой и второй стадий измельчения можно располагать каскадно. При работе шаровых мельниц в замкнутом цикле предусматривается установка гидроциклонов.

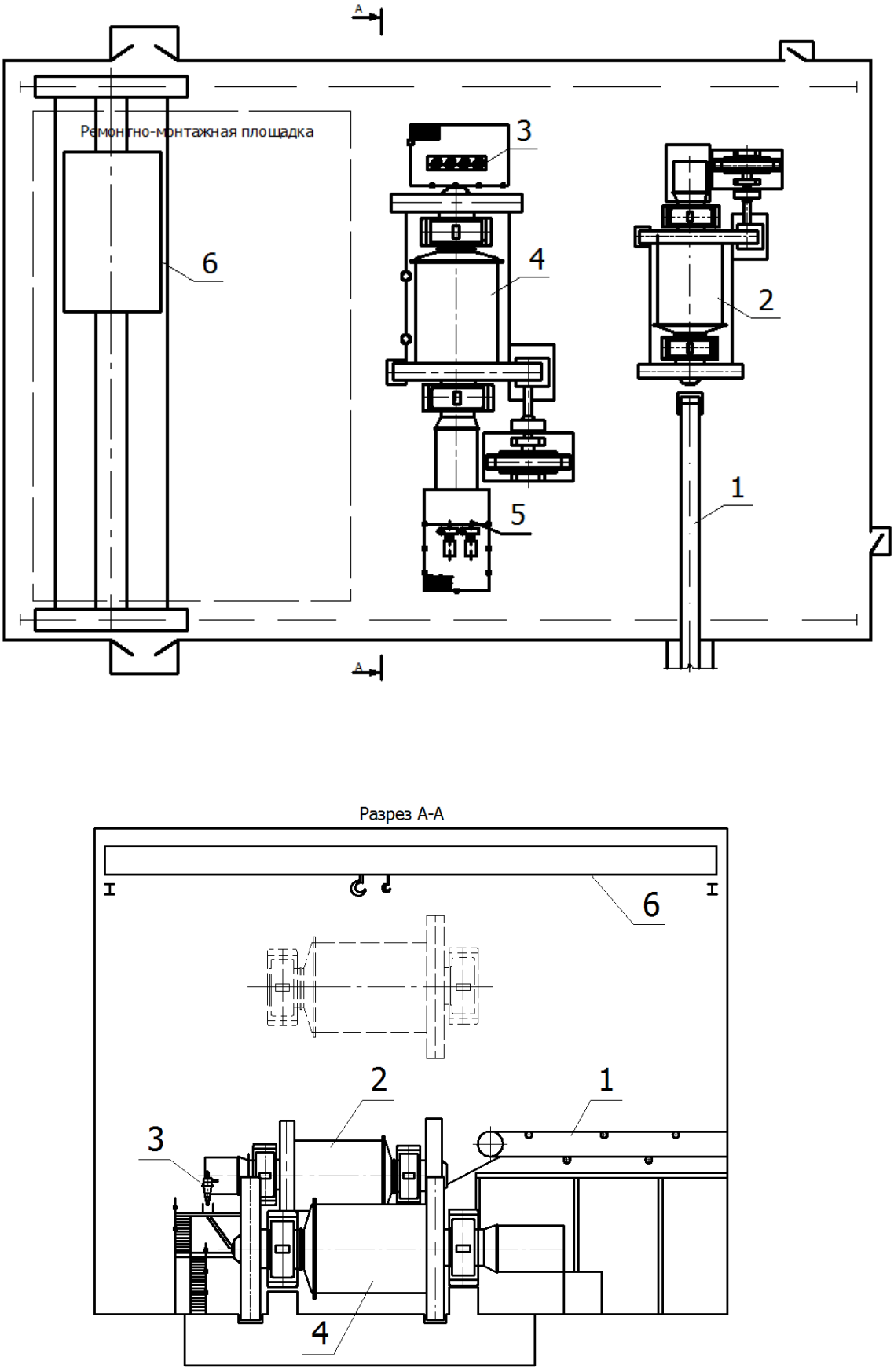


Рисунок 4.1 – Компоновочное решение цеха измельчения с размещением стержневой и шаровой мельницы в одном пролете на разных уровнях:
1 – магистральный конвейер; 2 – стержневая мельница; 3 – гидроциклон;
4 – шаровая мельница; 5 – зумпф с насосами; 6 – мостовой кран

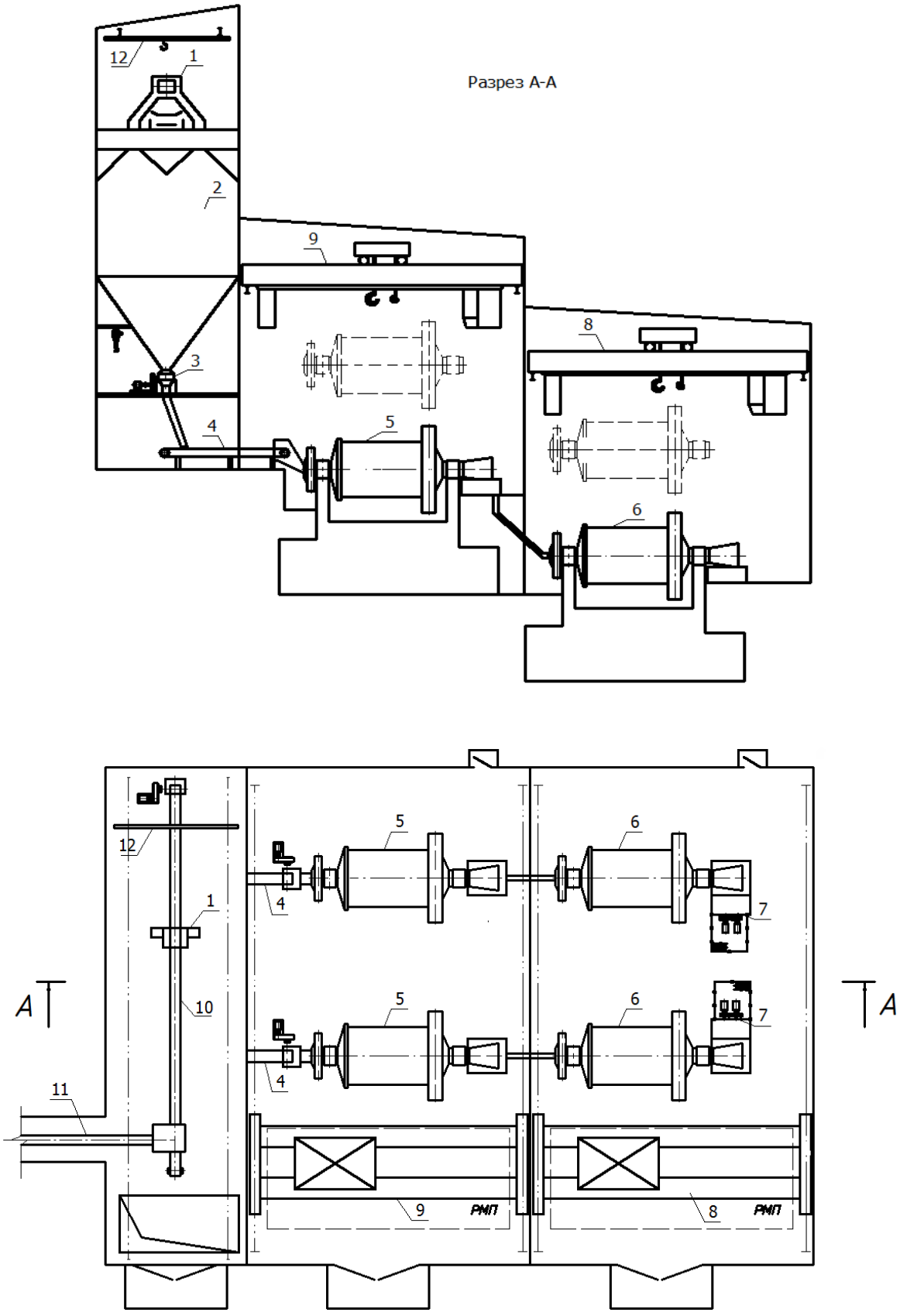


Рисунок 4.2 – Компоновочное решение цеха измельчения с размещением стержневой и шаровой мельниц в разных пролетах:
1 – конвейер со сбрасывающей тележкой; 2 – распределительный бункер;
3 – ленточный питатель; 4, 10, 11 – ленточный конвейер; 5 – стержневые мельницы;
6 – шаровые мельницы; 7 – зумпфы с насосами; 8, 9 – мостовой кран; 12 – кран-балка

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебно-методическом пособии рассмотрены вопросы компоновки оборудования в цехах измельчения обогатительных фабрик.

На основе рассмотрения общих принципов компоновки оборудования на обогатительных фабриках рассмотрены особенности размещения оборудования в бункерных пролетах и пролетах измельчения.

Рассмотрены варианты компоновочных решений отделений измельчения стержневых и шаровых мельницах, отделения измельчения в мельницах само- и полусамоизмельчения, в отделениях измельчения в измельчающих валках высокого давления.

Все варианты компоновочных решений сопровождаются примерами с рассмотрением их достоинств и недостатков, областей применения.

Для вариантов компоновки оборудования в отделения двухстадиального измельчения в стержневых и шаровых мельницах приведены примеры компоновочных решений с размещением стержневых и шаровых мельниц в одном и разных пролетах измельчения.

Достоинством учебно-методического пособия является широкое рассмотрение вариантов компоновочных решений.

Материалы, изложенные в учебно-методическом пособии, позволяют студентам получить необходимые знания в области компоновки оборудования в цехах измельчения на современном уровне, освоить необходимые компетенции, справиться с задачами компоновки оборудования при выполнении практических работ, курсовых и дипломных проектов и работ.

Учебно-методическое пособие может быть использовано работниками проектных организаций и промышленных предприятий в их производственной деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Адамов Э. В. Основы проектирования обогатительных фабрик: учебник для вузов. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 647 с.

Иванов Э. Э. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2004. – 157 с.

Морозов Ю. П., Водовозов К. А., Киселёв М. Ю. Проектирование обогатительных фабрик: методические указания и задания для практических занятий по дисциплине «Проектирование обогатительных фабрик» для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых» (ОПИ) направления 130400.65 – «Горное дело» всех форм обучения / Ю. П. Морозов, К. А. Водовозов, М. Ю. Киселёв; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 68 с.

Морозов Ю. П., Киселёв М. Ю. Проектирование обогатительных фабрик. Компоновка оборудования в цехах дробления обогатительных фабрик: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. – 56 с.

Морозов Ю. П. Проектирование обогатительных фабрик. Часть 1. Состав проекта и порядок проектирования: учебник для вузов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. – 304 с.

Морозов Ю. П. Проектирование обогатительных фабрик. Часть 2. Выбор и расчет технологического оборудования: учебник для вузов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 266 с.

Разумов К. А., Перов В. А. Проектирование обогатительных фабрик: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1982. – 518 с.

Справочник по проектированию рудных обогатительных фабрик: в 2 кн. / под ред. О. Н. Тихонова, Г. Т. Сазонова, В. В. Рыбакова, В. Ф. Баранова. – Кн. 1. – М.: Недра, 1988. – 374 с.

Справочник по проектированию рудных обогатительных фабрик: в 2 кн. / под ред. О. Н. Тихонова Г. Т. Сазонова, В. В. Рыбакова, В. Ф. Баранова. – Кн. 2. – М.: Недра, 1988. – 341 с.

Федотов К. В., Никольская Н. И. Проектирование обогатительных фабрик: учебник для вузов. – М.: Издательство «Горная книга», 2012. – 536 с.

Учебное издание

Юрий Петрович Морозов

Павел Михайлович Пеньков

Екатерина Александровна Бекчурина

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

КОМПОНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ В ЦЕХАХ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

Учебно-методическое пособие
для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых»
направления 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения

Редактор Л. В. Устьянцева

Подписано в печать 05.04.2017 г.
Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 $^{1}/_{16}$.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 1,875. Уч.-изд. л. 2,2. Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Уральский государственный горный университет
Лаборатория множительной техники

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу

_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.06 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

форма обучения: очная, заочная

Автор: Хамидулин И. Х., доц., к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры

Обогащения полезных ископаемых
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Козин В. З.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

горно-механического
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.



Министерство образования и науки
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Ю. П. Морозов
П. М. Пеньков
Е. А. Бекчурина

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

КОМПОНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ В ЦЕХАХ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

Учебно-методическое пособие
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
направления 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Екатеринбург – 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического факультета
«____» _____ 2017 г.
Председатель комиссии

_____ проф. В. П. Барановский

Ю. П. Морозов
П. М. Пеньков
Е. А. Бекчурина

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

КОМПОНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ В ЦЕХАХ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

Учебно-методическое пособие
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
направления 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2017

УДК 622.7: 622.342
М 80

Рецензент: *Колтунов А. В.*, канд. техн. наук, доцент кафедры обогащения полезных ископаемых УГГУ

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых» 09 февраля 2017 г. (протокол № 5) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Морозов Ю. П., Пеньков П. М., Бекчурина Е. А.
М 80 **Проектирование обогатительных фабрик**. Компоновка оборудования в цехах измельчения обогатительных фабрик: учебно-методическое пособие / Ю. П. Морозов, П. М. Пеньков, Е. А. Бекчурина; Урал. гос. горный ун-т. Екатеринбург: Изд. УГГУ, 2017. – 30 с.

В учебно-методическом пособии рассмотрены вопросы компоновки оборудования в отделениях измельчения в шаровых и стержневых мельницах, в отделениях измельчения в мельницах само- и полусамоизмельчения, в отделениях измельчения в измельчающих валках высокого давления, приведены примеры компоновочных решений отделений измельчения обогатительных фабрик.

Для студентов всех форм обучения специализации «Обогащение полезных ископаемых» (ОПИ) направления 21.05.04 – «Горное дело».

УДК 622.7: 622.342

© Уральский государственный горный университет, 2017
© Морозов Ю. П., Пеньков П. М., Бекчурина Е. А., 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
1. Компоновка оборудования в отделениях измельчения в стержневых и шаровых мельницах 5
2. Компоновка оборудования в отделении измельчения в мельницах само- и полусамоизмельчения 14
3. Компоновка оборудования в отделении измельчения в измельчающих валках высокого давления 17
4. Пример компоновочного решения цехов измельчения обогатительной фабрики 25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 28
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 29

ВВЕДЕНИЕ

Компоновка оборудования в отделениях измельчения является важным этапом разработки компоновочных решений цехов обогатительной фабрики. Обычно оборудование для измельчения размещается в отделениях измельчения и доизмельчения главного корпуса обогатительной фабрики. Возможно для сухих методов измельчения компоновочное решение с размещением оборудования в отдельном цехе измельчения.

В учебной литературе по дисциплине «Проектирование обогатительных фабрик» приводятся сведения по компоновке оборудования в отделениях измельчения, которые дают только общее представление о компоновочных решениях, не раскрывают правил и условий разработки компоновочных решений.

Настоящее учебно-методическое пособие направлено на упорядочение и углубление знаний по размещению оборудования в отделениях измельчения. Оно включает компоновку оборудования в отделениях измельчения в стержневых и шаровых мельницах, в мельницах само- и полусамоизмельчения, в измельчающих валках высокого давления.

Для отделений измельчения со стержневыми и шаровыми мельницами рассмотрены правила размещения оборудования в бункерном пролете и в пролетах измельчения. Рассмотрены условия самотечного замыкания мельницы со спиральным классификатором, условия расположения гидроциклонов в отделениях измельчения, условия размещения ремонтно-монтажных площадок, кранов и других грузоподъемных средств.

Для отделений измельчения в мельницах само- и полусамоизмельчения рассмотрены варианты компоновки оборудования при совмещении мельниц само- и полусамоизмельчения с дробилками для додрабливания трудных классов крупности и с шаровыми мельницами во второй стадии измельчения.

Для отделений измельчения в измельчающих валках высокого давления (ИВВД) рассмотрены варианты совместного использования мельниц самоизмельчения с ИВВД, варианты размещения ИВВД в отдельном цехе.

Компоновочные решения отделений измельчения иллюстрируются примерами возможных вариантов компоновки с анализом особенностей, достоинств и недостатков.

1. Компоновка оборудования в отделениях измельчения в стержневых и шаровых мельницах

Отделения измельчения в стержневых и шаровых мельницах на обогатительных фабриках обычно включены в состав главного корпуса вместе с отделениями обогащения и отделениями, реализующими вспомогательные процессы.

Отделение измельчения со стержневыми и шаровыми мельницами включает бункерный пролёт и, в зависимости от количества мельниц, один или два пролёта измельчения.

В бункерном пролёте располагаются распределительный бункер и системы конвейеров для подачи руды в распределительный бункер и для подачи руды из распределительного бункера в мельницы.

Распределение руды по ячейкам распределительного бункера осуществляется чаще всего с помощью конвейера со сбрасывающей тележкой.

Наиболее широко на обогатительных фабриках в отделениях измельчения предусматриваются подвесные параболические бункеры, разгрузка руды из которых осуществляется через выпускные отверстия, расположенные на расстоянии друг от друга 3 или 6 м. Разгрузка руды из бункеров осуществляется на горизонтальные или наклонные ленточные конвейеры, подающие руду в мельницы.

Пример компоновки оборудования в бункерном пролёте отделения измельчения приведён на рисунке 1.1.

Компоновочное решение включает магистральный конвейер 1, конвейер со сбрасывающей тележкой 2, распределительный бункер 3 с питателями 4, сборные конвейеры 5, конвейеры 6, кран-балку 7. Исходная руда магистральным конвейером 1 подаётся на конвейер 2 со сбрасывающей тележкой, который распределяет руду по ячейкам распределительного бункера 3. Руда из ячеек бункера 3 с помощью питателя 4 разгружается на сборные конвейеры 5, далее направляется на конвейеры 6, которые подают руду в мельницы. Количество конвейеров 5 и 6 определяется количеством ячеек в распределительном бункере и мельниц в первой стадии измельчения.

В пролётах измельчения располагаются мельницы, классифицирующее оборудование, зумпфы с насосами, мостовые краны. Мельницы в пролёте измельчения располагаются в один или два ряда перпендикулярно или параллельно оси бункеров.

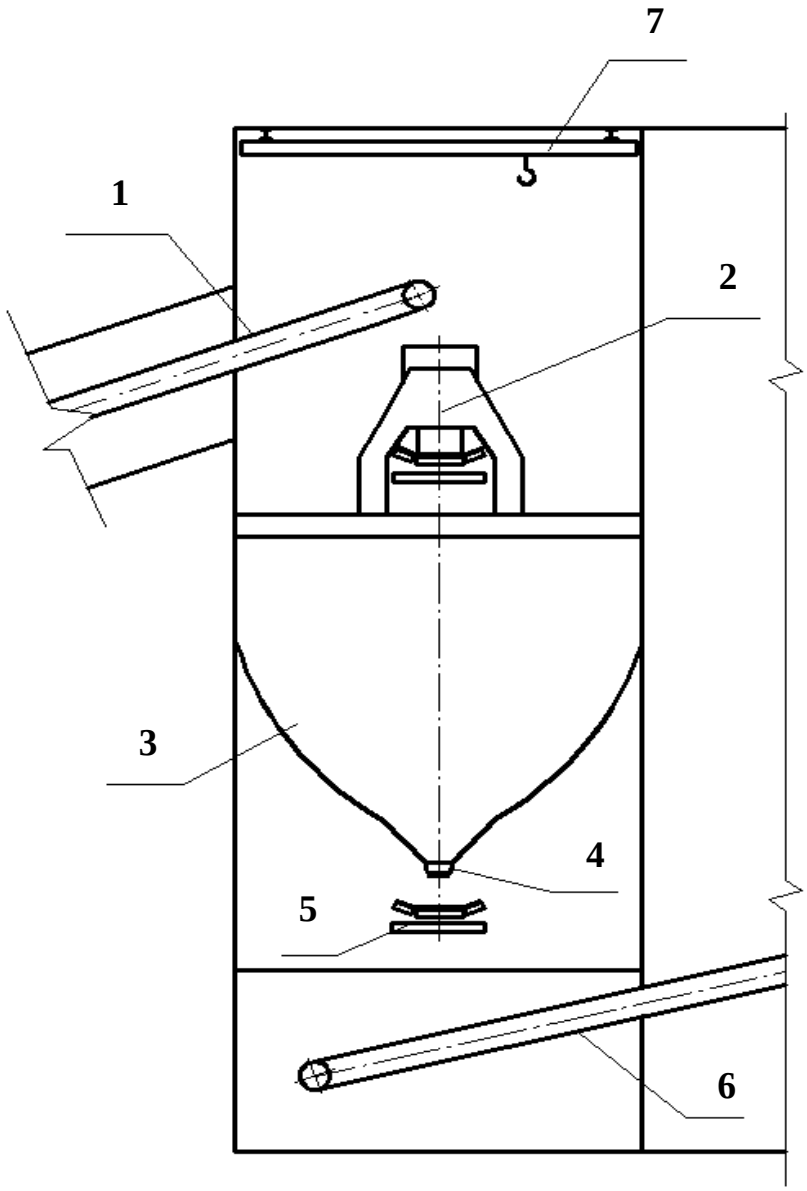


Рисунок 1.1 – Компоновочное решение бункерного пролёта отделения измельчения:
1 – магистральный конвейер; 2 – конвейер со сбрасывающей тележкой;
3 – распределительный бункер; 4 – питатель; 5, 6 – конвейеры; 7 – кран-балка

При размещении стержневых мельниц со стороны разгрузки измельченного материала должно быть предусмотрено свободное пространство для обеспечения загрузки стержней в мельницу. Классифицирующее оборудование располагается по отношению к мельницам таким образом, чтобы обеспечивался самотёк песков в мельницу. Спиральные классификаторы, обеспечивающие самотечный замкнутый цикл измельчения, размещаются параллельно мельнице таким образом, чтобы обеспечить самотёк слива мельницы в спиральный классификатор и песков спирального классификатора в мельницу.

Пример компоновочного узла мельницы со спиральным классификатором при самотёчном замкнутом цикле приведён на рисунке 1.2.

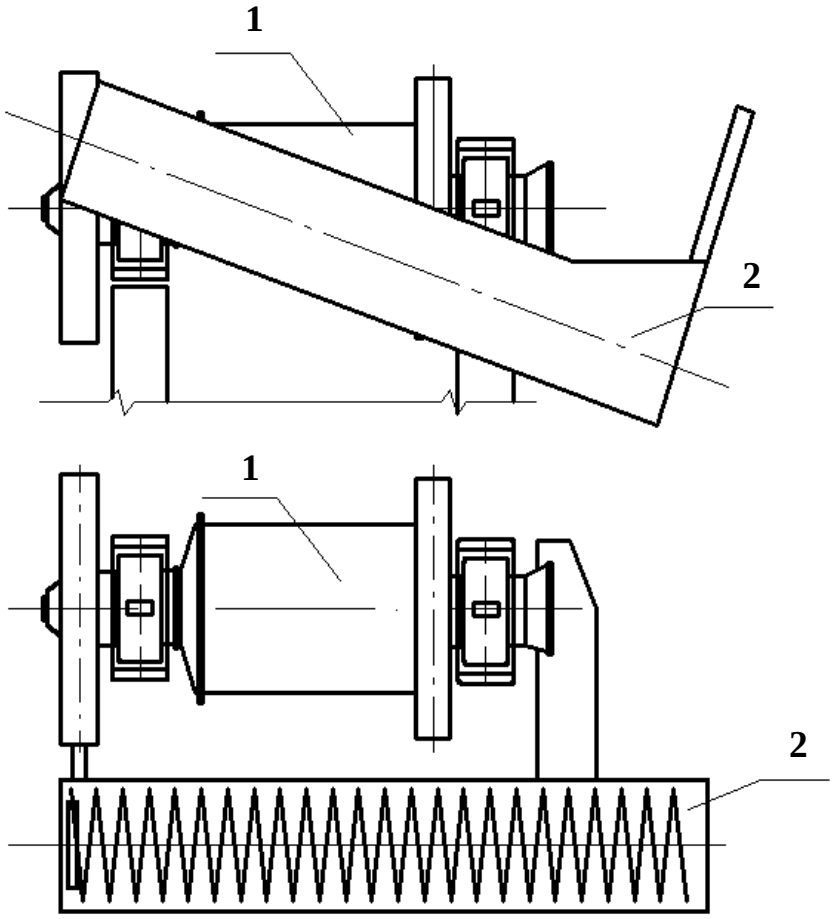


Рисунок 1.2 – Компоновочное решение самотечного замыкания мельницы со спиральным классификатором:
1 – мельница; 2 – спиральный классификатор

Если мельницу и классификатор невозможно замкнуть самотёком, то применяют компоновочные решения с реализацией принудительной подачи слива мельницы в спиральный классификатор, например, с помощью улиткового подъёмника на мельнице, насоса или элеватора.

В узких пролётах измельчения возможна компоновка с размещением мельницы и спирального классификатора на одной оси с самотёчной подачей песков классификатора в мельницу. Пример такого решения приведён на рисунке 1.3.

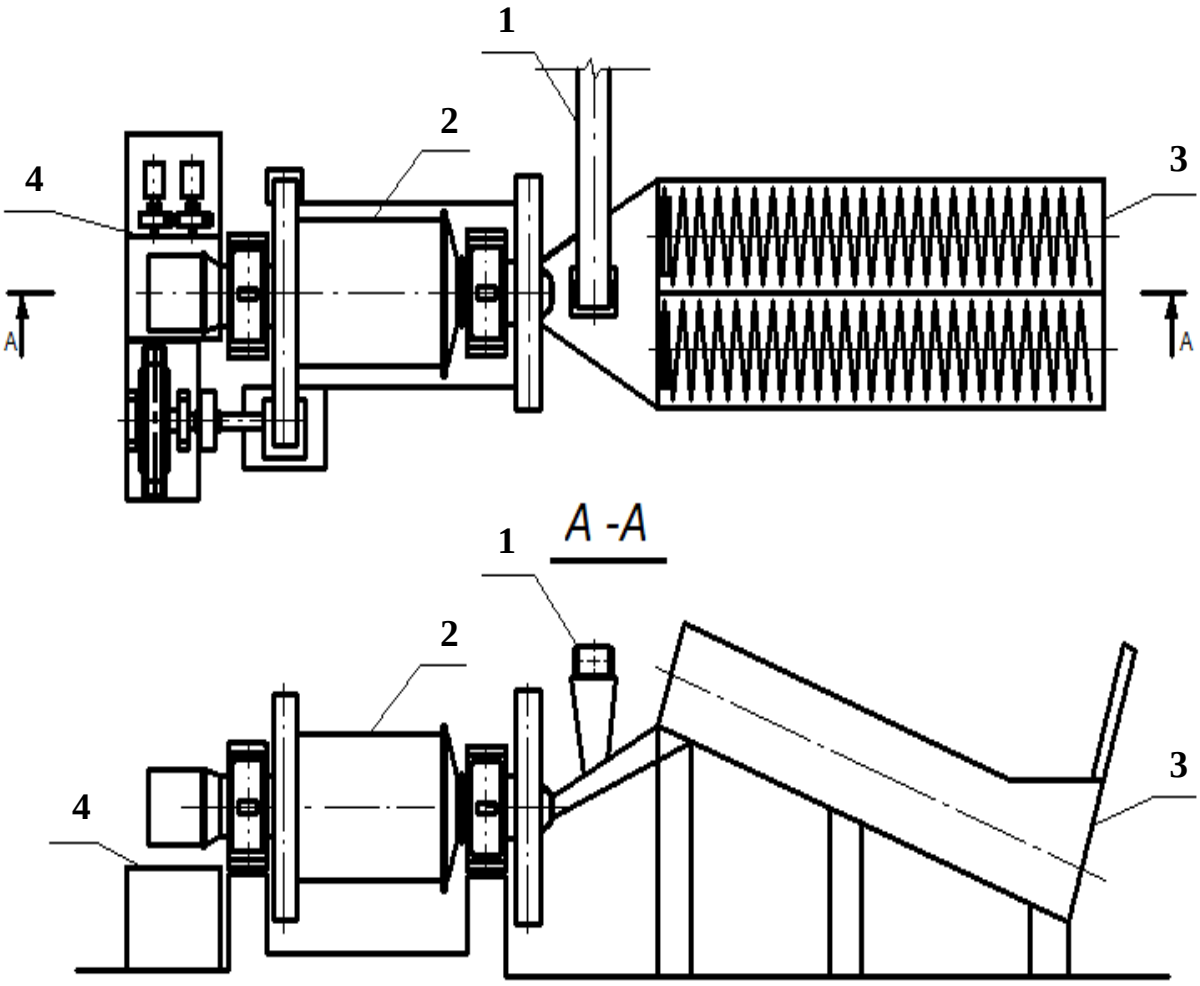


Рисунок 1.3 – Компоновочное решение отделения измельчения с соосным размещением мельницы и спирального классификатора:
1 – конвейер; 2 – мельница; 3 – спиральный классификатор; 4 – зумпф с насосами

Компоновочное решение включает конвейер 1, мельницу 2, спиральный классификатор 3, зумпф 4 с насосами. Руда конвейером 1 подаётся в мельницу 2. Слив мельницы 2 поступает в зумпф 4 и насосами направляется в спиральный классификатор 3, пески которого поступают в мельницу 2.

Гидроциклоны для обеспечения самотёка песков в мельницу размещаются в измельчительном пролёте на площадке сверху загрузочного торца мельницы. Гидроциклоны на площадке могут размещаться в ряд (ёлочкой) или по кругу (звездой). Подача пульпы в гидроциклоны осуществляется насосами через питающую трубу. Примеры расположения гидроциклонов на площадке показаны на рисунке 1.4.

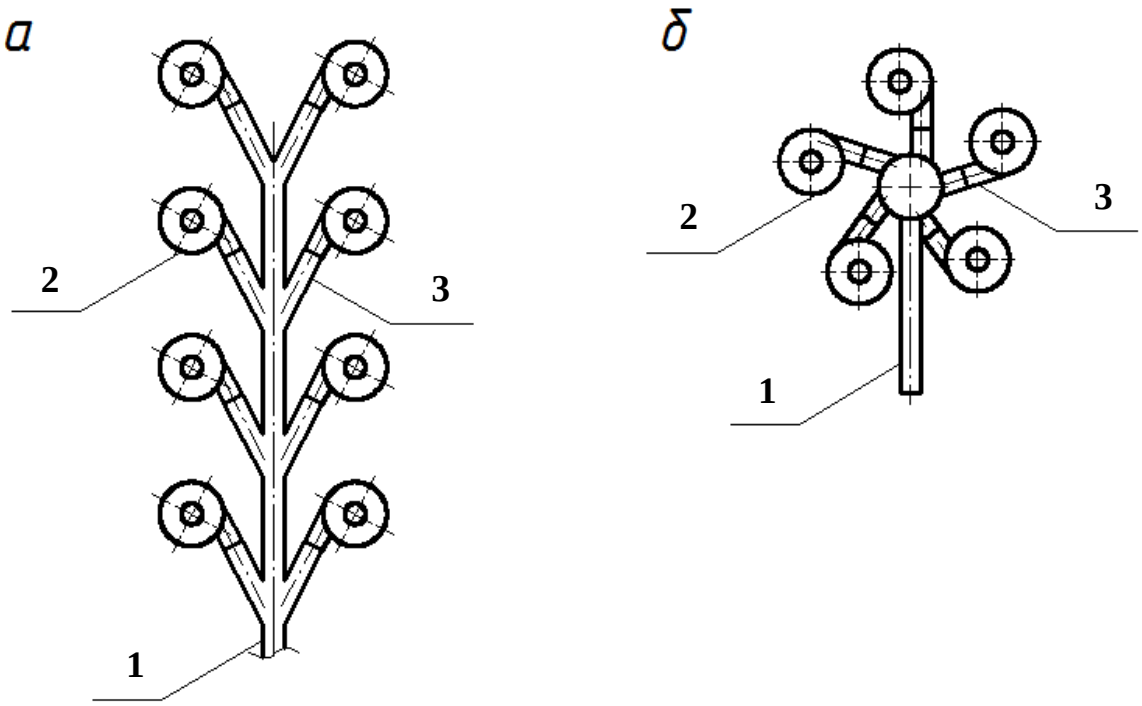


Рисунок 1.4 – Примеры расположения гидроциклонов «ёлочкой» (а) и «звездой» (б):
1 – питающая труба; 2 – гидроциклоны; 3 – подводящие патрубки

При расположении «ёлочкой» (рисунок 1.4,а) гидроциклоны размещаются в один или два ряда, для сбора и транспортирования песков в мельницу снизу гидроциклонов предусматриваются наклонные желоба. При большом количестве гидроциклонов их размещение «ёлочкой» приводит к существенному повышению уровня установки гидроциклонов и, следовательно, к увеличению высоты здания.

При расположении «звездой» гидроциклоны размещаются вокруг вертикальной подающей трубы. При этом гидроциклоны устанавливаются наклонно по отношению к вертикальной оси песковыми насадками к центру приёмной воронки песков (рисунок 1.5).

Такое расположение гидроциклонов обеспечивает более компактную компоновку оборудования в отделении измельчения.

Зумпфы с насосами в отделениях измельчения рекомендуется устанавливать в пролёте измельчения около разгрузки мельницы. При наличии электротехнического пролёта между отделениями измельчения и обогащения зумпфы с насосами могут быть установлены на нижней отметке этого пролёта.



Рисунок 1.5 – Расположение гидроциклонов «звездой»

Для ремонта оборудования в отделении измельчения предусматриваются ремонтно-монтажные площадки (РМП), которые располагаются в торце пролёта измельчения. На РМП располагаются стенды для перефутеровки, для хранения мельниц, для ремонта и хранения гидроциклонов, бункеры для измельчающих тел, стенд для ремонта насосов, контейнеры для шаров, футеровки и металлолома.

На РМП предусматривается раздельное хранение шаров по крупности, наличие контейнеров для их транспортировки к мельницам, магнитных шайб для разгрузки контейнеров, дозирующих устройств для подачи шаров в мельницы, специальная дозирующая машина для загрузки стержней. Для сортировки изношенных шаров предусматривается установка барабанного грохота с заданными размерами отверстий и контейнера для шаров.

Расходные бункеры для измельчающих тел должны иметь десятисуточный запас и вместимость по массе не более 1000 т.

Площади ремонтно-монтажных площадок зависят от типоразмеров и количества мельниц, от способа их ремонта. Применение того или иного способа ремонта мельниц зависит от числа мельниц, срока службы футеровки, времени, необходимого на замену вращающейся части и футеровки мельницы.

Используют следующие способы ремонта мельниц: 1 – ремонт на месте установки (индивидуальный); 2 – стендовый ремонт вра-

щающейся части мельницы на ремонтной площадке с выгрузкой мелющих тел и пульпы на месте установки; 3 – стендовый ремонт вращающейся части мельницы на ремонтной площадке с выгрузкой мелющих тел и пульпы на ремонтной площадке.

Ориентировочно площадь ремонтно-монтажных площадок в пролёте измельчения может быть определена из таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Площадь ремонтно-монтажных площадок пролётов измельчения, м^2

Диаметр мельницы, мм	Число мельниц в пролёте					
	6	12	18	24	30	36
2700	311	432	540	648	756	864
3200	432	576	720	864	1008	1152
3600	576	720	864	1008	1152	1296
4000	720	900	1080	1260	1440	1728
4500	900	1080	1260	1440	1728	2016
5500	900	1080	1260	1448	1728	2016

Применяемый в проекте способ ремонта мельниц влияет на выбор грузоподъёмных средств и организацию ремонтной службы. При количестве однотипных мельниц менее 6 обычно осуществляется ремонт мельниц на месте (способ 1), грузоподъёмность крана определяется массой наиболее тяжёлого узла мельницы. При количестве мельниц 6-12 рекомендуется метод ремонта на стенде РМП (способ 2), при котором грузоподъёмность крана определяется массой вращающейся части мельницы без шаров и пульпы. При количестве мельниц более 12 применяется метод ремонта на стенде по способу 3, при котором грузоподъёмность крана определяется по массе вращающейся части мельницы с шарами и пульпой.

В таблице 1.2 приведены значения рекомендуемой грузоподъёмности мостовых кранов для указанных выше способов ремонта мельниц.

При общем числе мельниц в пролёте измельчения более 8 необходимо принимать к установке кроме крана наибольшей грузоподъёмности один или два крана меньшей грузоподъёмности для текущего обслуживания работающих мельниц. Если краны устанавливаются на одних подкрановых путях, то кран наибольшей грузоподъёмности устанавливается между вспомогательными кранами. Если краны устанавливаются в два яруса, то кран меньшей грузоподъёмности устанавливается выше основного крана. Недостатком такого решения является увеличение высоты здания.

Таблица 1.2 – Рекомендуемая грузоподъёмность кранов в пролётах измельчения

Типоразмер мельницы	Рекомендуемая грузоподъёмность крана, т, при способах ремонта		
	1	2	3
МСЦ-900 × 1800	5	5	10
МСЦ-1500 × 3000	5	20	32
МСЦ-2100 × 2200	5	50	80
МСЦ-2100 × 3000	5	50	80
МСЦ-2700 × 3600	10	80	100
МСЦ-3200 × 4500	20	120	200
МСЦ-3600 × 4500	32	160	250
МСЦ-3600 × 5500	32	160	250
МСЦ-4000 × 5500	50	200	320
МСЦ-4500 × 6000	80	200	500
МШР-1500 × 1600	5	16	20
МШР-2100 × 1500	5	32	50
МШР-2100 × 2200	5	32	50
МШР-2100 × 3000	5	50	80
МШР-2700 × 2100	10	80	80
МШР-2700 × 3600	10	80	120
МШР-3200 × 3100	32	100	160
МШР-3600 × 4000	50	120	250
МШР-3600 × 5000	50	160	250
МШР-4000 × 5000	80	200	320
МШР-4500 × 5000	80	250	2 × 250
МШЦ-900 × 1800	5	5	5
МШЦ-1500 × 3000	5	20	35
МШЦ-2100 × 2200	5	32	50
МШЦ-2100 × 3000	5	32	50
МШЦ-2700 × 3600	10	80	120
МШЦ-3200 × 3100	32	100	160
МШЦ-3200 × 4500	32	120	200
МШЦ-3600 × 4000	32	120	200
МШЦ-3600 × 5500	32	160	250
МШЦ-4000 × 5500	50	200	320
МШЦ-4500 × 6000	80	250	2 × 250
МШЦ-5500 × 6500	120	2 × 320	-

При разработке компоновочного решения отделения измельчения с целью облегчения перекрытия здания и снижения стоимости мостовых кранов необходимо стремиться к минимальной ширине пролёта измельчения. Общая длина отделения измельчения должна быть увязана с длиной отделения обогащения.

Для ремонта оборудования в отделениях измельчения вместо стационарных мостовых кранов могут применяться автомобильные или железнодорожные краны. Преимуществом автомобильных кра-

нов перед железнодорожными является мобильность, маневренность, малые габариты, возможность проезда без монтажа рельсов.

Примеры компоновочных решений отделения измельчения со стрежневыми и шаровыми мельницами приведены ниже.

На рисунке 1.6 приведён пример компоновочного решения отделения измельчения при использовании в первой стадии измельчения стержневой мельницы, работающей в открытом цикле, а во второй стадии – шаровых мельниц, работающих в замкнутом цикле с гидроциклонами.

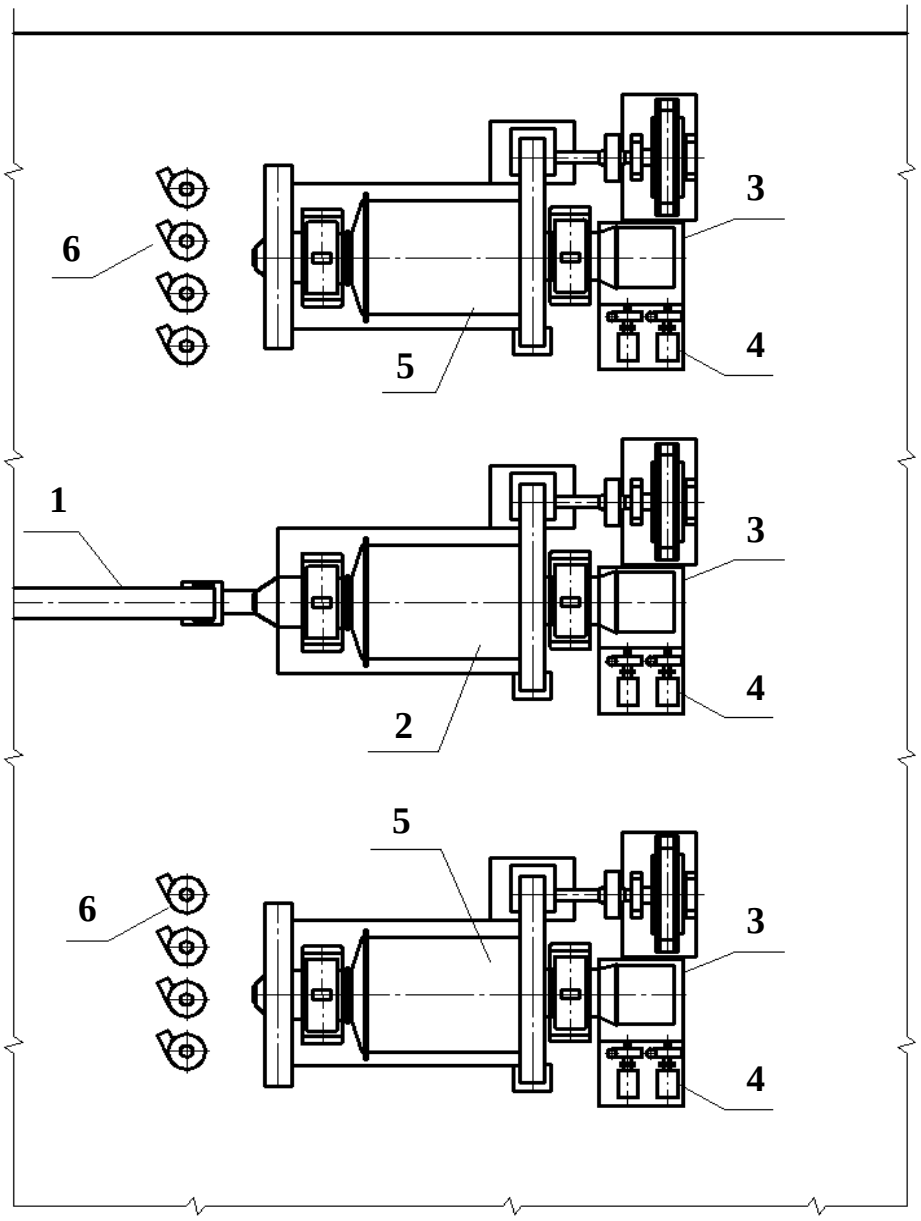


Рисунок 1.6 – Компоновочное решение отделения измельчения с использованием в первой стадии измельчения стержневой и во второй стадии – шаровых мельниц: 1 – конвейер; 2 – стержневая мельница; 3 – зумпфы; 4 – песковые насосы; 5 – шаровые мельницы; 6 – гидроциклоны

2. Компоновка оборудования в отделении измельчения в мельницах само- и полусамоизмельчения

Компоновочные решения отделений измельчения с мельницами само- и полусамоизмельчения отличаются тем, что не предусматриваются бункеры или склады мелкодроблёной руды, а крупнодроблёная руда в мельницы подаётся со склада крупнодроблёной руды. Мельницы само- и полусамоизмельчения компонуются в одном пролёте по однорядной схеме при расположении мельниц перпендикулярно продольной оси отделения измельчения.

Пример компоновочного решения отделения измельчения с установкой мельниц самоизмельчения приведён на рисунке 2.1.

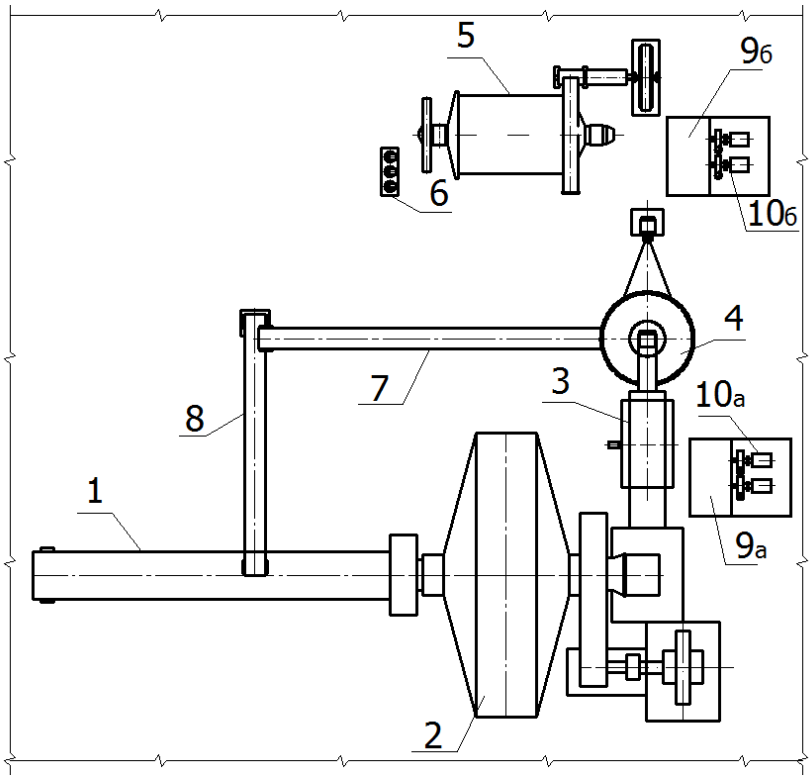


Рисунок 2.1 – Компоновочное решение отделения измельчения с установкой мельницы самоизмельчения и шаровой мельницы:
1, 7, 8 – конвейер ленточный; 2 – мельница самоизмельчения; 3 –грохот самобалансный; 4 – дробилка конусная; 5 –мельница шаровая; 6 – гидроциклоны; 9 – зумпфы; 10 – насосы

Руда ленточным конвейером 1 подаётся в мельницу самоизмельчения 2. На выходе из мельницы самоизмельчённая руда поступает в бутару, из которой верхний продукт самотёком поступает на самобалансный грохот 3, а нижний продукт бутары через зумпф 9а насосами 10а перекачивается в шаровую мельницу 5. Измельчённая руда подаётся в гидроциклоны 6. Пески гидроциклонов 6 поступают

на доизмельчение в шаровую мельницу, а слив в зумпф 9б и насосами 10 б на дальнейшую переработку. Верхний продукт самобалансного грохота 3 поступает в конусную дробилку 4. Дроблёная руда и нижний продукт самобалансного грохота 3 объединяются и системой конвейеров 7, 8 подаются в мельницу самоизмельчения.

При двухстадиальной схеме с измельчением разгрузки мельниц самоизмельчения в шаровых мельницах используется двухрядное расположение мельниц в одном пролёте либо расположение мельниц самоизмельчения и шаровых мельниц в разных пролётах.

Пример компоновочного решения цеха самоизмельчения с шаровым измельчением во второй стадии при расположении мельниц в одном пролёте приведён на рисунке 2.2.

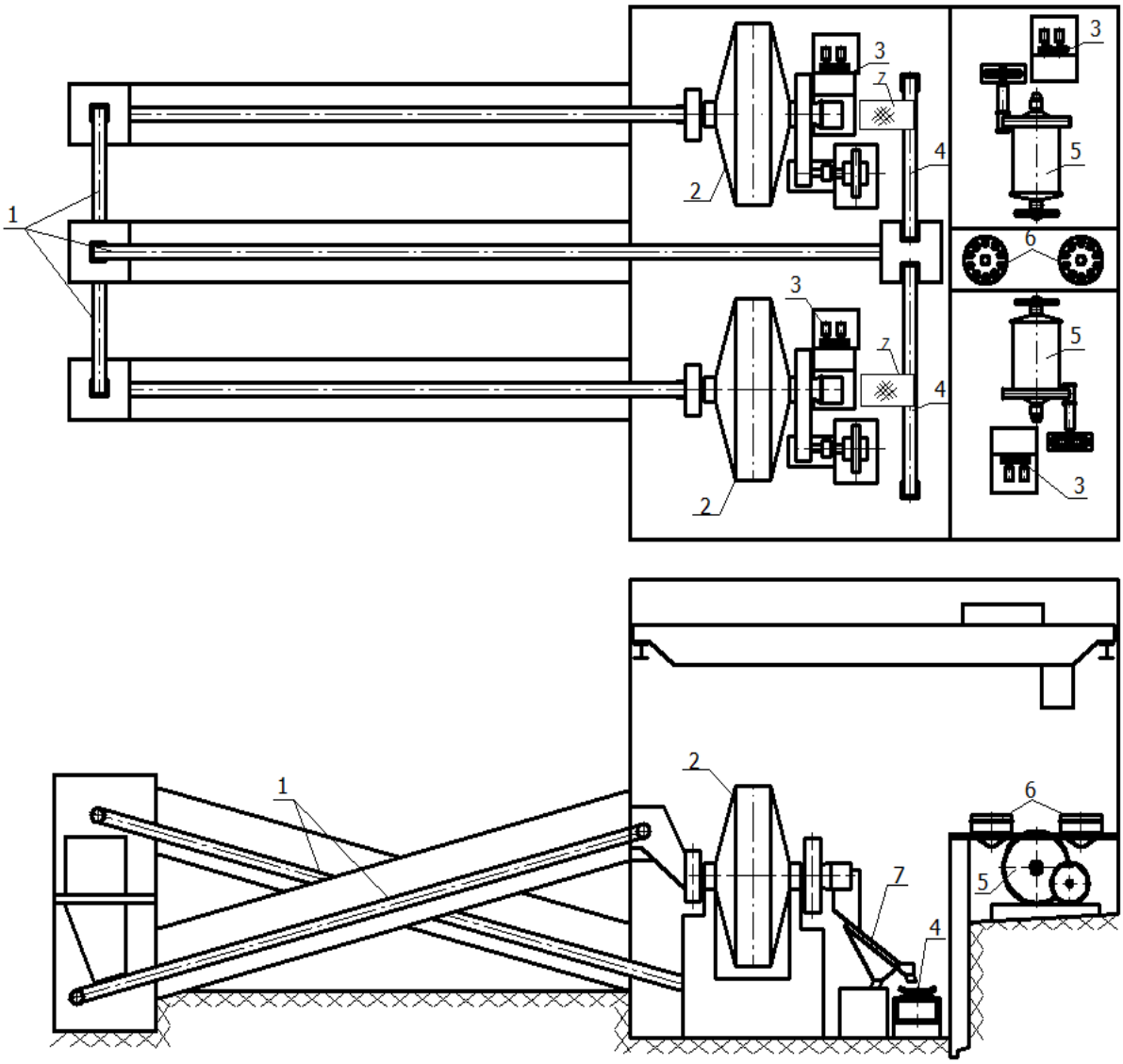


Рисунок 2.2 – Компоновочное решение цеха самоизмельчения при расположении мельниц самоизмельчения и шаровых мельниц в разных пролетах:
1, 4 – конвейеры ленточные; 2 – мельницы самоизмельчения; 3 – зумпфы с насосами; 5 –мельницы шаровые; 6 – гидроциклоны; 7 – грохоты самобалансные

Такая компоновка позволяет мельницам самоизмельчения работать с любой из шаровых мельниц.

Двухрядная компоновка мельниц самоизмельчения и шаровых мельниц в разных пролётах рекомендуется в случае крутонаклонных промплощадок при самотёчной подаче измельчённого продукта из мельниц самоизмельчения в шаровые мельницы.

Пример компоновочного решения цеха самоизмельчения с шаровым измельчением при самотечной подаче измельченного продукта из мельниц самоизмельчения в шаровые приведён на рисунке 2.3.

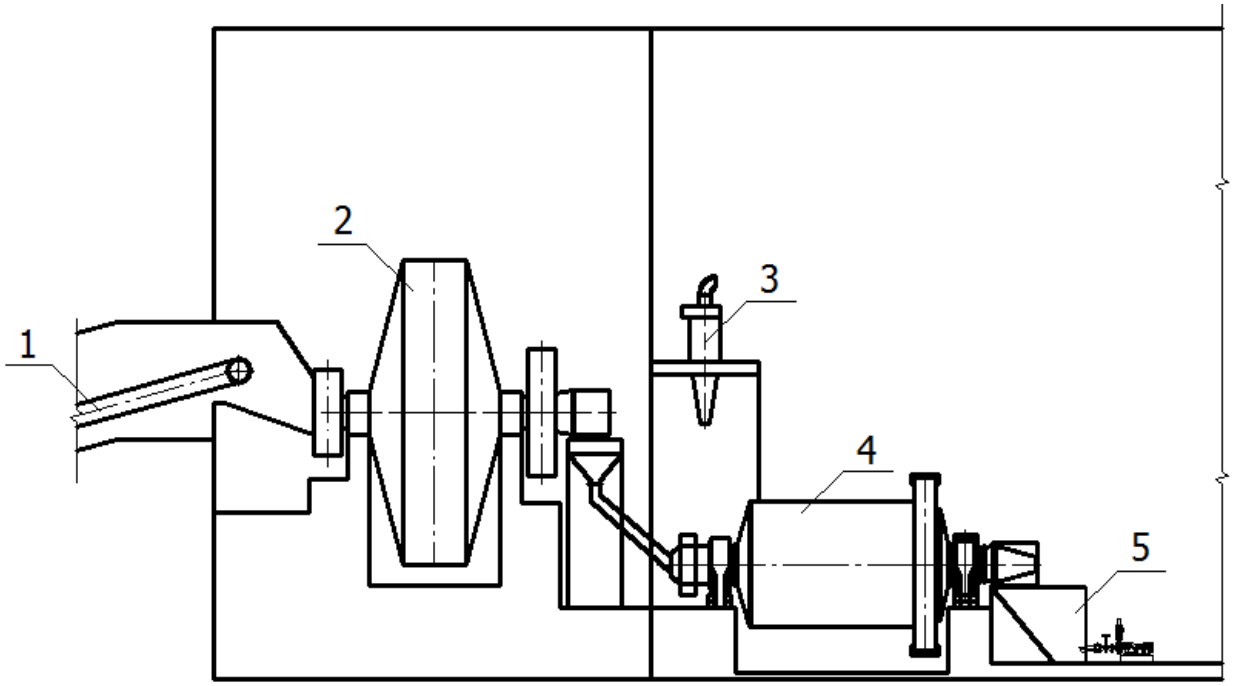


Рисунок 2.3 – Компоновочное решение цеха самоизмельчения с шаровым измельчением при самотечной подаче измельченного материала из мельницы самоизмельчения в шаровую мельницу:
1 – конвейер ленточный; 2 – мельница самоизмельчения; 3 – гидроциклоны; 4 –мельница шаровая; 5 – зумпф с насосами

В компоновочном решении, когда в схемах самоизмельчения предусматривается додрабливание фракций критической крупности, конусные дробилки располагаются непосредственно у разгрузки мельницы самоизмельчения, отдельно стоящие в следующем пролёте или в отдельном цехе додрабливания.

Для ремонта мельниц самоизмельчения применяется метод ремонта на месте. Грузоподъёмность крана даже при индивидуальном методе ремонта может достигать 100 т. Рекомендуемая грузоподъёмность мостового крана в отделении самоизмельчения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Рекомендуемая грузоподъёмность мостового крана в отделении самоизмельчения

Метод ремонта	Грузоподъёмность крана, т	
	мельница ММС 70×23А	мельница ММС 20×30А
Индивидуальный	50	100
Машиносменный	500	–

Таким образом, компоновочные решения отделений измельчения с мельницами само- и полусамоизмельчения характеризуются отсутствием бункерных пролётов и подачей руды в мельницы.

3. Компоновка оборудования в отделении измельчения в измельчающих валках высокого давления

Измельчающие валки высокого давления (ИВВД), в зарубежной практике называемые «роллер-прессами», находят всё более широкое применение в сфере обогащения минерального сырья для измельчения кимберлитов, железной руды, известняка, медных и золотосодержащих руд, для тонкого измельчения, например цемента.

Так, количество ИВВД к 2005 году достигло в алмазной промышленности 25, в железорудной – 20 штук. ИВВД могут быть использованы в схемах само- и полусамоизмельчения, дробления и шарового измельчения.

В схемах дробления и измельчения материалов в ИВВД для обеспечения равномерности питания предусматривается использование приёмного устройства в виде питающего бункера с питателем. В схемах само- и полусамоизмельчения ИВВД используются для измельчения трудных классов крупности.

Пример схемы цепей аппаратов рудоподготовки с додрабливанием и измельчением в ИВВД трудных классов крупности приведён на рисунке 3.1. Схема цепей аппаратов включает саморазгружающиеся вагоны 1, приёмный бункер 2, пластинчатый питатель 3, конусную дробилку 4, магистральный конвейер 5, мельницу самоизмельчения 6, конвейеры 7, 9, 11, конусную дробилку среднего дробления 8, измельчающие валки высокого давления 10, шаровую мельницу 12, зумпф 13 с насосами, гидроциклоны 14.

Исходное питание с помощью саморазгружающихся вагонов 1 загружается в приёмный бункер 2, из которого пластинчатым питателем 3 подаётся в конусную дробилку крупного дробления 4. Дроблёный продукт из конусной дробилки 4 с помощью магистрального

конвейера 5 подается в мельницу самоизмельчения 6. Трудные классы крупности (верхний продукт бутары мельницы полусамоизмельчения) конвейером 7 подаётся в конусную дробилку среднего дробления 8, дроблёный продукт которой конвейером 9 подаётся в измельчающие валки высокого давления 10. Измельчённый продукт мельницы самоизмельчения 6 самотёком направляется в шаровую мельницу 12, работающую через зумпфы 13 с гидроциклонами 14.

Использование ИВВД в такой схеме позволяет увеличить производительность цикла рудоподготовки на 30-50 % и снизить количество шаровых мельниц.

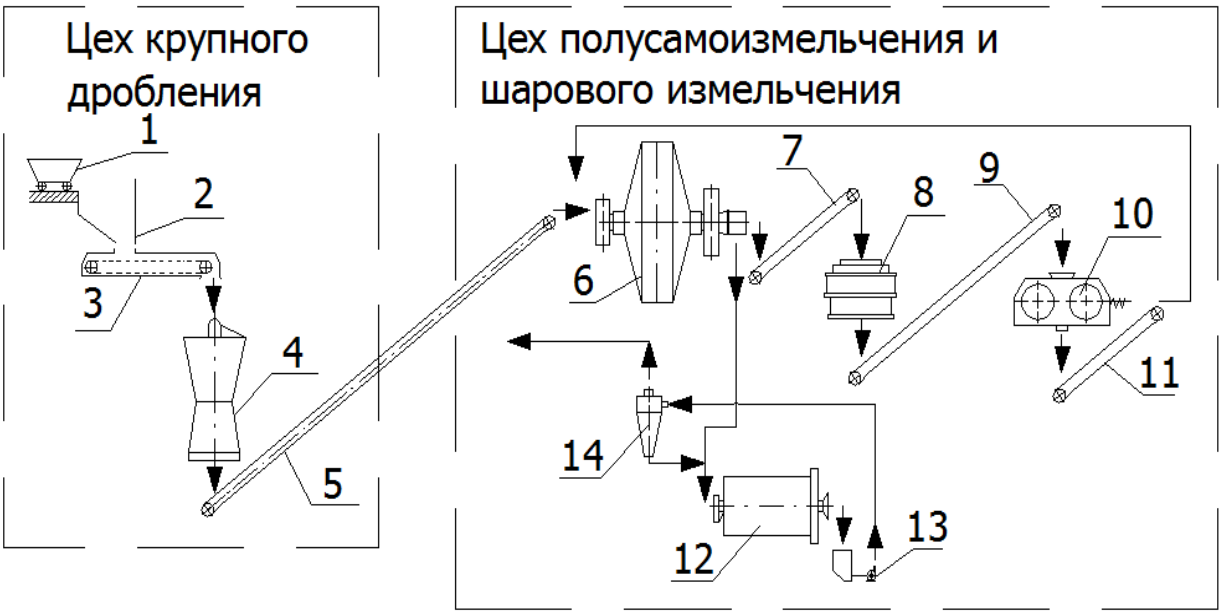


Рисунок 3.1 – Схема цепей аппаратов рудоподготовки с додрабливанием и измельчением в ИВВД трудных классов крупности мельниц самоизмельчения: 1 – саморазгружающийся вагон; 2 – приёмный бункер; 3 – пластинчатый питатель; 4 – конусная дробилка крупного дробления; 5 – магистральный конвейер; 6 – мельница самоизмельчения; 7, 9, 11 – конвейер; 8 – конусная дробилка среднего дробления; 10 – измельчающие валки высокого давления; 12 – шаровая мельница; 13 – зумпф с насосами; 14 – гидроциклоны

При наличии в схеме нескольких мельниц самоизмельчения между цехами дробления и самоизмельчения предусматривается использование склада крупнодроблёной руды, с подачей из которого руды на каждую мельницу самоизмельчения своим конвейером. При большом количестве мелких классов крупности в исходном питании перед конусной дробилкой крупного дробления при специальном обосновании могут быть применены грохоты, нижний продукт которых направляется непосредственно в мельницы самоизмельчения ли-

бо конвейерным транспортом, либо при большом уклоне местности самотёком.

В схемах дробления ИВВД находят применение в третьей или четвёртой стадии дробления. Использование ИВВД в третьей стадии дробления параллельно мельнице полусамоизмельчения позволяет увеличить производительности цикла по готовому классу и снизить количество используемых после дробления и полусамоизмельчения шаровых мельниц. Пример схемы цепей аппаратов рудоподготовки с использованием ИВВД параллельно мельнице полусамоизмельчения приведён на рисунке 3.2. Схема цепей аппаратов включает саморазгружающиеся вагоны 1, приёмный бункер 2, конусную дробилку крупного дробления 3, конусную дробилку среднего дробления 4, магистральный конвейер 5, склад среднедроблёной руды 6, магистральные конвейеры 7, 8, мельницу мокрого полусамоизмельчения 9, ИВВД 10, зумпфы 11, 15 с насосами, гидроциклоны 12, 16, конвейер 13, шаровую мельницу 14.

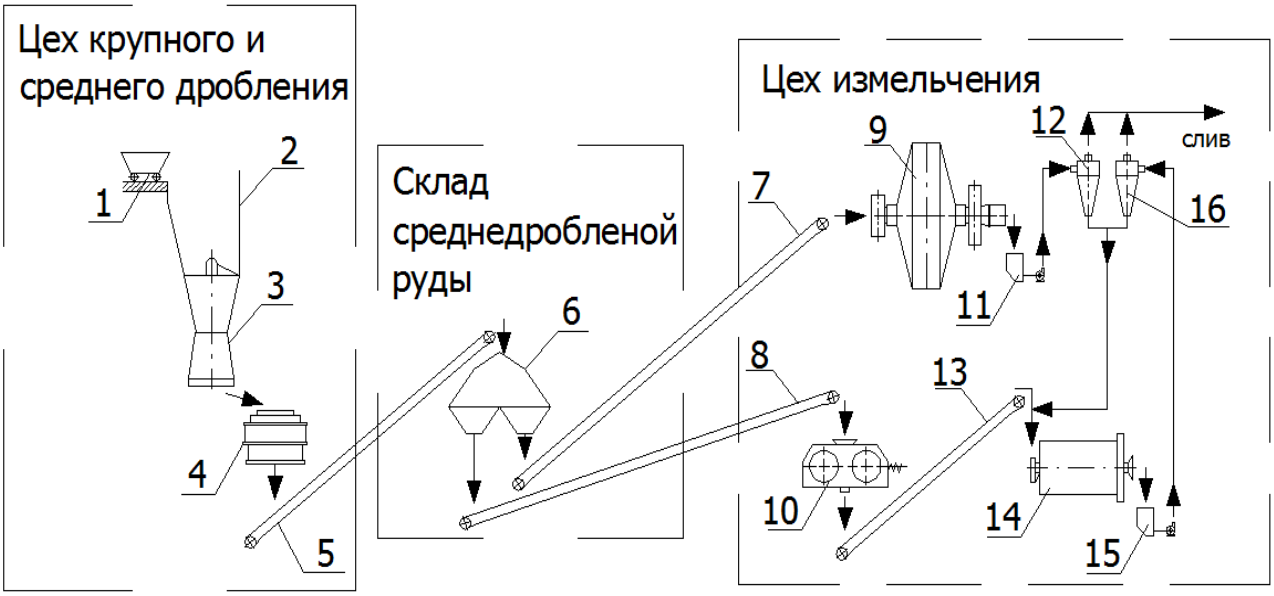


Рисунок 3.2 – Схема цепей аппаратов рудоподготовки с использованием ИВВД параллельно мельнице полусамоизмельчения: 1 – саморазгружающиеся вагоны; 2 – приёмный бункер; 3 – конусная дробилка крупного дробления; 4 – конусная дробилка среднего дробления; 5 – магистральный конвейер; 6 – склад среднедроблёной руды; 7, 8, 13 – конвейеры; 9 – мельница полусамоизмельчения; 10 – ИВВД; 11, 15 – зумпфы с насосами; 12, 16 – гидроциклоны; 14 – шаровая мельница

Исходное питание с помощью саморазгружающихся вагонов 1 загружается в приёмный бункер 2, из которого попадает в конусную дробилку крупного дробления 3. Дроблёный продукт дробилки 3 самотёком направляется в конусную дробилку среднего дробления 4.

Среднедроблёная руда из дробилки 4 с помощью магистрального конвейера 5 направляется в склад среднедроблёной руды 6. Из склада 6 руда параллельно конвейерами 7 и 8 подаётся соответственно в мельницу мокрого полусамоизмельчения 9 и в ИВВД 10. Из мельницы полусамоизмельчения 9 измельчённый продукт с помощью зумпфа 11 с насосами направляется в гидроциклоны 12, пески которых самотёком направляются в шаровую мельницу 14. Из ИВВД 10 доизмельчённый продукт с помощью конвейера 13 также направляется в шаровую мельницу 14, работающую через зумпф 15 с насосами в замкнутом цикле с гидроциклонами 16, пески которых самотёком направляются в шаровую мельницу 14. Сливы гидроциклонов 12 и 16 направляются в операции обогащения.

ИВВД при большом их количестве могут быть выделены в отдельный цех.

В схемах тонкого измельчения материалов ИВВД могут использоваться как в качестве самостоятельной стадии измельчения, так и в качестве предварительной стадии измельчения перед измельчением в шаровых мельницах. Пример схемы цепей аппаратов для тонкого измельчения материалов в ИВВД в одну стадию приведён на рисунке 3.3. Схема цепей аппаратов включает питающий бункер 1 с питателем 2, ИВВД 3, дезинтегратор 4, воздушный сепаратор 5, пылеуловитель 6, вентилятор 7.

Исходное питание из питающего бункера 1 с помощью питателя 2 подаётся в ИВВД 3, измельчённый продукт которого подаётся в дезинтегратор. Дезинтегрированный продукт из дезинтегратора 4 за счёт разряжения, создаваемого вентилятором 7, транспортируется в воздушный сепаратор 5. Тонкие классы крупности сепаратора 5 воздушными потоками направляются в пылеуловитель 6, из которого выделяются пылевой продукт и очищенный воздух. Песковая фракция воздушного сепаратора возвращается в ИВВД. Такая схема может быть использована при измельчении мягких пород, отличается пониженным расходом электроэнергии.

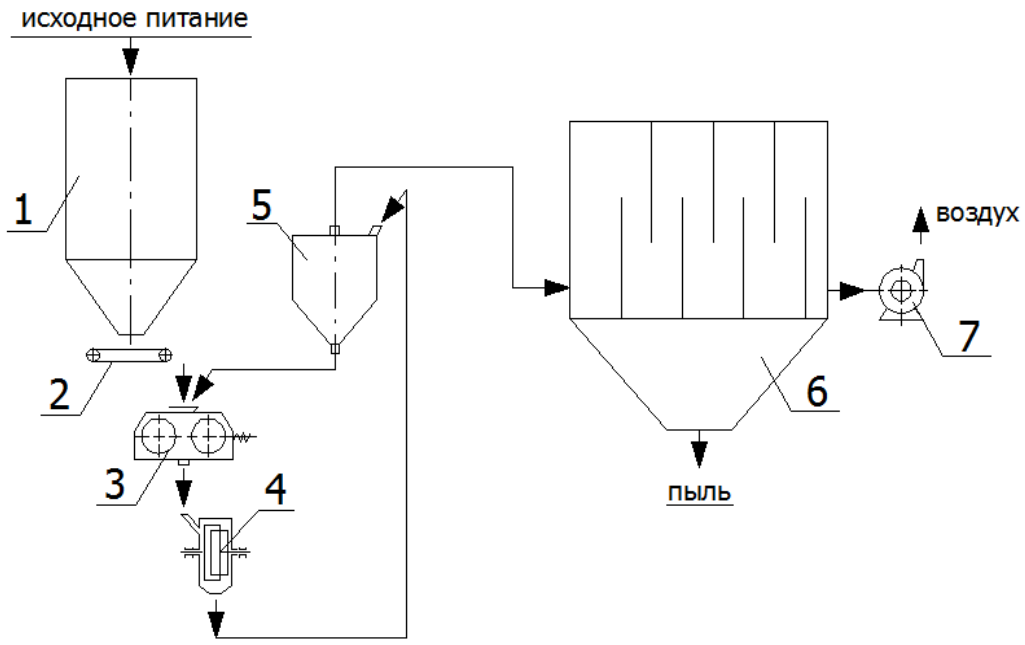


Рисунок 3.3 – Схема цепей аппаратов для тонкого измельчения материалов в ИВВД в одну стадию: 1 – питающий бункер; 2 – питатель; 3 – ИВВД; 4 – дезинтегратор; 5 – воздушный сепаратор; 6 – пылеуловитель; 7 – вентилятор

Пример схемы цепей аппаратов для тонкого измельчения материалов с предварительным измельчением в ИВВД приведён на рисунке 3.4. Схема цепей аппаратов включает питающий бункер с питателем 2, ИВВД 3, дезинтегратор 4, воздушный сепаратор 5, пылеуловитель 6, вентилятор 7, шаровую мельницу 8. Исходное питание из питающего бункера 1 питателями подаётся в ИВВД 3, измельчённый продукт которого направляется в дезинтегратор 4. Дезинтегрированный продукт из дезинтегратора 4 направляется в воздушный сепаратор 5.

Песковая фракция сепаратора 5 направляется в шаровую мельницу 8, измельчённый продукт которой возвращается в воздушный сепаратор 5. Тонкие классы крупности сепаратора 5 воздушными потоками направляются в пылеуловитель 6, из которого выделяются пылевой продукт и очищенный воздух.

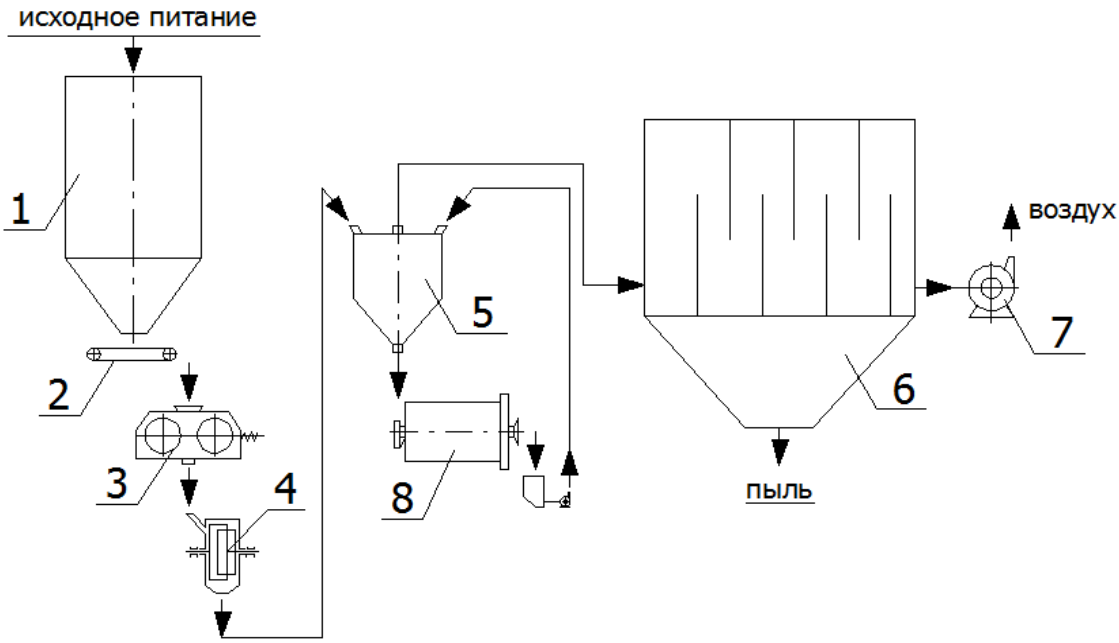


Рисунок 3.4 – Схема цепей аппаратов для тонкого измельчения материалов
с предварительным измельчением в ИВВД:
1 – питающий бункер; 2 – питатель; 3 – ИВВД; 4 – дезинтегратор;
5 – воздушный сепаратор; 6 – пылеуловитель; 7 – вентилятор; 8 – шаровая мельница

Пример схемы цепей аппаратов для тонкого двухстадиального измельчения с использованием ИВВД параллельно шаровой мельнице приведён на рисунке 3.5. Схема цепей аппаратов включает питающий бункер 1 с питателем 2, ИВВД 3, воздушный сепаратор 4, пылеуловитель 5, вентилятор 6, шаровую мельницу 7. Исходное питание из питающего бункера 1 питателем 2 подаётся в ИВВД 3, измельчённый продукт которого направляется в шаровую мельницу 7. Измельчённый продукт мельницы 7 направляется в воздушный сепаратор 4. Тонкие фракции воздушного сепаратора 4 воздушными потоками направляются в пылеуловитель 5, из которого выделяются пылевой продукт и очищенный воздух. Песковая фракция воздушного сепаратора 4 направляется параллельно в ИВВД 3 и в шаровую мельницу 7. Достоинством данной схемы является исключение дезинтегратора, поскольку агломераты, образующиеся в ИВВД, диспергируются в шаровой мельнице.

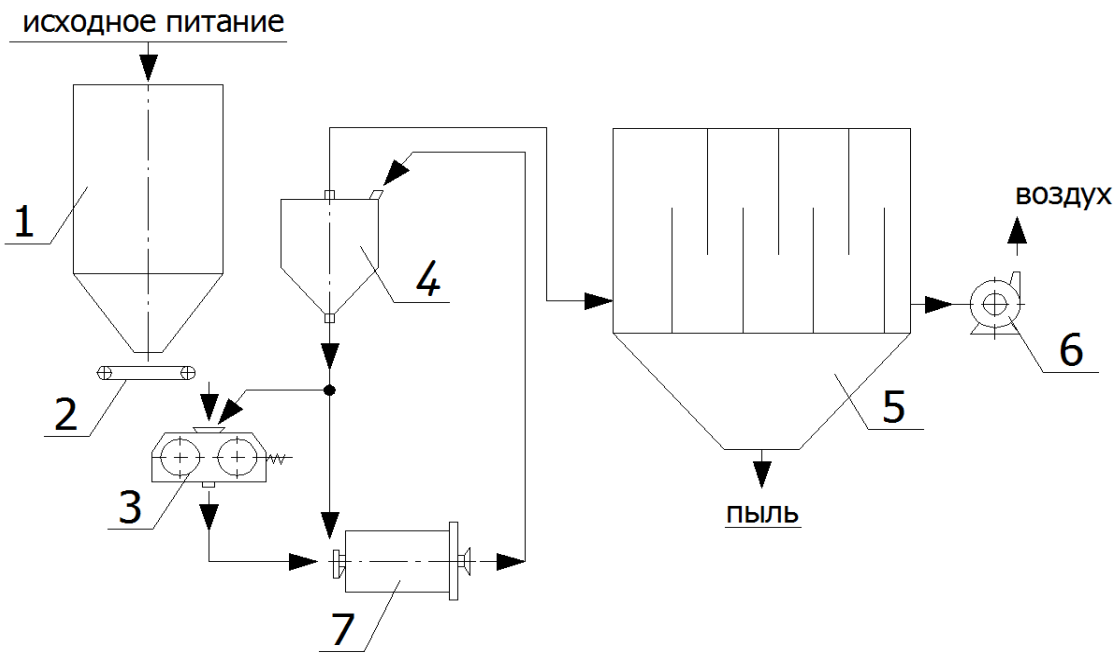


Рисунок 3.5 – Схема цепей аппаратов для тонкого двухстадиального измельчения материалов с использованием ИВВД параллельно шаровой мельнице:
1 – питающий бункер; 2 – питатель; 3 – ИВВД: 4 – воздушный циклон;
5 – пылеуловитель; 6 – вентилятор; 7 – шаровая мельница

Однолинейная схема компоновки ИВВД предусматривает расположение ИВВД по одну сторону питающих бункеров с последовательным чередованием измельчающих валков и двигателей (рисунок 3.6). Схема с чередованием модулей предусматривает размещение машин поочерёдно по обеим сторонам питательных бункеров (рисунок 3.7).

Предпочтительной является компоновка ИВВД с чередованием модулей, которая отличается простотой обслуживания, более простой конвейерной системой.

Компоновочные решения по размещению в цехе ИВВД зависят от количества аппаратов. При компоновке одного аппарата ИВВД обычно измельчающие валки размещают в одном помещении, а двигатели – в смежном помещении.

При большом количестве ИВВД предусматриваются однолинейная схема компоновки и схема с чередованием модулей.

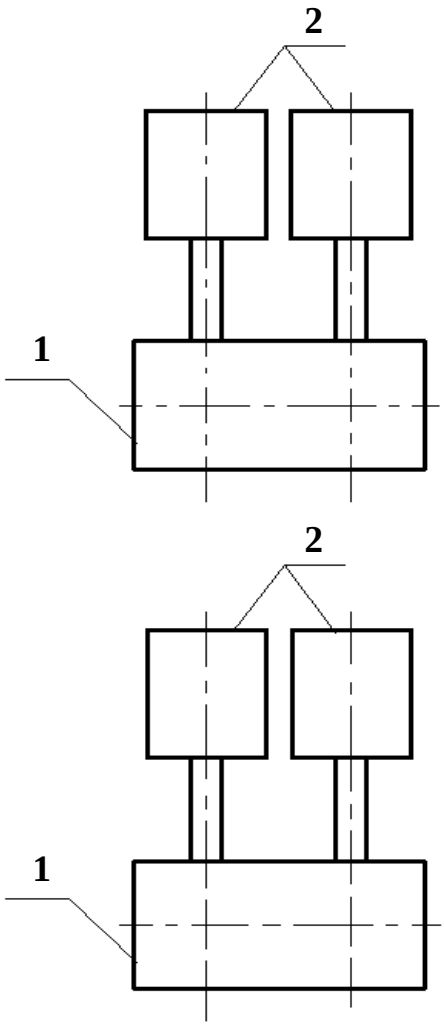


Рисунок 3.6 – Однолинейная схема компоновки ИВВД:
1 – измельчающие валки; 2 – двигатели

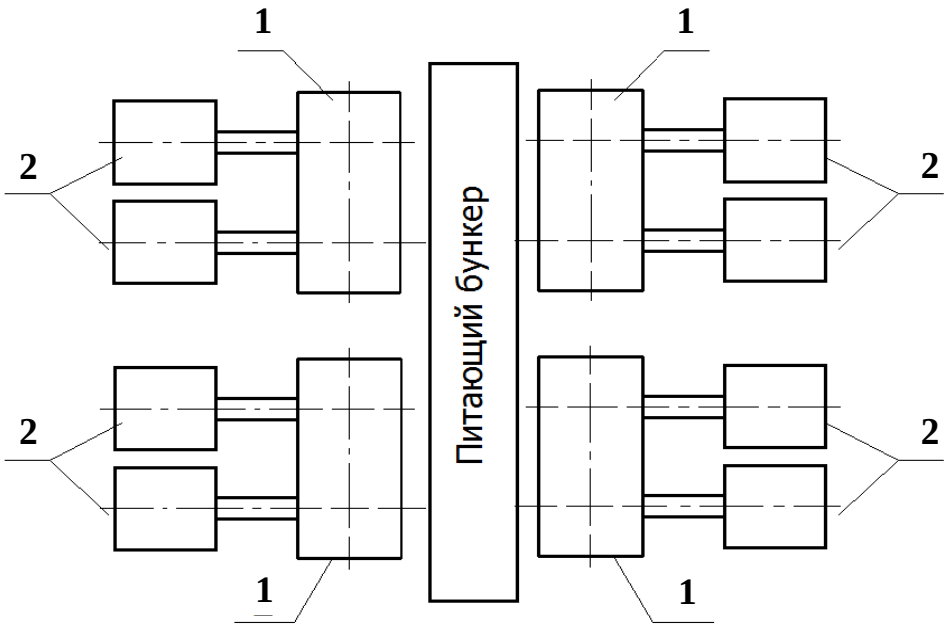


Рисунок 3.7 – Схема компоновки ИВВД с чередованием модулей:
1 – измельчающие валки; 2 – двигатели

4. Пример компоновочного решения цехов измельчения обогатительной фабрики

Пример 1. Компоновочное решение цеха измельчения с размещением стержневой и шаровой мельниц в одном пролете на разных уровнях.

Компоновочное решение цеха измельчения приведено на рисунке 4.1. Оно включает магистральный конвейер 1, шаровую мельницу 2, гидроциклоны 3, стержневую мельницу 4, зумпф с насосами 5 и мостовой кран 6. Мелкодробленая руда подаётся в шаровую мельницу 2 магистральным конвейером 1. Руда из шаровой мельницы 2 попадает в стержневую мельницу 4 самотеком, измельченная руда поступает в зумпф 5 и с помощью насосов подается в гидроциклоны 3, пески которых самотеком подаются на доизмельчение в стержневую мельницу 4, а слив – на обогащение.

Достоинствами предлагаемого компоновочного решения является компактное размещение оборудования в цехе измельчения, возможность обслуживания оборудования одним краном, возможность реализации данного решения при любом количестве мельниц.

Пример 2. Компоновочное решение цеха измельчения с размещением работающих в открытом цикле стержневых и шаровых мельниц в разных пролетах.

Компоновочное решение цеха измельчения приведено на рисунке 4.2. Оно включает конвейер со сбрасывающей тележкой 1, распределительный бункер 2, ленточные питатели 3, ленточные конвейеры 4, 10, 11, стержневые мельницы 5, шаровые мельницы 6, зумпфы с насосами 7, мостовые краны 8, 9 и кран-балку 12. Мелкодробленая руда подаётся в распределительный бункер 2 при помощи ленточных конвейеров 10, 11 и конвейера со сбрасывающей тележкой 1. Руда из распределительного бункера 2 направляется в стержневые мельницы 5 при помощи ленточных питателей 3 и ленточных конвейеров 4. Измельчённая руда из стержневой мельницы 5 самотёком поступает на измельчение в шаровую мельницу 6, из которой при помощи зумпфа с насосами подается на обогащение.

Данное компоновочное решение может быть эффективно использовано при наличии уклона местности, когда мельницы первой и второй стадий измельчения можно располагать каскадно. При работе шаровых мельниц в замкнутом цикле предусматривается установка гидроциклонов.

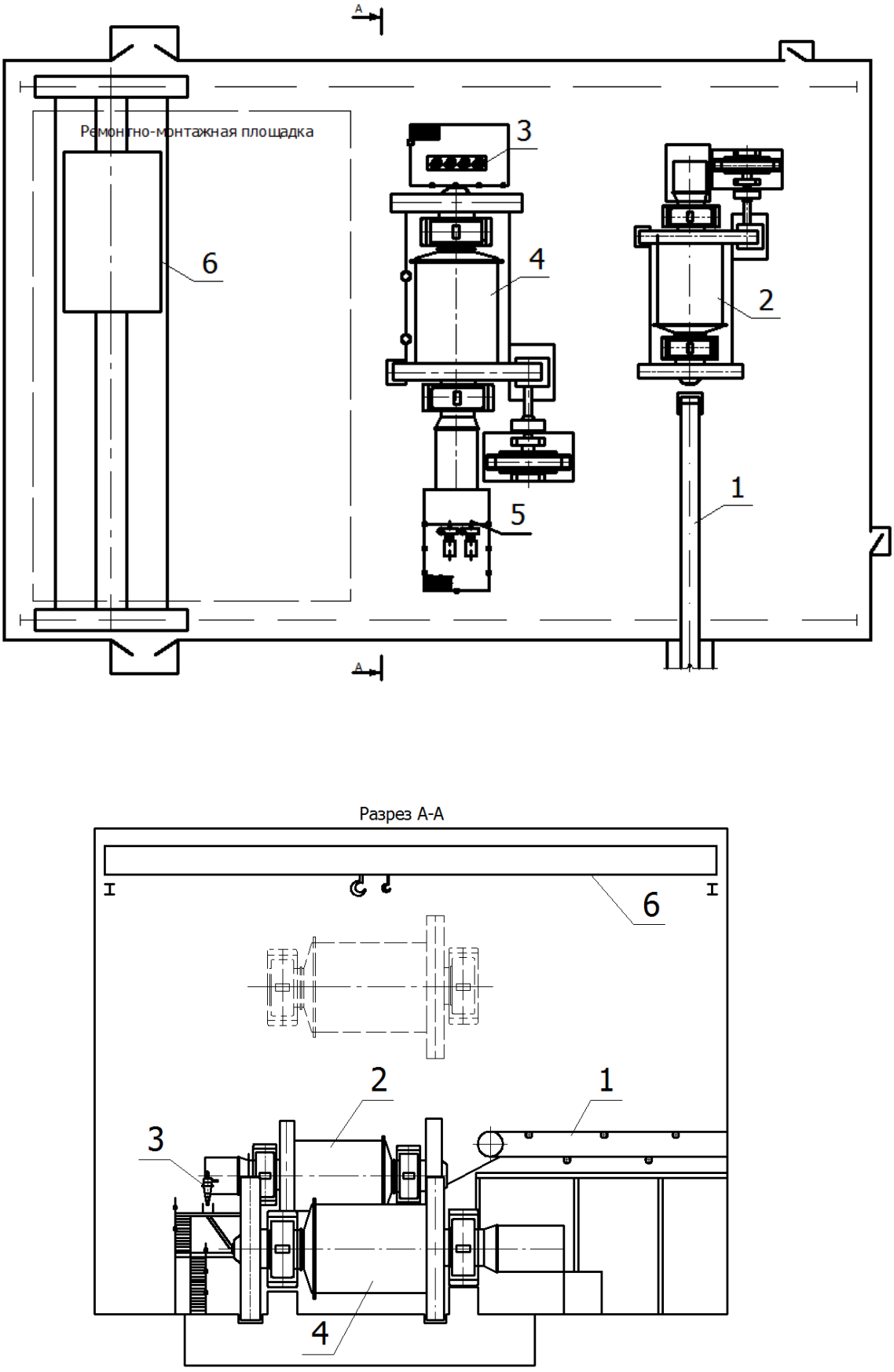


Рисунок 4.1 – Компоновочное решение цеха измельчения с размещением стержневой и шаровой мельницы в одном пролете на разных уровнях:
1 – магистральный конвейер; 2 – стержневая мельница; 3 – гидроциклон;
4 – шаровая мельница; 5 – зумпф с насосами; 6 – мостовой кран

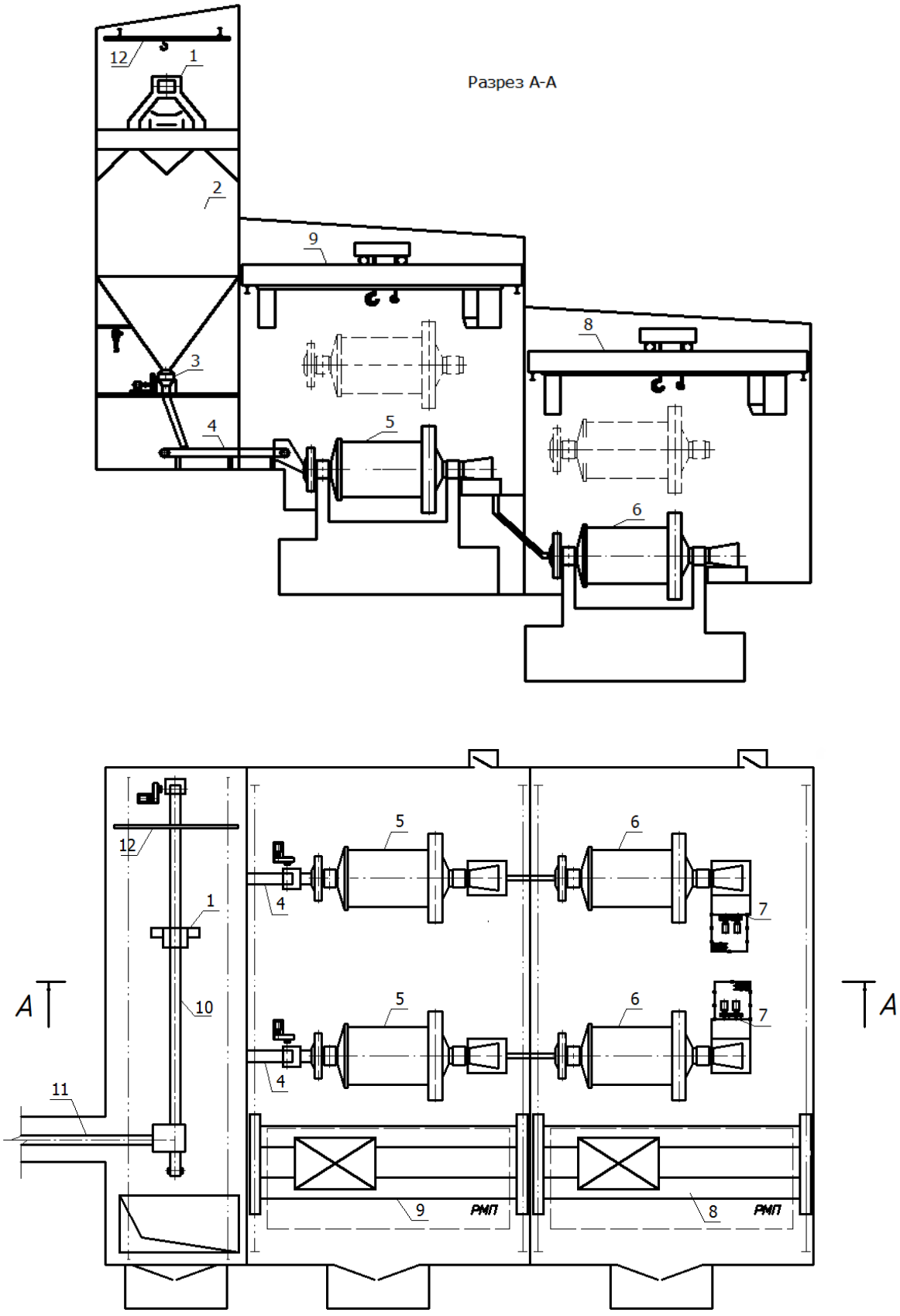


Рисунок 4.2 – Компоновочное решение цеха измельчения с размещением стержневой и шаровой мельниц в разных пролетах:
1 – конвейер со сбрасывающей тележкой; 2 – распределительный бункер;
3 – ленточный питатель; 4, 10, 11 – ленточный конвейер; 5 – стержневые мельницы;
6 – шаровые мельницы; 7 – зумпфы с насосами; 8, 9 – мостовой кран; 12 – кран-балка

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебно-методическом пособии рассмотрены вопросы компоновки оборудования в цехах измельчения обогатительных фабрик.

На основе рассмотрения общих принципов компоновки оборудования на обогатительных фабриках рассмотрены особенности размещения оборудования в бункерных пролетах и пролетах измельчения.

Рассмотрены варианты компоновочных решений отделений измельчения стержневых и шаровых мельницах, отделения измельчения в мельницах само- и полусамоизмельчения, в отделениях измельчения в измельчающих валках высокого давления.

Все варианты компоновочных решений сопровождаются примерами с рассмотрением их достоинств и недостатков, областей применения.

Для вариантов компоновки оборудования в отделения двухстадиального измельчения в стержневых и шаровых мельницах приведены примеры компоновочных решений с размещением стержневых и шаровых мельниц в одном и разных пролетах измельчения.

Достоинством учебно-методического пособия является широкое рассмотрение вариантов компоновочных решений.

Материалы, изложенные в учебно-методическом пособии, позволяют студентам получить необходимые знания в области компоновки оборудования в цехах измельчения на современном уровне, освоить необходимые компетенции, справиться с задачами компоновки оборудования при выполнении практических работ, курсовых и дипломных проектов и работ.

Учебно-методическое пособие может быть использовано работниками проектных организаций и промышленных предприятий в их производственной деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Адамов Э. В. Основы проектирования обогатительных фабрик: учебник для вузов. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 647 с.

Иванов Э. Э. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2004. – 157 с.

Морозов Ю. П., Водовозов К. А., Киселёв М. Ю. Проектирование обогатительных фабрик: методические указания и задания для практических занятий по дисциплине «Проектирование обогатительных фабрик» для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых» (ОПИ) направления 130400.65 – «Горное дело» всех форм обучения / Ю. П. Морозов, К. А. Водовозов, М. Ю. Киселёв; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 68 с.

Морозов Ю. П., Киселёв М. Ю. Проектирование обогатительных фабрик. Компоновка оборудования в цехах дробления обогатительных фабрик: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. – 56 с.

Морозов Ю. П. Проектирование обогатительных фабрик. Часть 1. Состав проекта и порядок проектирования: учебник для вузов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. – 304 с.

Морозов Ю. П. Проектирование обогатительных фабрик. Часть 2. Выбор и расчет технологического оборудования: учебник для вузов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 266 с.

Разумов К. А., Перов В. А. Проектирование обогатительных фабрик: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1982. – 518 с.

Справочник по проектированию рудных обогатительных фабрик: в 2 кн. / под ред. О. Н. Тихонова, Г. Т. Сазонова, В. В. Рыбакова, В. Ф. Баранова. – Кн. 1. – М.: Недра, 1988. – 374 с.

Справочник по проектированию рудных обогатительных фабрик: в 2 кн. / под ред. О. Н. Тихонова Г. Т. Сазонова, В. В. Рыбакова, В. Ф. Баранова. – Кн. 2. – М.: Недра, 1988. – 341 с.

Федотов К. В., Никольская Н. И. Проектирование обогатительных фабрик: учебник для вузов. – М.: Издательство «Горная книга», 2012. – 536 с.

Учебное издание

Юрий Петрович Морозов

Павел Михайлович Пеньков

Екатерина Александровна Бекчурина

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

КОМПОНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ В ЦЕХАХ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

Учебно-методическое пособие
для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых»
направления 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения

Редактор Л. В. Устьянцева

Подписано в печать 05.04.2017 г.
Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 $^{1}/_{16}$.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 1,875. Уч.-изд. л. 2,2. Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Уральский государственный горный университет
Лаборатория множительной техники

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу

_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.07 МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Пелевин А. Е., проф., д.т.н.

Одобрена на заседании кафедры

Обогащения полезных ископаемых
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Козин В. З.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

горно-механического
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

Министерство образования и науки
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Уральский государственный горный университет

А. Е. Пелевин

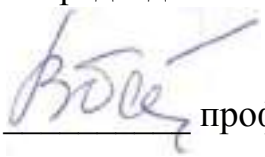
МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых» направления 130400.65 – «Горное дело» всех форм обучения

Екатеринбург
2015

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического факультета
« 3 » сентября 2015 г.
Председатель комиссии



проф. В. П. Барановский

А. Е. Пелевин

МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсового проекта
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
направления 130400.65 – «Горное дело»
всех форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2015

П 23

Р е ц е н з е н т : *С. Г. Комлев*, доцент кафедры ОПИ УГГУ

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых» 18 марта 2015 г. (протокол № 6) и рекомендовано для издания в УГГУ.

П 23 **Пелевин А. Е.**

Магнитные и электрические процессы: учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта / А. Е. Пелевин; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. – 28 с.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с учебной программой курса «Магнитные и электрические процессы»» и требованиями к расчету схем и выбору оборудования при магнитном обогащении.

Для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых» направления 130400.65 – «Горное дело» всех форм обучения

© Пелевин А. Е., 2015
© Уральский государственный горный университет, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
1. РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО БАЛАНСА ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ МАГНЕТИТОВОЙ РУДЫ 5
1.1. Определение средней массовой доли железа в исходном продукте . . . 5
1.2. Расчет технологического баланса работы фабрики 6
2. РАСЧЕТ ПРОЦЕССА СУХОЙ МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ 7
2.1. Определение технологических показателей сухой магнитной сепарации 7
2.2. Выбор типа магнитного сепаратора 9
3. РАСЧЕТ КАЧЕСТВЕННО-КОЛИЧЕСТВЕННОЙ СХЕМЫ ОБОГАЩЕНИЯ 10
3.1. Расчет стадий измельчения 11
3.2. Расчет операций мокрой магнитной сепарации 13
4. РАСЧЕТ ВОДНО-ШЛАМОВОЙ СХЕМЫ 16
5. РАСЧЕТ И ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ 19
5.1. Расчет и выбор оборудования для измельчения 19
5.2. Расчет и выбор оборудования для классификации 20
5.3. Расчет магнитных сепараторов для сухого обогащения 20
5.4. Расчет и выбор магнитных сепараторов для мокрого обогащения . . 21
6. СОСТАВЛЕНИЕ СХЕМЫ ЦЕПИ АППАРАТОВ. 22
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 24
ПРИЛОЖЕНИЕ А 25
ПРИЛОЖЕНИЕ Б 26

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов дневного и заочного обучения направления 130400.65 «Горное дело» специализации «Обогащение полезных ископаемых».

Целью выполнения курсовой работы является закрепление знаний, полученных при изучении дисциплины С3.Б.С1.3 «Магнитные и электрические процессы», и приобретение навыков расчета схем обогащения и выбора технологического оборудования. Курсовая работа направлена на подготовку студента к решению практических задач.

Темой работы является расчет схемы и выбор оборудования для отделений сухой магнитной сепарации и измельчения и мокрой магнитной сепарации железообогатительной фабрики.

В задании, выдаваемом студенту, содержится фракционный состав исходной руды, исходная производительность, технологические показатели, необходимые для расчета качественно-количественной и водно-шламовой схем. Задание на курсовую работу приведено в приложении А.

Курсовая работа представляется на кафедру в виде пояснительной записки, оформленной на листах формата А4. Содержание пояснительной записки:

1) титульный лист, подписанный студентом;
2) задание;
3) содержание;
4) текст;
5) список литературы.

Текст пояснительной записки с расчетной частью должен включать п. 1-6 настоящих методических указаний. Схему цепи аппаратов можно предоставить на отдельном листе формата А3.

Расчеты ведутся в следующем порядке:

1) приводится формула определяемого показателя с его размерностью;
2) в формулу подставляются численные значения её составляющих;
3) дается пример расчета для однотипных вариантов или сам расчет с окончательным ответом с обязательным указанием размерностей;
4) приводится сводная расчетная таблица и, при необходимости, технико-экономическое сравнение вариантов.

Расчеты выполняются с точностью до второго знака после запятой.

1. РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО БАЛАНСА ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ МАГНЕТИТОВОЙ РУДЫ

1.1. Определение средней массовой доли железа в исходном продукте

Массовая доля железа в исходном продукте определяется по известному фракционному составу или γ- и β-функциям (табл. Б. 1 приложения Б).

γ(χ)-функция – это зависимость выхода фракции от величины удельной магнитной восприимчивости этой фракции. β(χ)-функция – зависимость массовой доли полезного компонента во фракции от величины удельной магнитной восприимчивости этой фракции.

Варианты численных значении γ- и β-функций приведены в табл. Б. 1 (столбцы 5-9 и 10-14 соответственно). В курсовой работе необходимо представить эти функции графически: γ(χ)-функцию – в виде гистограммы, β(χ)-функцию – в виде непрерывной плавной зависимости. На рис. 1.1 приведен пример изображения данных функций.

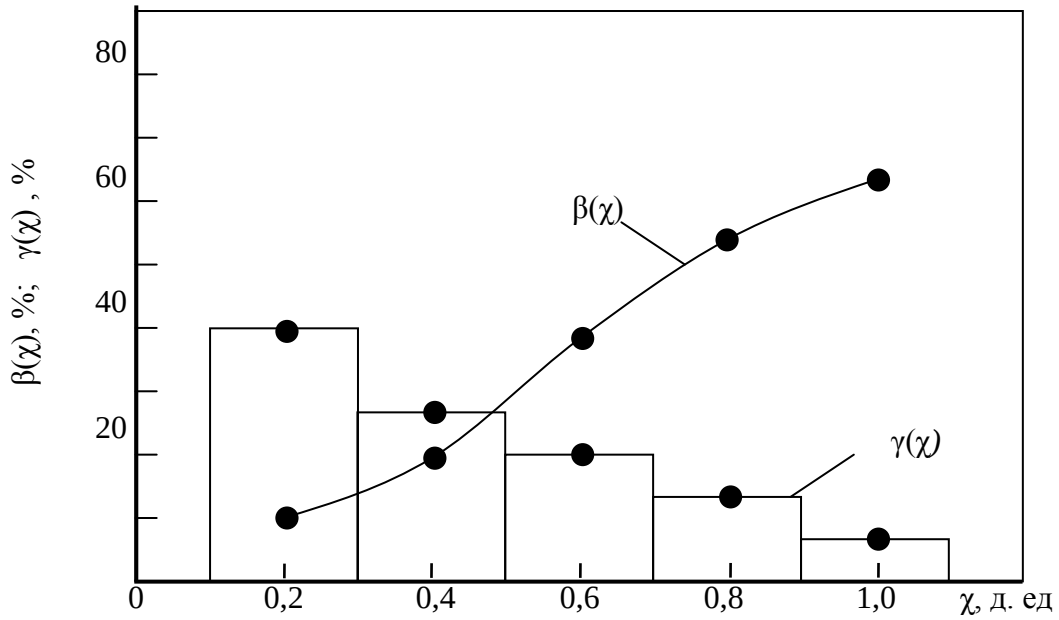


Рис. 1.1. Графическое изображение γ(χ)- и β(χ)-функций

Массовая доля в исходном продукте, %

$$\alpha = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{n} \gamma(\chi_i) \cdot \beta(\chi_i), \qquad (1.1)$$

где α – массовая доля железа в исходной руде, %; *i*, *n* – номер и количество фракций при фракционировании руды по удельной магнитной восприимчивости.

Пример расчета α:

$$\alpha = (33\cdot4 + 25\cdot20 + 17\cdot37 + 16\cdot54 + 9\cdot71)/100 = 27{,}64\ \%.$$

1.2. Расчет технологического баланса работы фабрики

Исходными данными для расчета являются массовая доля железа в концентрате и его извлечение в концентрат (ст. 3, 4 табл. Б.I приложения Б). Имеющиеся данные заносят в табл. 1.1, они обведены кружками.

Таблица 1.1

Технологический баланс

Наименование продукта	Выход, %	Массовая доля железа, %	Извлечение, %
Концентрат	$\gamma_к$	$\beta_к$	$\varepsilon_к$
Хвосты	$\gamma_х$	$\upsilon_х$	$\varepsilon_х$
Исходный	100	α	100

Извлечение железа в концентрат ($\varepsilon_к$), %:

$$\varepsilon_к = \gamma_к\cdot\beta_к / \alpha, \qquad (1.2)$$

где $\gamma_к$ – выход концентрата, %; $\beta_к$ – массовая доля железа в концентрате, %.

Из формулы (1.2) находим выход концентрата, %:

$$\gamma_к = \varepsilon_к\cdot \alpha / \beta_к. \qquad (1.3)$$

Выход хвостов ($\gamma_х$) и извлечение железа в хвосты ($\varepsilon_х$) определим по уравнениям баланса, %:

$$\gamma_х = 100 - \gamma_к; \qquad \varepsilon_х = 100 - \varepsilon_к. \qquad (1.4)$$

Используя формулу извлечения железа в хвосты, рассчитываем массовую долю железа в хвостах $\upsilon_х$, %:

$$\upsilon = \varepsilon_х\cdot\alpha / \gamma_х. \qquad (1.5)$$

После получения технологических показателей необходимо выполнить проверку по уравнению баланса

$$100\cdot \alpha = \gamma_к\cdot \beta + \gamma_х\cdot \upsilon. \qquad (1.6)$$

Численные значения правой и левой частей уравнения должны быть равны.

2. РАСЧЕТ ПРОЦЕССА СУХОЙ МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ

2.1. Определение технологических показателей сухой магнитной сепарации

Перед операциями измельчения и мокрой магнитной сепарации в ряде случаев применяют сухую магнитную сепарацию дробленой руды с целью вывода из процесса части отвального продукта в крупнокусковом виде или получения крупнокускового концентрата. В курсовой работе по принятой схеме обогащения немагнитный продукт является хвостами, а магнитный продукт пойдёт на дальнейшее обогащение. При такой схеме магнитный продукт называют промпродуктом СМС.

Исходными данными для расчета являются $\gamma(\chi)$ и $\beta(\chi)$-функции исходного продукта и сепарационные характеристики сравниваемых магнитных сепараторов. Сепарационной характеристикой аппарата называется зависимость извлечения в продукт обогащения узкой фракции от величины χ_i этой фракции [1].

В табл. 2.1 приведены возможные сепарационные характеристики сухих магнитных сепараторов.

Таблица 2.1

Индукция магнитного поля и сепарационные характеристики по магнитному продукту (промпродукту)

Тип сепаратора	Индукция магнитного поля, Тл	Сепарационная характеристика, д. ед.				
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
ПБС-90/150	0,14	0,33	0,78	0,94	0,98	1,00
2ПБС-90/250	0,15	0,35	0,80	0,95	0,99	1,00
2ПБС-90/250А	0,24	0,45	0,90	0,97	1,00	1,00

В расчётной работе сепарационные характеристики для каждого аппарата необходимо представить графически и по ним определить границу разделения χ_p и величину $\mathrm{tg}\alpha$ (рис. 2.1).

Разделительное число сепарационной характеристики по хвостам, д. ед.

$$\varepsilon_x(\chi_i) = 1 - \varepsilon_{п/п}(\chi_i). \qquad (2.1)$$

Границей разделения называется величина удельной магнитной восприимчивости такой фракции, извлечение которой в концентрат и хвосты равновероятно $\varepsilon_x(\chi) = \varepsilon_{п/п}(\chi) = 0{,}5$. Граница разделения определяется графически (см. рис. 2.1).

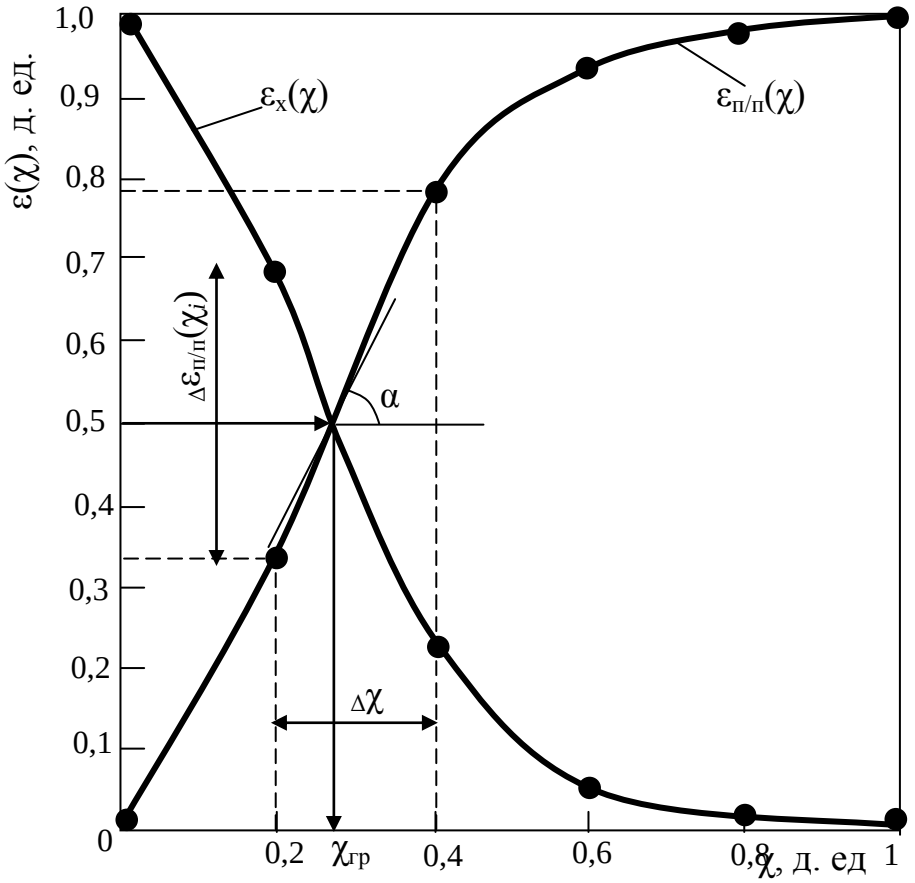


Рис. 2.1. Пример сепарационной характеристики сепаратора ПБМ-90/150: $\varepsilon_{п/п}(\chi)$ и $\varepsilon_{х}(\chi)$ – сепарационная характеристика по промпродукту и хвостам; α – угол наклона касательной, проходящей через рабочую точку

Крутизна сепарационной характеристики в рабочей точке, соответствующей границе разделения:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{d\varepsilon_{п/п}(\chi)}{d\chi} \approx \frac{\Delta\varepsilon_{п/п}(\chi)}{\Delta\chi}. \qquad (2.2)$$

Для определения величины $\Delta\varepsilon_{п/п}(\chi)$ необходимо из табл. 2.1 взять два разделительных числа, наиболее приближенных к $\varepsilon_{п/п}(\chi) = 0{,}50$ с той и другой стороны, и найти их разницу. Величина $\Delta\chi$ определится как разница удельных магнитных восприимчивостей, соответствующих разделительным числам при нахождении величины $\Delta\varepsilon_{к}(\chi)$. Например, для сепаратора ПБС-90/150 $\Delta\varepsilon_{п/п}$ = 0,78 – –0,33 = 0,45, $\Delta\chi$ = 0,4 – 0,2= 0,2.

Технологические показатели для каждого магнитного сепаратора определяются по формулам, %:

$$\gamma_{п/п} = \sum_{i=1}^{n} \gamma(\chi_i) : \varepsilon_{к}(\chi_i); \qquad (2.3)$$

$$\gamma_{\text{х}} = \sum_{i=1}^{n} \gamma(\chi_i) \cdot \varepsilon_{\text{х}}(\chi_i); \quad (2.4)$$

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^{n} \varepsilon_{\text{к}}(\chi_i) \cdot \gamma(\chi_i) \cdot \beta(\chi_i)}{\sum_{i=1}^{n} \varepsilon_{\text{к}}(\chi_i) \cdot \gamma(\chi_i)}; \quad (2.5)$$

$$\upsilon = \frac{\sum_{i=1}^{n} \varepsilon_{\text{х}}(\chi_i) \cdot \gamma(\chi_i) \cdot \beta(\chi_i)}{\sum_{i=1}^{n} \varepsilon_{\text{х}}(\chi_i) \cdot \gamma(\chi_i)}. \quad (2.6)$$

Извлечение в промпродукт определяется по формуле (1.2), в хвосты – по формуле (1.4).

Пример расчета показателей для сепаратора 2ПБС-90/250А:

$$\beta = \frac{0{,}45 \cdot 22 \cdot 7 + 0{,}9 \cdot 21 \cdot 19 + 0{,}97 \cdot 20 \cdot 39 + 1{,}0 \cdot 19 \cdot 53 + 1{,}0 \cdot 18 \cdot 69}{0{,}45 \cdot 22 + 0{,}9 \cdot 21 + 0{,}97 \cdot 20 + 1{,}0 \cdot 19 + 1{,}0 \cdot 18} = 40{,}31\ \%;$$

$$\gamma_{\text{п/п}} = 0{,}45 \cdot 22 + 0{,}9 \cdot 21 + 0{,}97 \cdot 20 + 1{,}0 \cdot 19 + 1{,}0 \cdot 18 = 85{,}20\ \%;$$

$$\upsilon = \frac{0{,}55 \cdot 22 \cdot 7 + 0{,}1 \cdot 21 \cdot 19 + 0{,}03 \cdot 20 \cdot 39 + 0 \cdot 19 \cdot 53 + 0 \cdot 18 \cdot 69}{0{,}55 \cdot 22 + 0{,}1 \cdot 21 + 0{,}03 \cdot 20 + 0 \cdot 19 + 0 \cdot 18} = 10{,}00\ \%;$$

$$\gamma_{\text{х}} = 0{,}55 \cdot 22 + 0{,}1 \cdot 21 + 0{,}03 \cdot 20 + 0 \cdot 19 + 0 \cdot 18 = 14{,}8\ \%.$$

Результаты расчетов сводятся в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Показатели разделения руды в сухих магнитных сепараторах

Тип сепаратора	Промпродукт, %			Хвосты, %		
	выход	массовая доля	извлечение	выход	массовая доля	извлечение
ПБС-90/150						
2ПБС-90/250						
2ПБС-90/250А						

После расчёта технологических показателей необходимо для каждого сепаратора выполнить проверку по уравнению (1.6).

2.2. Выбор типа магнитного сепаратора

В курсовой работе приняты следующие условия целесообразности применения сухой магнитной сепарации:

$$\begin{cases} \upsilon^{СМС} \le 1{,}1 \cdot \upsilon_{фабр.}; \\ \gamma_{х}^{СМС} \ge 5\%, \end{cases} \qquad (2.7)$$

где $\upsilon^{СМС}$, $\gamma_{х}^{СМС}$ – показатели по хвостам сухой магнитной сепарации (см. табл. 2.2); $\upsilon_{фабр.}$ – показатель по хвостам общефабричного технологического баланса (см. табл. 1.1).

Показатели разделения по хвостам каждого магнитного сепаратора сравниваются по условиям (2.7). Если хотя бы одно из условий не выполняется, то данный сепаратор не следует применять. Если условия (2.7) соответствуют результатам разделения на нескольких сепараторах, то необходимо принять сепаратор, обеспечивающий больший выход хвостов. Параметры сепараторов приведены в литературе [2, 3] и на сайтах заводов-производителей, например – http://www.rudgormash.ru/.

Если результаты разделения всех заданных магнитных сепараторов не удовлетворяют данному условию, необходимо построить зависимости $\upsilon^{СМС}$, $\gamma_{х}^{СМС}$ от индукции магнитного поля сепаратора и сделать вывод, в какую сторону необходимо изменить индукцию для выполнения условия (2.7).

3. РАСЧЕТ КАЧЕСТВЕННО-КОЛИЧЕСТВЕННОЙ СХЕМЫ ОБОГАЩЕНИЯ

Цель расчета заключается в определении выходов всех продуктов схемы переработки магнетитовой руды. Исходными данными являются массовые доли железа и класса –71 мкм в продуктах обогащения, измельчения и классификации, задаваемые преподавателем на основании исследовательских работ и данных опробований технологического процесса на действующих фабриках.

В расчётной работе принята схема, включающая три стадии измельчения и три стадии (четыре операции) магнитного обогащения (рис. 3.1). Все продукты схемы необходимо пронумеровать.

Если в п. 2 настоящего учебно-методического пособия не принята сухая магнитная сепарация, то исходный продукт полностью направляется на I ст. измельчения, если принята – то на измельчение поступает промпродукт сухой магнитной сепарации.

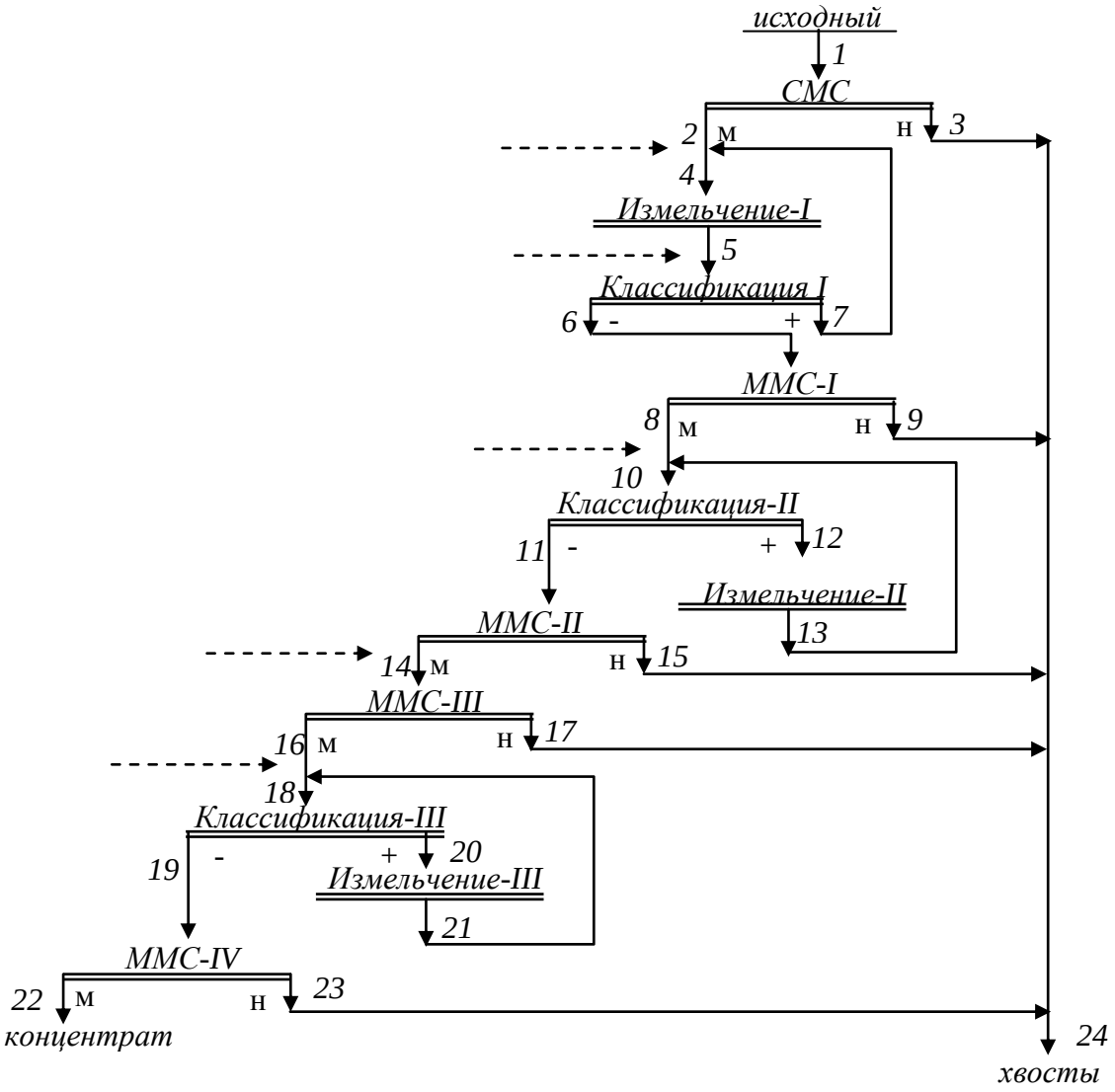


Рис. 3.1. Схема обогащения магнетитовой руды:
ММС, СМС – операции мокрой и сухой магнитной сепарации; м, н – магнитный и немагнитный продукты; «–», «+» – слив и пески классификатора или гидроциклона; «- - - - - - →» – подача технологической воды

Расчет стадий измельчения ведут по массовой доле класса –71 мкм, а операций магнитного обогащения – по массовой доле железа.

3.1. Расчет стадий измельчения

В принятой схеме обогащения в I стадии измельчения использована схема с поверочной классификацией (рис. 3.2), во II и III стадиях – с предварительной классификацией (рис. 3.3).

Исходные данные для расчетов приведены в табл. Б.2 приложения Б. Нумерация продуктов на рис. 3.2 и 3.3 не соответствует нумерации продуктов на рис. 3.1, что необходимо учитывать при расчете общей схемы.

Исходные данные для расчета I стадии измельчения с поверочной классификацией (см. рис. 3.2): β_1^{-71}, β_2^{-71}, β_3^{-71}, β_4^{-71}, $\gamma_1 = \gamma_3$, где β_j^{-71} – массовая доля класса –71 мкм в *j*-м продукте. Если сухая магнитная сепарация не принята к использованию, то $\gamma_1 = 100$ %, если СМС используется, то величина γ_1 равна выходу промпродукта принятого сухого магнитного сепаратора ($\gamma_{п/п}$ из табл. 2.2).

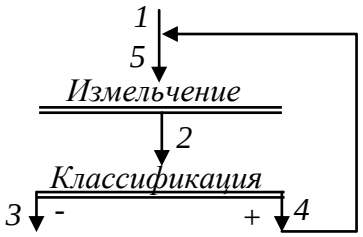


Рис. 3.2. Цикл измельчения с поверочной классификацией

Запишем систему уравнений:

$$\begin{cases} \gamma_2 = \gamma_3 + \gamma_4; \\ \gamma_2 \cdot \beta_2^{-71} = \gamma_3 \cdot \beta_3^{-71} + \gamma_4 \cdot \beta_4^{-71}. \end{cases} \quad (3.1)$$

Решая систему уравнений (3.1), получим расчетные формулы, %:

$$\gamma_4 = \gamma_3 \cdot (\beta_3^{-71} - \beta_2^{-71}) / (\beta_2^{-71} - \beta_4^{-71}); \quad (3.2)$$

$$\gamma_2 = \gamma_5 = \gamma_3 + \gamma_4. \quad (3.3)$$

Величина β_5^{-71}, %:

$$\beta_5^{-71} = (\beta_1^{-71} \cdot \gamma_1 + \gamma_4 \cdot \beta_4^{-71}) / \gamma_5. \quad (3.4)$$

Исходные данные для расчета II и III стадий измельчения с предварительной классификацией (см. рис. 3.3): β_1^{-71}, β_2^{-71}, β_3^{-71}, β_4^{-71}, $\gamma_1 = \gamma_2$. Величины $\gamma_1 = \gamma_2$ для расчёта III стадии измельчения будут известны после расчёта операции ММС-IV, а для расчёта II стадии измельчения – после расчёта операции ММС-II.

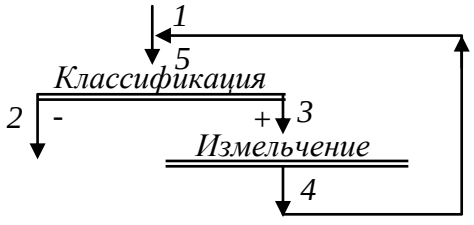


Рис. 3.3. Цикл измельчения с предварительной классификацией

Запишем соотношение:

$$\gamma_1 \cdot \beta_1^{-71} + \gamma_4 \cdot \beta_4^{-71} = \gamma_2 \cdot \beta_2^{-71} + \gamma_3 \cdot \beta_3^{-71}. \quad (3.5)$$

Учитывая, что $\gamma_1 = \gamma_2$ и $\gamma_3 = \gamma_4$, получим, %:

$$\gamma_3 = \gamma_4 = \frac{\gamma_1(\beta_2^{-71} - \beta_1^{-71})}{(\beta_4^{-71} - \beta_3^{-71})}. \quad (3.6)$$

Уравнения для величин γ_5 и β_5^{-71} следующие:

$$\gamma_5 = \gamma_1 + \gamma_4 = \gamma_2 + \gamma_3; \quad (3.7)$$

$$\beta_5^{-71} = (\gamma_1 \cdot \beta_1^{-71} + \gamma_4 \cdot \beta_4^{-71})/\gamma_5 = (\gamma_2 \cdot \beta_2^{-71} + \gamma_3 \cdot \beta_3^{-71})/\gamma_5. \quad (3.8)$$

Величину β_5^{-71} необходимо рассчитать по обеим формулам и сопоставить результаты.

Для каждого цикла измельчения рассчитывают циркулирующую нагрузку, %:

$$C = \frac{\gamma_ц}{\gamma_{исх}} \cdot 100, \quad (3.9)$$

где $\gamma_ц$ и $\gamma_{исх}$ – выходы 4-го и 1-го продуктов, % (см. рис. 3.2, 3.3).

3.2. Расчет операций мокрой магнитной сепарации

Расчет схемы обогащения ведут начиная с конечных операций – от операции ММС-IV до операции ММС-I.

Операция ММС-IV

Исходные данные для расчета операции ММС-IV: $\beta_{22} = \beta_к$, $\gamma_{22} = \gamma_к$, $\beta_{23} = 0{,}9 \cdot \beta_{24}$, $\beta_{24} = \upsilon_x$ (см. табл. 1.1), $\beta_{19} = 0{,}9 \cdot \beta_{22}$, где β_j – массовая доля железа в j-м продукте. Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} \gamma_{19} = \gamma_{22} + \gamma_{23}; \\ \gamma_{19} \cdot \beta_{19} = \gamma_{22} \cdot \beta_{22} + \gamma_{23} \cdot \beta_{23}. \end{cases} \quad (3.10)$$

Решая систему относительно γ_{23}, получим, %:

$$\gamma_{23} = \gamma_{22} \cdot (\beta_{22} - \beta_{19})/(\beta_{19} - \beta_{23}); \quad (3.11)$$

$$\gamma_{19} = \gamma_{16} = \gamma_{22} + \gamma_{23}. \quad (3.12)$$

Третья стадия измельчения

Выполняем расчёт по формулам (3.5)-(3.9).

Операция ММС-III

Исходные данные для расчета операции ММС-III: $\gamma_{16} = \gamma_{19}$, $\beta_{16} = \beta_{19}$, $\beta_{17} = (0{,}9 \div 0{,}95) \cdot \beta_{24}$, $\beta_{14} = (0{,}9 \div 0{,}85) \cdot \beta_{16}$. Запишем систему

уравнений:

$$\begin{cases} \gamma_{14} = \gamma_{16} + \gamma_{17}; \\ \gamma_{14} \cdot \beta_{14} = \gamma_{16} \cdot \beta_{16} + \gamma_{17} \cdot \beta_{17}. \end{cases} \quad (3.13)$$

Решая данную систему, найдем γ_{14} и γ_{17}.

Операция ММС-II

Исходные данные для расчета операции ММС-II: γ_{14}, β_{14}, $\beta_{15} = (0{,}95 \div 1{,}0) \cdot \beta_{24}$, $\beta_{11} = (0{,}85 \div 0{,}8) \cdot \beta_{14}$. Для определения γ_{15} и γ_{11} необходимо решить систему уравнений

$$\begin{cases} \gamma_{11} = \gamma_{14} + \gamma_{15}; \\ \gamma_{11} \cdot \beta_{11} = \gamma_{14} \cdot \beta_{14} + \gamma_{15} \cdot \beta_{15}. \end{cases} \quad (3.14)$$

Третья стадия измельчения

Выполняем расчёт по формулам (3.5)-(3.9).

Операция ММС-I

Исходные данные для расчета операции ММС-I: $\gamma_8 = \gamma_{11}$; $\beta_8 = \beta_{11}$; $\beta_6 = \beta_2$; $\gamma_6 = \gamma_2$; где β_2 и γ_2 – массовая доля железа и выход промпродукта СМС (см. табл. 2.2), если сухая магнитная сепарация предусмотрена. Если сухая магнитная сепарация не используется, β_2 и γ_2 – массовая доля железа и выход исходной дробленой руды, т. е. $\gamma_2 = 100$ %; $\beta_2 = \alpha$ (см. табл. 1.1). Для расчета используются формулы:

$$\gamma_9 = \gamma_6 - \gamma_8; \quad (3.15)$$

$$\beta_9 = (\gamma_6 \beta_6 - \gamma_8 \beta_8) / \gamma_9, \text{ \%}. \quad (3.16)$$

Для каждого *j*-го продукта схемы рассчитывают извлечение, %:

$$\varepsilon_j = \frac{\beta_j \cdot \gamma_j}{\alpha}, \quad (3.17)$$

где α – массовая доля железа в исходном продукте (см. табл. 1.1), %.

В конце расчета необходимо выполнить проверку по соотношениям:

$$\gamma_{24} = \gamma_{23} + \gamma_{17} + \gamma_{15} + \gamma_9 + \gamma_3; \quad (3.18)$$

$$\gamma_{24} \beta_{24} = \gamma_{23} \beta_{23} + \gamma_{17} \beta_{17} + \gamma_{15} \beta_{15} + \gamma_9 \beta_9 + \gamma_3 \beta_3. \quad (3.19)$$

Заканчивается раздел составлением таблицы и рисунком качественно-количественной схемы, форма которых приведена в табл. 3.1 и на рис. 3.4.

Таблица 3.1.

Результаты расчета качественно-количественной схемы

Поступает					Выходит				
наименование продуктов	выход, %	массовая доля, %		извлечение, %	наименование продуктов	выход, %	массовая доля, %		извлечение, %
		железа	кл. –71 мкм				железа	кл. –71 мкм	
Сухая магнитная сепарация									
1. Исходный	100	α	-	100	2. Магнитный	γ_2	β_2	β_2^{-71}	ε_2
					3. Немагнитный	γ_3	β_3	-	ε_3
Всего:	100	α	-	100	Всего:	100	α	-	100
Измельчение I									
2. Магнитный СМС	γ_2	β_2	β_2^{-71}	ε_2	5. Измельченный	γ_5	-	β_5^{-71}	-
7. Пески классификации	γ_7	-	β_7^{-71}	-					
Всего:	γ_4	-	β_4^{-71}	-	Всего:	γ_5	-	β_5^{-71}	-

и т. д. по всей схеме

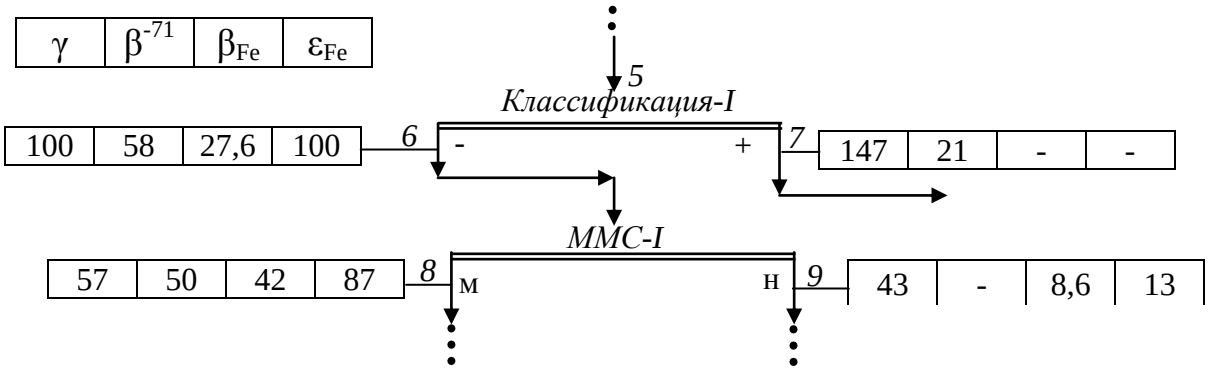


Рис. 3.4. Пример качественно-количественной схемы обогащения

4. РАСЧЕТ ВОДНО-ШЛАМОВОЙ СХЕМЫ

Расчет водно-шламовой схемы и составление баланса по воде выполняют для определения количества воды, подаваемой в операции; определения объема пульпы и её плотности; для нахождения общей потребности воды на 1 т перерабатываемого продукта.

Исходными данными для расчетов являются производительность по твердому, процентные содержания твердого в продуктах. Производительность по твердому j-й операции, т/ч:

$$Q_j = \gamma_j \cdot Q_{\text{исх}} /100, \qquad (4.1)$$

где $Q_{\text{исх}}$ – исходная производительность фабрики (столбец 2 табл. П.1 Приложения 2).

Содержание твердого в продуктах обогащения (см. рис. 3.1) необходимо принять следующее:

% тв.1 = %тв.2 = 98 %; % тв.5 = 70 %; % тв.6 = 35 %;
% тв.7 = 75 %; % тв.8 = 55 %; % тв.11 = 25 %;
% тв.12=%тв.13 = 68 %; % тв.14 = 50 %; % тв.16 = 50 %;
% тв.17 = 10 %; % тв.19 = 22 %; % тв.20=% тв.21= 60 %;
% тв. 22 = 50 %.

Содержание твердого в продуктах можно принять и по данным работы железообогатительных фабрик.

Для принятой схемы вода дополнительно подается в операции измельчения-I, операции классификации-I, II, III и в операцию ММС-III (см. рис. 3.1).

Результаты оформляют в виде табл. 4.1.

Таблица 4.1

Расчет водно-шламовой схемы магнитной сепарации

Поступает						Выходит					
номер и наименование продуктов	твердое		жидкое		всего, т/ч	номер и наимено-вание продуктов	твердое		жидкое		всего, т/ч
	%	т/ч	%	т/ч			%	т/ч	%	т/ч	
Измельчение-I											
2. Магнитный СМС	98,00	1000,00	2,00	20,41	1020,41	5. Измельчен-ный	70,00	2466,67	30,00	1057,14	3523,81
7. Пески классификации	75,00	1466,67	25,00	488,89	1955,56						
Вода	-	-	100,0	547,84	547,84						
Всего:	70,00	2466,67	30,00	1057,14	3523,81	Всего:	70,00	2466,67	30,00	1057,14	3523,81
Классификация-I											
5. Измельченный	70,00	2466,67	30,00	1057,14	3523,81	6. Слив	35,00	1000,00	65,00	1857,14	2857,14
Вода	-	-	100,0	1288,89	1288,89	7. Пески	75,00	1466,67	25,00	488,89	1955,56
Всего:	51,25	2466,67	48,75	2346,03	4812,70	Всего:	51,25	2466,67	48,75	2346,03	4812,70

и т. д. по всей схеме.

Для расчетов используются соотношения:

$$\% \text{ ж.} = 100 - \% \text{ тв.}, \%, \quad (4.2)$$

$$W = Q \cdot \frac{\% \text{ ж.}}{\% \text{ тв.}}, \text{ т/ч}, \quad (4.3)$$

$$L = Q + W, \quad (4.4)$$

$$\% \text{ ж.} = \frac{W}{L} \cdot 100 \%, \quad \% \text{ тв.} = \frac{Q}{L} \cdot 100 \%, \quad (4.5)$$

где % ж., % тв. – процентные содержания жидкого и твердого в продукте, %; *Q, W, L* – масса твердого, масса или объем жидкого и общая масса продукта, т/ч, м^3/ч, т/ч соответственно.

Расчет водно-шламовой схемы начинают с «головы» процесса, от операции измельчения I к операции ММС-IV. Сухая магнитная сепарация не рассчитывается.

Порядок расчета следующий:

1. По формуле (4.1) рассчитывают величины Q_i и заносят в табл. 4.1.
2. Определяют для продуктов схемы показатели, % ж, (4.2).
3. Вычисляют величины *W*, (4.3).
4. Определяют суммарные массы продуктов и их составляющих.
5. Если величина % тв. не задана, её рассчитывают по формуле (4.5).

Примеры расчета водно-шламовой схемы приведены в работах [4, 5].

Водно-шламовая схема дает возможность составить баланс по воде (табл. 4.2). Суммарное количество воды, поступающее в процесс, должно равняться суммарному количеству воды, уходящему из процесса с конечными продуктами.

Таблица 4.2

Баланс воды по фабрике, м^3/ч

Поступает в операцию		Выходит с продуктом	
1. В измельчение I с концентратом СМС	W_2	1. Хвосты ММС-I	W_9
2. В измельчение I	W_4	2. Хвосты ММС-II	W_{15}
3. В классификацию I	W_5		
4. В классификацию II	W_{10}	3. Хвосты ММС-III	W_{17}
5. В ММС–III	W_{14}	4. Хвосты ММС-IV	W_{23}
6. В классификацию III	W_{18}	5. Концентрат ММС-IV	W_{22}
Всего:	ΣW	Всего:	ΣW

Определив общий расход воды, равный $\Sigma W - W_2$, находят удельный её расход на 1 т обогащаемой руды.

$$q = (\Sigma W - W_2) / Q_{исх}. \qquad (4.6)$$

Обычно эта величина находится в пределах 3-8 м^3/т.

Пример схемы приведен на рис. 4.1.

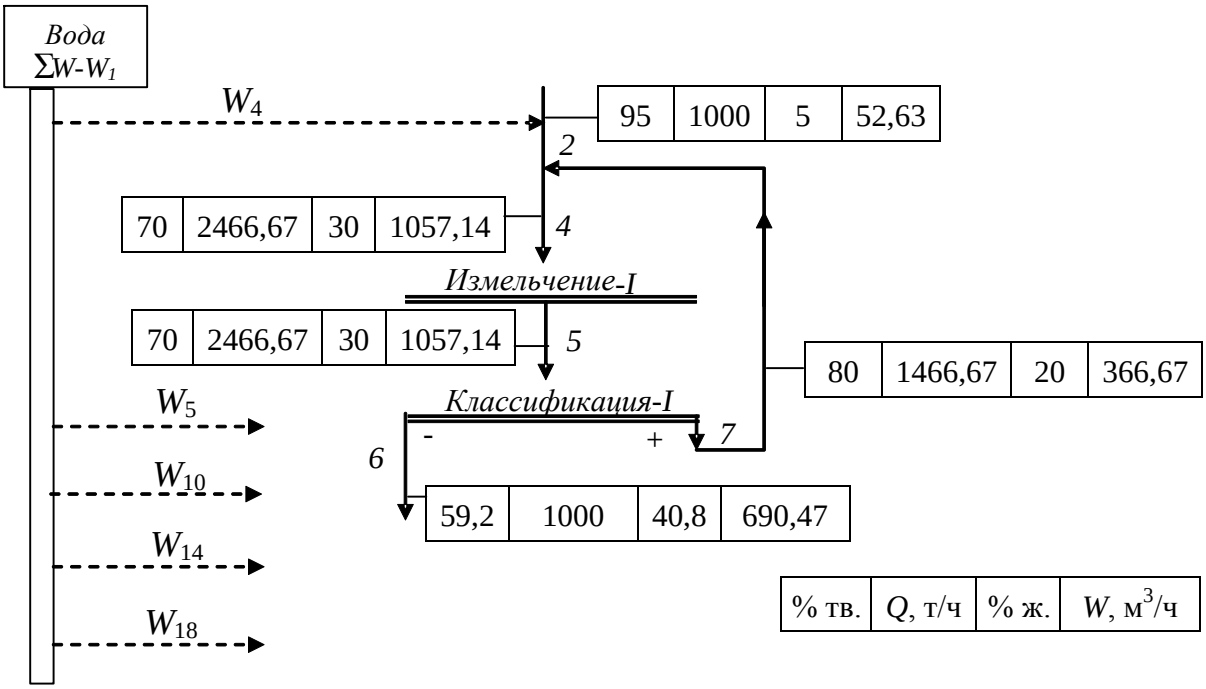


Рис. 4.1. Пример составления водно-шламовой схемы

Заканчивается раздел составлением водно-шламовой схемы с указанием общего расхода воды, точек подачи воды с её количеством и показателей % тв., % ж., *Q, W* для каждой операции.

5. РАСЧЕТ И ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

5.1. Расчет и выбор оборудования для измельчения

В курсовой работе принята схема с трехстадиальным измельчением. В I, II и III стадиях измельчения необходимо использовать шаровые мельницы с центральной разгрузкой или через решётку.

Рекомендации по выбору типа мельниц приведены в литературе [4], по расчету – в [4, 5, 6].

Выбор мельниц выполняется в следующей последовательности:

а) определение необходимой производительности цикла измельчения по расчетному классу;

б) определение удельной производительности выбранных типоразмеров мельницы для проектных условий;

в) расчет необходимого объёма мельниц;

г) определение количества мельниц.

В пояснительной записке необходимо привести расчет для одного типоразмера мельницы. Результаты расчетов необходимо свести в таблицы, форма которых приведена в литературе [5].

5.2. Расчет и выбор оборудования для классификации

В первом цикле измельчения для классификации необходимо применить спиральные классификаторы, во II и III – гидроциклоны. Количество спиральных классификаторов, устанавливаемых с одной мельницей, как правило, равно единице.

Рекомендации по выбору типа классифицирующего оборудования приведены в книге [4], характеристики оборудования – в книге [6], порядок и пример расчета – в книгах [4, 5, 6].

Порядок расчета спиральных классификаторов [5]:

а) определение необходимого диаметра спирали;

б) выбор ближайшего наибольшего значения диаметра из каталогов или литературы [6];

в) определение производительности выбранного типоразмера классификатора по сливу;

г) проверка производительности по пескам.

Порядок расчета гидроциклонов [5]:

а) выбирают несколько типоразмеров гидроциклонов;

б) по каждому варианту рассчитывают производительность и количество гидроциклонов;

в) для выбранных типоразмеров подбирают размер песковой насадки, и он проверяется по величине нагрузки.

В пояснительной записке необходимо привести расчёт для спирального классификатора и пример расчета для гидроциклонов.

5.3. Расчет магнитных сепараторов для сухого обогащения

Рекомендации по выбору и расчету магнитных сепараторов для сухого обогащения приведены в литературе [2, 3, 4].

Количество магнитных сепараторов, шт.:

$$N = \frac{Q_{\text{исх.}}}{Q}, \qquad (5.1)$$

где $Q_{\text{исх.}}$ – исходная производительность операции сухой магнитной сепарации, т/ч; Q – производительность одного сепаратора, т/ч.

Производительность сепаратора, т/ч:

$$Q = 0{,}82\, n\, (L - 0{,}1)\, \upsilon\, \delta\, \frac{d_2 - d_1}{\lg(d_2/d_1)}\, a\, b, \qquad (5.2)$$

где n – число барабанов для основной сепарации (для сепараторов, принятых к установке, n = 1); L – длина барабана, м; υ – линейная скорость вращения головного барабана, принимается равной 1 м/с; δ – плотность руды, т/м^3; d_1 и d_2 – наименьший и наибольший размеры зерен руды в питании, мм (в случае неклассифицированного материала при d_1= 0 мм принимается d_1 = 0,01 d_2); a – эмпирический коэффициент, зависящий от крупности питания (табл. 5.1); b – коэффициент, зависящий от соотношения между числом основных и перечистных барабанов сепаратора (табл. 5.2).

Плотность и крупность мелкодроблёной руды принимается по заданию преподавателя, например δ=3,6 т/м^3, крупность 0-25 мм.

Таблица 5.1

Значение коэффициента «*a*» в формуле (5.2) при υ = 1 м/с [4]

Крупность питания, мм	10–0	20–0	30–0	От 40–0; до 60–0	10–5	20–6	30–6	От 40–6; до 60–6
Значение «*a*»	2,5	1,5	1,1	1,0	1,2	0,75	0,65	0,6

Таблица 5.2

Значение коэффициента «*b*» в формуле (5.2) [4]

Отношение числа барабанов, используемых для перечистки хвостов, к числу основных барабанов	0:1	1:2	1:1	2:2
Значение «*b*»	1,0	1,25	1,5	1,5

Формула (5.2) определяет производительность барабана, на котором слой материала имеет высоту d_2.

5.4. Расчет и выбор магнитных сепараторов для мокрого обогащения

Рекомендации по выбору и расчету магнитных сепараторов для мокрого обогащения приведены в работах [2, 3, 4].

Для обогащения магнетитсодержащих (сильномагнитных) руд используют барабанные сепараторы с прямоточной, противоточной и полупротивоточной ванной.

Сепараторы с прямоточной ванной применяют для получения грубого концентрата при крупности исходного 5-0 мм (обычно до 25 % класса –50 мкм). Сепараторы с противоточной ванной исполь-

зуют при обогащении материала крупностью 3-0 мм. Сепараторы с полупротивоточной ванной применяют при крупности исходного менее 0,2 мм (обычно более 60 % класса –50 мкм).

В курсовой работе необходимо принять к установке в I операции магнитной сепарации противоточные сепараторы ПБМ-П, в операциях II, III и IV – полупротивоточные ПБМ-ПП. Количество магнитных сепараторов N определяя.n по формуле (5.3)^

$$N = \frac{Q_{\text{ММС}}}{Q}, \qquad (5.3)$$

где $Q_{\text{ММС}}$ –производительность j-й операции ММС, т/ч; Q – производительность одного сепаратора, т/ч.

Производительность одного сепаратора (по сухому исходному питанию), т/ч:

$$Q = q\,(L–0{,}1), \qquad (5.4)$$

где q – удельная производительность по твёрдому, т/(м·ч); L – длина каждого барабана, м.

Величина удельной производительности принимается по данным практики (табл. 7.13 [2]; табл. 59 [4]). Ориентировочные значения удельной производительности сепараторов ПБМ приведены в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Значение удельных производительностей сепараторов ПБМ

Стадия обогащения	ПБМ-П-90/250	ПБМ-П-120/300	ПБМ-П-150/200	ПБМ-ПП-90/250	ПБМ-ПП-120/300	ПБМ-ПП-150/200
I	40	60	80	-	-	-
II	30	45	60	25	30	35
III	-	-	-	15	20	25

Магнитные сепараторы операций ММС-II и ММС-III относятся ко второй стадии обогащения. Они компонуются в виде двухбарабанного сепаратора (основная и перечистная операции). Поэтому количество сепараторов операций ММС-II и ММС-III должно быть одинаковым.

6. СОСТАВЛЕНИЕ СХЕМЫ ЦЕПИ АППАРАТОВ

В конце пояснительной записки приводится схема цепи аппаратов, на которой изображено технологическое оборудование, потоки движения материала, а также представлена спецификация оборудования с указанием типа и количества.

Условные обозначения оборудования показаны на рис. 6.1., пример составления схемы цепи аппаратов – на рис. 6.2.

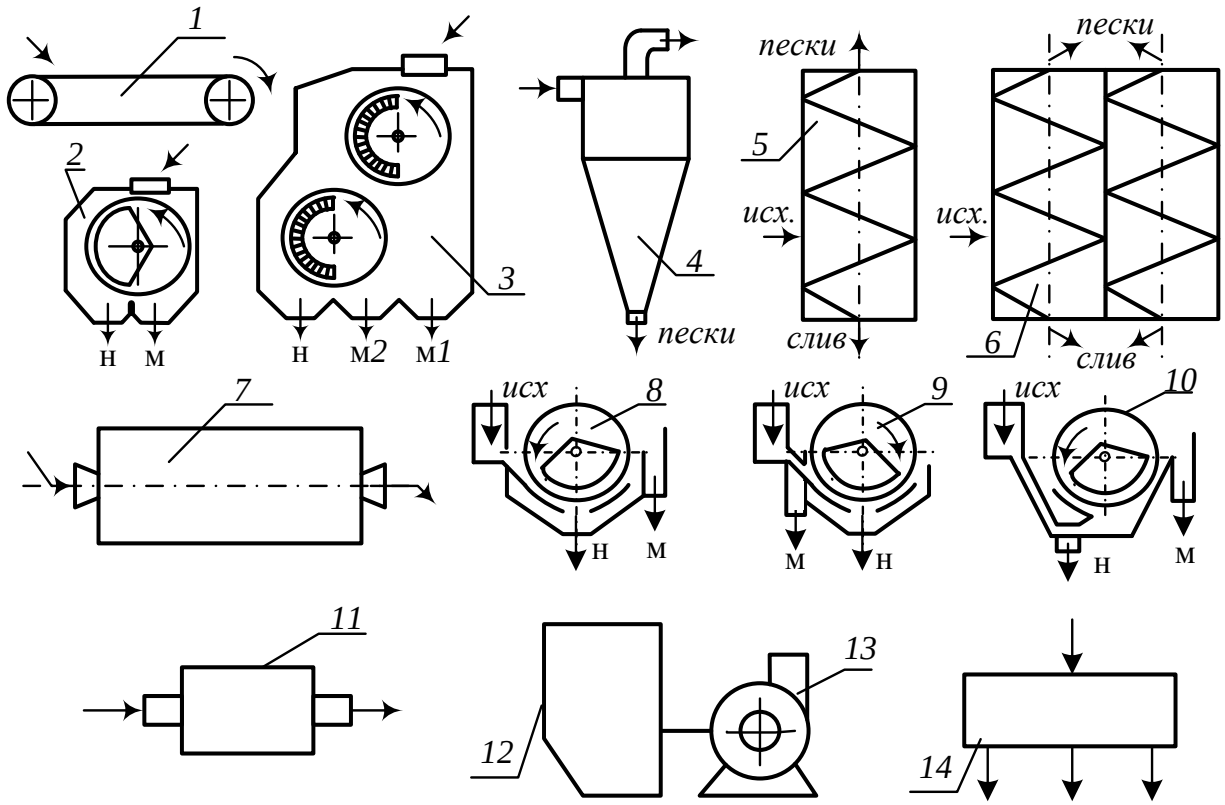


Рис. 6.1. Условные обозначения оборудования:
1 – конвейер; *2* – барабанный сепаратор типа ЭБС, ПБС; *3* – двухбарабанный сепаратор типа 2ПБС; *4* – гидроциклон; *5, 6* – односпиральный и двухспиральный классификаторы; *7* – мельница *8, 9, 10* – барабанные сепараторы типа ПБМ, ПБМ-П, ПБМ-ПП соответственно; *11* – размагничивающий аппарат; *12* – зумпф; *13* – насос; *14* – пульподелитель

Пример составления спецификации оборудования представлен в табл. 6.1

Таблица 6.1

Спецификация оборудования

Марка, поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Приме-чание
1	Конвейер	Конвейер	2		
2	МШЦ	Мельница шаровая	2		
3	КСП	Спиральный классификатор	2		
4	Зумпф	Зумпф	2		
5	8ГР-8	Песковый насос	2		
6	Пульподелитель	Пульподелитель			
7	ПБМ-150/200	Прямоточный маг-нитный сепаратор	4		

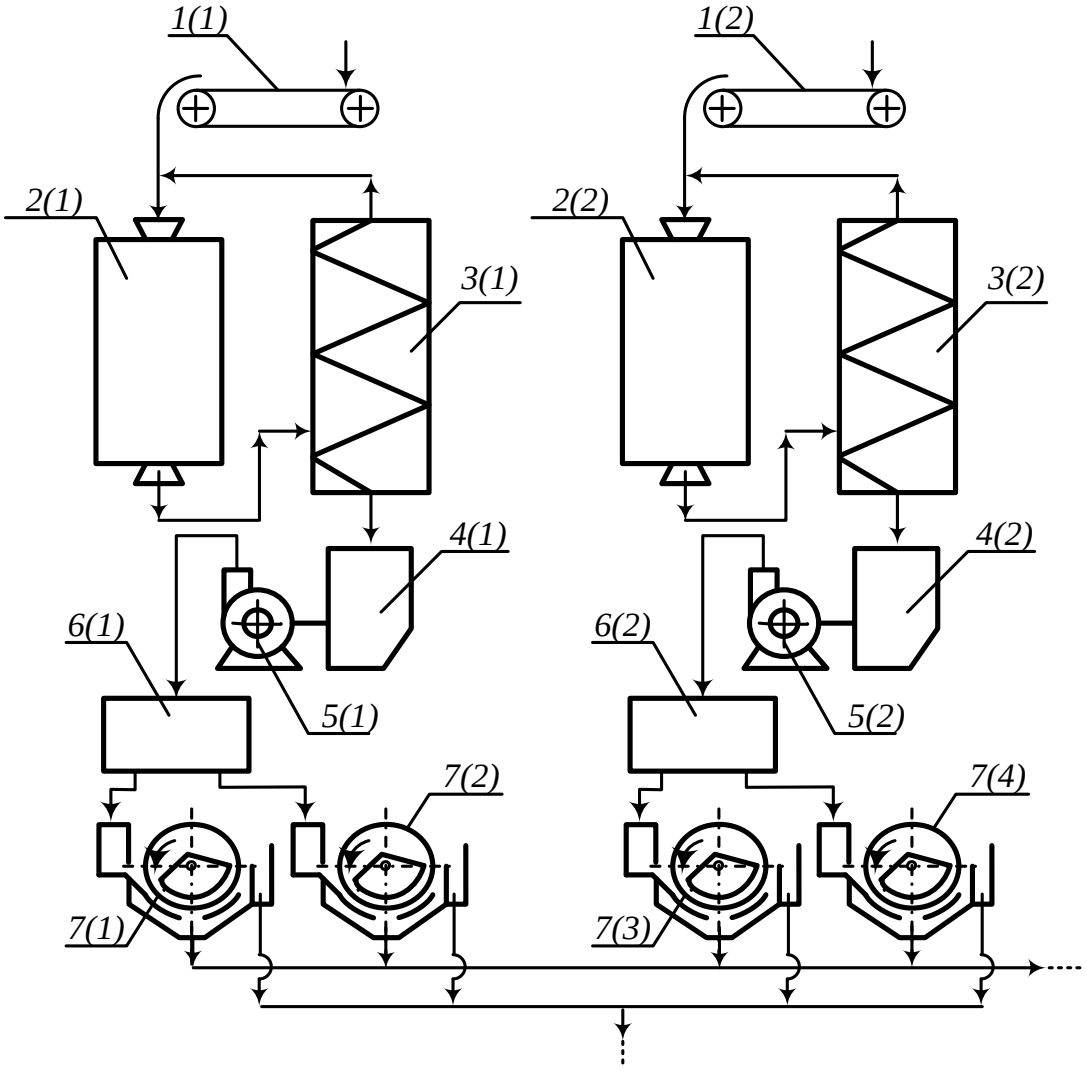


Рис. 6.2. Пример составления схемы цепи аппаратов и спецификации

Схема цепи аппаратов изображается на отдельном листе формата А3 или А2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Цыпин Е. Ф., Морозов Ю. П., Козин В. З.* Моделирование обогатительных процессов и схем: учебник – Екатеринбург: Изд-во УГГА, 1996. – 368 с.

2. *Кармазин, В. В.*, Кармазин В. И.. Магнитные и электрические методы обогащения: учебник для вузов – М.: Недра, 2005. – 669 с.

3. *Справочник по обогащению руд.* Основные процессы. – 2-е перераб. изд. – М.: Недра, 1983. – 381 с.

4. *Морозов Ю. А.* Проектирование обогатительных фабрик: учебник для вузов. Часть 1 и 2 – Екатеринбург. Изд-во УГГУ, 2014. – 266 с.

5. *Иванов, Э. Э.* Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению: учебное пособие по выполнению курсового проекта – Екатеринбург: изд. УГГГА, 2004. – 145 с.

6. *Справочник по обогащению руд*. Подготовительные процессы. 2-е издание, перераб. – М.: Недра, 1982. – 366 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФГБОУ ВПО
«Уральский государственный горный университет»

Кафедра «Обогащение полезных ископаемых»

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

по дисциплине «Магнитные и электрические процессы»

вариант №____

выдано студенту _____ группа ОПИ_____

Тема курсовой работы: «Отделение измельчения и магнитного обогащения магнетитовой руды производительностью _____млн. т/год»

Содержание курсовой работы: Пояснительная записка, включающая текстовую часть и схему цепи аппаратов на формате А1-А3.

Сроки выполнения: _____

Задание выдал: _____ проф. каф. ОПИ Пелевин А. Е.
дата, подпись

Задание получил: _____
дата, подпись

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б. 1

Показатели работы фабрики и характеристика исходной руды

Номер задания	Производительность, т/ч	Массовая доля железа в концентрате, %	Извлечение железа в концентрат, %	γ(χ)-функция					β(χ)-функция				
				0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***	***10***	***11***	***12***	***13***	***14***
1	400	54,7	72,1	37	27	17	12	7	4	20	37	54	71
2	430	55,1	71,2	43	27	14	9	7	4	21	37	54	71
3	450	53,1	70,3	44	28	15	8	5	4	21	38	54	71
4	470	53,4	71,4	45	30	13	8	4	4	20	38	55	71
5	500	54,7	73,5	43	29	16	7	5	4	20	37	55	70
6	520	55,4	72,4	42	28	17	9	4	5	18	36	52	69
7	540	56,6	73,3	40	27	17	10	6	5	19	36	52	69
8	570	57,7	73,2	39	27	16	11	7	5	19	37	52	69
9	600	58,1	74,1	37	26	16	14	7	5	19	37	53	70
10	620	59,0	74,0	36	25	17	13	9	5	18	36	53	70
11	640	60,2	75,1	34	25	17	14	10	6	19	38	53	70
12	670	61,4	75,2	32	24	17	14	13	6	20	38	53	70
13	700	62,3	76,3	31	24	18	15	12	6	20	39	53	70
14	720	63,4	76,4	30	23	18	16	13	6	20	39	54	70
15	745	64,5	77,5	28	23	18	17	14	6	19	40	54	69
16	770	65,4	77,4	27	22	19	17	15	7	18	38	52	69
17	795	66,3	78,3	25	22	19	18	16	7	19	38	52	69
18	820	67,2	78,2	24	22	20	17	17	7	19	39	52	69
19	840	68,1	79,1	22	21	20	19	18	7	19	39	53	69
20	870	59,0	80,0	40	27	16	12	5	7	18	38	52	68
21	900	60,1	80,1	39	27	16	13	5	5	19	37	53	70
22	920	61,2	80,2	37	26	16	14	7	5	20	37	53	70
23	950	62,3	80,3	36	26	17	14	7	5	20	38	53	70
24	970	63,4	80,4	35	25	17	15	8	5	20	38	54	70
25	1000	64,5	80,5	33	25	17	16	9	5	20	37	54	69
26	380	65,4	80,4	32	24	18	16	10	4	19	36	53	70
27	410	64,1	79,3	36	26	16	16	6	4	18	36	53	70
28	450	63,7	78,2	37	27	17	12	7	4	18	35	53	70
29	500	64,8	77,1	38	26	18	10	8	4	18	35	52	70
30	600	62,9	75,9	32	25	19	15	9	4	19	36	53	69

Таблица Б. 2

Показатели для расчета циклов измельчения I, II, III

номер задания	Содержание класса –71 мкм, %											
	I				II				III			
	β_1	β_2	β_3	β_4	β_1	β_2	β_3	β_4	β_1	β_2	β_3	β_4
1	6	36	58	22	50	75	36,2	61,2	71	90	52,2	84,2
2	5	35	58	21	49	75	36,4	61,4	70	90	52,4	84,4
3	7	34	57	20	51	74	36,6	61,6	69	89	52,6	84,6
4	6	36	57	21	50	74	37,5	63,5	70	89	53,4	86,8
5	5	34	59	22	49	76	36,8	61,8	69	91	52,8	84,8
6	7	36	59	22	51	76	38,8	64,3	71	91	55,1	87,3
7	6	35	58	21	50	75	37,2	62,2	70	90	53,2	85,2
8	5	37	58	20	49	75	37,4	62,4	69	90	53,4	85,4
9	7	38	57	22	51	74	36,3	65,3	71	89	52,5	88,8
10	6	37	57	21	50	74	36,3	64,1	70	89	52,5	87,5
11	5	38	59	22	49	76	37,6	62,6	69	91	53,6	85,6
12	7	35	59	21	50	57	37,8	62,8	71	91	53,8	85,8
13	6	36	58	21	50	75	37,5	63,5	70	90	54,2	86,8
14	5	35	58	20	49	75	37,5	62,2	69	90	54,1	85,6
15	7	37	57	22	51	74	37,1	64,8	71	89	53,4	88,1
16	6	36	57	21	50	74	37,2	63,5	70	89	53,4	86,8
17	5	34	59	20	49	76	38,8	61,4	69	91	55,5	84,9
18	7	36	59	22	51	76	38,8	64,3	71	91	55,5	87,3
19	6	35	58	21	50	75	38,3	63,1	70	90	54,9	86,1
20	5	34	58	20	49	75	38,2	61,7	69	90	54,9	84,9
21	7	38	57	22	51	74	36,3	65,3	71	89	52,5	88,8
22	6	34	57	20	50	74	38,2	63,2	70	89	54,2	86,2
23	5	36	59	20	49	76	37,2	62,7	69	91	53,7	86,3
24	7	38	59	22	51	76	37,2	65,3	71	91	53,7	88,8
25	6	36	58	21	50	75	38,3	64,1	70	90	54,9	87,5
26	5	35	58	20	49	75	38,3	62,7	69	90	54,9	86,3
27	7	34	57	22	51	74	38,4	63,4	71	89	54,4	86,4
28	6	37	57	21	50	74	38,6	63,8	70	89	54,6	86,6
29	5	36	59	20	49	76	38,8	63,6	69	91	54,8	86,8
30	7	38	59	20	51	76	39,0	64,2	71	91	55,2	87,0

Учебное издание

Алексей Евгеньевич Пелевин

МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсового проекта
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
направления 130400.65 – «Горное дело»
всех форм обучения

Редактор Л. В. Устьянцева

Компьютерная верстка Аксеньюшкиной М. В.

Подписано в печать 5.09.2015 г. Бумага писчая. Формат бумаги 60x84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ.л. 1,75 Уч.-изд. л. 1,66 Тираж 200 экз. Заказ № 74

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский государственный горный
университет»

А. Е. Пелевин

МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

**Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ по дисциплине
«Магнитные и электрические методы
обогащения полезных ископаемых»
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения**

**Екатеринбург
2019**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического факультета
«23» сентября 2019 г.
Председатель комиссии

_____ проф. В. П. Барановский

А. Е. Пелевин

МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

**Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ по дисциплине
«Магнитные и электрические методы
обогащения полезных ископаемых»
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения**

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

П 23

Р е ц е н з е н т : Т. Ю. Овчинникова, доцент кафедры ОПИ УГГУ

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых» 06 сентября 2019 г. (протокол № 1) и рекомендовано для издания в УГГУ.

П 23 **Пелевин А. Е.**

Магнитные и электрические методы обогащения полезных ископаемых: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ / А. Е. Пелевин; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 51 с.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с учебной программой дисциплины «Магнитные и электрические методы обогащения полезных ископаемых». В пособии приведены цель и пояснения к лабораторной работе, необходимое оборудование и материалы, методика выполнения работы и обработки полученных результатов, а также содержание отчёта.

Для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых» специальности 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения.

© Пелевин А. Е., 2019
© Уральский государственный горный университет, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

В В Е Д Е Н И Е 4

РАСЧЁТНЫЕ ВЫРАЖЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБОГАЩЕНИЯ 6

Лабораторная работа № 1 –

МАГНИТНЫЙ АНАЛИЗ РУД И ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ 8

Лабораторная работа № 2 –

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ РОЛИКОВОГО СЕПАРАТОРА НА ПОКАЗАТЕЛИ ОБОГАЩЕНИЯ 12

Лабораторная работа № 3 –

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОГАТИМОСТИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ МАГНИТНЫМ МЕТОДОМ 17

Лабораторная работа № 4 –

СУХАЯ МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ СИЛЬНОМАГНИТНЫХ РУД 24

Лабораторная работа № 5 –

МОКРАЯ МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ СИЛЬНОМАГНИТНЫХ РУД ... 29

Лабораторная работа № 6 –

ВЫСОКОГРАДИЕНТНАЯ МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ 33

Лабораторная работа № 7 –

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ТРИБОЗАРЯДА МИНЕРАЛОВ 36

Лабораторная работа № 8 –

РАЗДЕЛЕНИЕ МИНЕРАЛОВ В ПОЛЕ КОРОННОГО РАЗРЯДА 39

Лабораторная работа № 9 –

РАЗДЕЛЕНИЕ ПО КРУПНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОАДГЕЗИОННОЙ СЕПАРАЦИИ 43

Лабораторная работа № 10 –

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕПАРАЦИЯ МИНЕРАЛОВ 47

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 51

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов дневного и заочного обучения специальности 21.05.04 – «Горное дело» специализации «Обогащение полезных ископаемых».

Целью лабораторных работ является закрепление знаний, полученных при изучении дисциплины «Магнитные и электрические методы обогащения», освоение студентами методик проведения экспериментальных исследований в области магнитного и электрического обогащения полезных ископаемых и техногенного сырья и изучение конструкций лабораторных сепараторов.

Практические занятия направлены на подготовку студента к решению научных и прикладных производственных задач. Каждая лабораторная работа представляет собой эксперимент по получению новых для студента знаний о процессах магнитного и электрического обогащения минерального сырья. Результатом каждой лабораторной работы являются экспериментальные зависимости, описывающие влияние на показатели обогащения параметров и режимов работы сепаратора или свойств исходного продукта.

Лабораторные работы выполняются бригадами из 3-5 человек. Бригадир отвечает за дисциплину во время выполнения лабораторной работы, получает и сдаёт приборы и материалы, необходимые для выполнения работы, контролирует процесс выполнения эксперимента и обмен полученных экспериментальных данных между членами бригады.

Отчёт по лабораторным работам

По результатам выполнения лабораторных работ составляется «*Отчёт по выполнению лабораторных работ по курсу* «*Магнитные и электрические методы обогащения*».

Отчёт предоставляется преподавателю на проверку в виде сброшюрованной пояснительной записки, оформленной на листах формата А4.

После проверки отчёта преподаватель назначает время защиты. При защите необходимо знать цель работы, устройство и назначение применяемых аппаратов, методику проведения исследований, расчетные формулы, значение и физический смысл входящих в формулы величин и *уметь объяснять* полученные результаты.

Пояснительная записка (отчёт) должна содержать:

– титульный лист, подписанный студентом (пример оформления приведён в ПРИЛОЖЕНИИ);

– содержание;

– отчёты по каждой лабораторной работе;

– список использованных источников.

Отчёт составляется на основе записей в рабочей тетради. Отчёт по каждой лабораторной работе начинают с новой страницы.

Отчёт по каждой лабораторной работе включает:

– порядковый номер и название лабораторной работы;

– цель работы, необходимые материалы и применяемое оборудование, методику проведения работы;

– эскиз оборудования (лабораторного сепаратора или измерительной установки);

– измеренные результаты;

– вычисленные результаты с расчётными формулами, по которым получены результаты;

– сводную таблицу с измеренными и вычисленными результатами;

– экспериментальные зависимости в виде графиков;

– выводы, в которых даётся оценка влияния на показатели обогащения параметров и режимов работы сепаратора или свойств исходного продукта.

Все расчеты выполняются с точностью до второго знака после запятой. Значения измеренных и вычисленных величин приводятся в сводной таблице с двумя знаками после запятой.

Эскиз лабораторного сепаратора или измерительной установки выполняется студентом с помощью карандаша «от руки». Основные элементы сепаратора должны быть обозначены арабскими (наклонными) цифрами с расшифровкой после названия рисунка. Направление вращения рабочих органов сепараторов (барабанов, валков) должно быть обозначено на эскизе стрелкой. Также стрелкой необходимо показать направления движения исходного продукта и продуктов разделения в сепараторе.

Эскиз лабораторного сепаратора должен отражать конструкцию аппарата и принцип разделения смеси частиц в этом сепараторе.

Отчёт по лабораторным работам является официальным документом и оформляется по определённым правилам по ГОСТ 2.105-95. Оформление заголовков, текста, таблиц, рисунков, формул следует выполнять так же как в настоящем учебно-методическом пособии.

РАСЧЁТНЫЕ ВЫРАЖЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБОГАЩЕНИЯ

При выполнении лабораторных работ студенты получат значения непосредственно измеренных и вычисленных показателей, характеризующих эффективность обогащения.

К измеренным результатам относятся массы продуктов разделения, полученных непосредственно в сепараторе или с помощью анализатора показателя продукта (ручной магнит, контрольное сито). Масса продукта определяется путём взвешивания на электронных весах.

К вычисленным показателям относятся выходы продуктов разделения и извлечение полезного компонента в продукт обогащения.

Массовая доля полезного компонента в продукте может относиться как к измеренному показателю, так и к вычисленному показателю. Массовая доля полезного компонента относится к измеренному показателю, если её задал преподаватель или она определена с помощью анализатора, например с помощью рентгенофлуоресцентного анализатора.

Вычисленные показатели рассчитываются по нижеприведённым формулам.

Формулы для проверки баланса масс продуктов:

1 – для двух продуктов разделения:

$$M_{\text{исх}} = M_{\text{к}} + M_{\text{х}}; \qquad (1)$$

2 – для любого количества продуктов разделения:

$$M_{\alpha} = \sum_{i=1}^{n} M_i, \qquad (2)$$

где $M_{\text{исх}}$, $M_{\text{к}}$, $M_{\text{х}}$, M_i – масса, соответственно исходного продукта, концентрата, хвостов и i-го продукта, г или кг; n – количество продуктов разделения.

Формулы для расчёта выходов продуктов разделения:

1 – массовая доля полезного компонента в продуктах разделения не известна (является вычисленным показателем):

$$\gamma_{\text{к}} = 100 \cdot M_{\text{к}} / M_{\text{исх}}; \quad \gamma_{\text{х}} = 100 \cdot M_{\text{х}} / M_{\text{исх}}; \quad \gamma_i = 100 \cdot M_i / M_{\text{исх}}, \qquad (3)$$

где $\gamma_{\text{к}}$, $\gamma_{\text{х}}$, γ_i – выход, соответственно концентрата, хвостов и i-го продукта, %;

2 – массовая доля полезного компонента в продуктах разделения

известна (является измеренным показателем):

$$\gamma_к = 100\cdot(\alpha - \nu) / (\beta - \nu); \quad \gamma_х = 100\cdot(\beta - \alpha) / (\beta - \nu), \tag{4}$$

где α, β, ν – массовые доли полезного компонента, соответственно в исходном продукте, в концентрате и в хвостах, %.

З – для продуктов разделения должен выполняться баланс по выходам:

$$\gamma_к + \gamma_х = 100; \qquad \sum_{i=1}^{n} \gamma_i = 100. \tag{5}$$

Формулы для расчёта массовой доли полезного компонента:

Массовые доли полезного компонента в исходном продукте, в концентрате и в хвостах определяется по формулам:

$$\alpha = 100\cdot K_{\text{и}} / M_{\text{и}}; \quad \beta = 100\cdot K_к / M_к; \quad \nu = 100\cdot K_х / M_х, \tag{6}$$

где $K_{\text{и}}$, $K_к$, $K_х$ – массы полезного компонента, соответственно в исходном продукте, в концентрате и в хвостах, г или кг.

Массовая доля полезного компонента в любом *i*-том продукте (промпродукте) равна:

$$\beta_i = 100\cdot K_i / M_{\text{и}}, \tag{7}$$

где β_i – массовая доля полезного компонента в *i*-том продукте, %; K_i – масса полезного компонента в *i*-том продукте, г или кг.

Формулы для расчёта извлечения полезного компонента в продукты обогащения:

Извлечения полезного компонента в продукты обогащения определяются по формулам:

$$\varepsilon_к = 100\cdot K_к / K_{\text{и}}; \quad \varepsilon_х = 100\cdot K_х / K_{\text{и}}; \quad \varepsilon_i = 100\cdot K_i / K_{\text{и}}; \tag{8}$$

$$\varepsilon_к = \gamma_к\cdot\beta / \alpha; \quad \varepsilon_х = \gamma_х\cdot\nu / \alpha; \quad \varepsilon_i = \gamma_i\cdot\beta_i / \alpha. \tag{9}$$

Для продуктов разделения должен выполняться баланс по извлечениям:

$$\varepsilon_к + \varepsilon_х = 100; \qquad \sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i = 100. \tag{10}$$

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1
МАГНИТНЫЙ АНАЛИЗ РУД И ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ

Цель работы: изучение конструкции трубчатого анализатора и освоение методики определения массовой доли сильномагнитных минералов (магнетита) в рудах и продуктах обогащения.

Пояснения к работе, конструкция и принцип разделения частиц в трубчатом магнитном анализаторе 25Т-СЭМ

Магнитный анализ применяется для контроля процесса магнитного обогащения, для исследований вещественного состава, обогатимости руд и продуктов обогащения. Магнитный анализ выполняется в соответствии с ГОСТ-25114-82 или по техническим условиям, разработанным предприятием применительно к обогащаемой магнетитовой руде.

Магнитный анализ магнетитовых руд крупностью менее 1 мм выполняется с помощью трубчатого анализатора 25Т-СЭМ. Такой анализатор получил общемировое название – «трубка Дэвиса».

Основными элементами трубчатого анализатора являются стеклянная трубка *4* и электромагнитная система, состоящая из обмоток возбуждения *1*, магнитопровода *2* и полюсных наконечников *3* (рисунок 1).

При магнитном анализе исходный материал с водой подают в трубку, совершающую возвратно-поступательные движения в межполюсном зазоре в пределах 30 мм с небольшим поворотом вокруг своей оси, что способствует очистке магнитного продукта от механически захваченных немагнитных частиц. Немагнитные частицы вместе с водой разгружаются через отверстие в нижней части трубки. Магнитные частицы *5* заполняют межполюсный зазор, притягиваясь к полюсам электромагнита (рисунок 1). В трубке поддерживается постоянный расход и уровень воды выше полюсных наконечников. После разгрузки немагнитных частиц отключается ток питания электромагнита и разгружается магнитная фракция. После проведения магнитного анализа определяют технологические показатели обогащения.

Необходимые материалы и оборудование:

– исходная руда (три пробы массой по 30-50 г);
– магнитный анализатор;
– стаканчик (3 шт.);
– промывалка;

– приемники для сбора немагнитной фракции (тазы – 2 шт.);
– чашки для сбора магнитной фракции (3 шт.);
– электронные весы;
– сушильный шкаф.

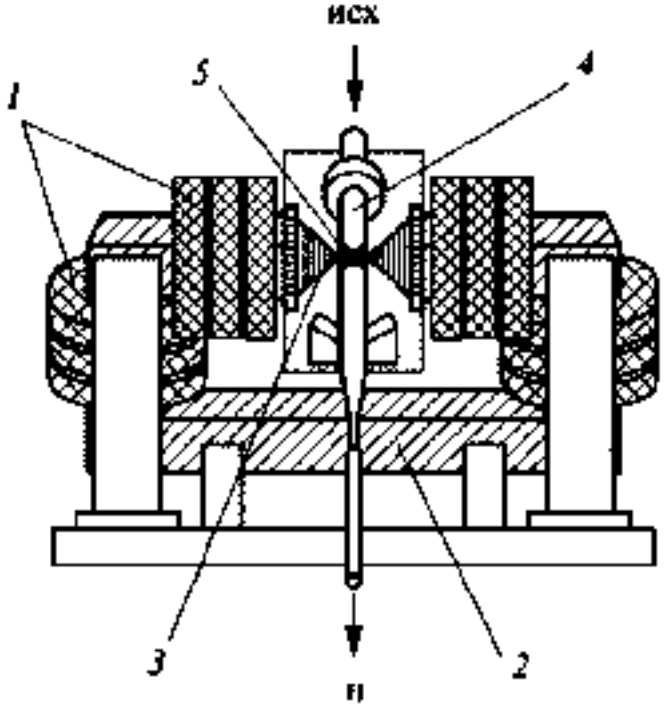


Рисунок 1 – Трубчатый анализатор 25Т-СЭМ:
1 – обмотки возбуждения; *2* – магнитопровод; *3* – полюсные наконечники; *4* – стеклянная трубка; *5* – магнитная фракция

Методика проведения работы

1. Подготавливаются три навески руды по 30-50 г каждая и замачиваются в стаканчиках.

2. Трубка магнитного анализатора заливается водой выше полюсов электромагнитной системы и устанавливается постоянный расход воды в пределах $(16\text{-}32)\cdot10^{-6}$ м^3/с (задает преподаватель). Вода поступает в сменные тазы.

3. Включается выпрямитель и путём вращения рукоятки по часовой стрелке устанавливается заданная величина силы тока в обмотках электромагнита. Для каждого опыта (для магнитного анализа каждой навески руды) преподаватель задаёт три значения силы тока, питающего электромагнит.

4. Включается привод стеклянной трубки и в нее небольшими порциями загружается исходный материал. Магнитные частицы под влиянием магнитного поля удерживаются на стенках трубки между полюсами.

Немагнитные частицы выносятся потоком воды из трубки в специальную сменную ёмкость (тазы). При наполнении первого таза он заменяется на второй таз. Вода из первого таза сливается в шламотстойник. Далее тазы постоянно меняются, пока вся немагнитная фракция не выйдет из трубки (определяется визуально).

Одновременно с подачей воды в трубку зажимом регулируется выгрузка материала из трубки таким образом, чтобы уровень воды оставался постоянным. Продолжительность проведения опыта обычно составляет 15-20 мин.

5. По окончании опыта (после выхода из трубки всей немагнитной фракции) отключается привод стеклянной трубки и прекращается подача воды в трубку. Таз для сбора немагнитного продукта меняется на чашку для сбора магнитного продукта.

6. Путем плавного вращения рукоятки выпрямителя против часовой стрелки силу тока снижают от заданного значения до нуля. После этого выпрямитель выключается.

Внимание! *Выключать выпрямитель можно только при снижении силы тока до нуля.*

7. Магнитная фракция разгружается с помощью промывалки в чашку.

6. Магнитная фракция обезвоживается, сушится и взвешивается с точностью до сотых долей грамма.

7. Пункты 2–6 повторяются для трёх навесок руды.

Основные требования техники безопасности!

1. *Включение трубчатого анализатора производится после визуальной проверки надежности заземления анализатора и блока питания электромагнита (выпрямителя) и отсутствия видимых повреждений оборудования.*

2. *В процессе работы необходимо стоять на диэлектрическом (резиновом) коврике и не касаться обмоток возбуждения электромагнита трубчатого анализатора.*

Обработка и интерпретация полученных экспериментальных результатов

Массы магнитных продуктов, полученных в трёх опытах, заносятся в таблицу 1. Массу немагнитного продукта для каждого опыта рассчитывают как разность между исходным и магнитным продуктами (см. формулу (1)).

Выходы продуктов рассчитываются по формулам (3). По формуле (5) выполняется проверка баланса по выходам.

На основании полученных данных строится графическая зависимость выхода магнитной фракции от силы тока, питающего электромагнит.

Пример вида графической зависимости и её оформления приведён на рисунке 2.

Таблица 1 – Результаты магнитного анализа руды

Продукт	Проба № 1 (I =…А)		Проба № 2 (I =…А)		Проба № 3 (I =…А)	
	Выход, %		Выход, %		Выход, %	
	г	%	г	%	г	%
Магнитная фракция Немагнитная фракция						
Исходная проба						

По полученной зависимости делается вывод, как сила тока влияет на выход магнитной фракции.

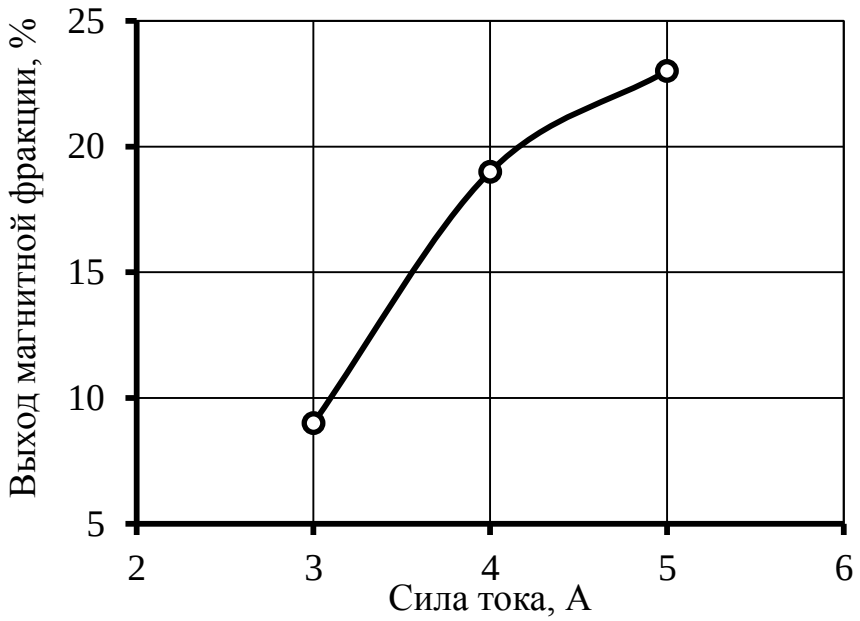


Рисунок 2 – Зависимость выхода магнитной фракции от силы тока, питающего электромагнит трубчатого анализатора 25Т-СЭМ

Оформление отчёта

В отчёте приводятся цель работы, методика проведения работы, расчётные формулы и полученные по ним результаты, таблица с результатами (см. таблицу 1), экспериментальная зависимость (см. рисунок 2), эскиз сепаратора (требования к эскизу приведены во ВВЕДЕНИИ) и вывод по работе.

Защита лабораторной работы № 1

Перечень необходимых знаний студента при защите приведён во ВВЕДЕНИИ. Дополнительно студент должен объяснить принцип действия используемого оборудования и полученные результаты, например, ответить на вопросы:

1. Как поведёт себя зависимость, приведённая на рисунке 2, при снижении силы тока до 0 А или при гипотетическом увеличении силы тока до бесконечности?

2. Какой вид будет иметь зависимость массовой доли железа в магнитной фракции или извлечение железа в магнитную фракцию от силы тока?

3. Как изменится вид зависимости, приведённой на рисунке 2, при увеличении (уменьшении) крупности исходного материала?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ РОЛИКОВОГО СЕПАРАТОРА НА ПОКАЗАТЕЛИ ОБОГАЩЕНИЯ

Цель работы: изучение конструкции валкового (роликового) сепаратора и определение влияния на выход магнитного продукта изменения крупности слабомагнитной руды и режимов работы роликового сепаратора.

Пояснения к работе, конструкция и принцип разделения частиц в роликовом магнитном сепараторе СЭ-138Т

Результаты магнитного разделения зависят от различных факторов: вещественного состава продуктов, их крупности, степени раскрытия полезных компонентов, напряженности магнитного поля, скорости вращения барабана (валка) сепаратора, длины и высоты рабочей зоны разделения, положения разделительной перегородки (шибера) и других факторов.

Работа выполняется на лабораторном роликовом сепараторе СЭ-138Т с замкнутой электромагнитной системой и с нижней подачей материала. В ходе выполнения работы определяется влияние на показатели обогащения следующих факторов: 1 – индукции магнитного поля (силы тока, подаваемого в электромагнит); 2 – положения разделительной перегородки (шибера); 3 – крупности исходного продукта.

Принципиальная конструкция роликового сепаратора СЭ-138Т приведена на рисунке 3. Основными элементами сепаратора являются

валок *3* с зубцами треугольного сечения и электромагнитная система, состоящая из обмоток возбуждения *1* и магнитопровода *2*.

Роликовый сепаратор СЭ-138Т работает следующим образом. Из бункера-питателя исходный материал поступает на вибролоток *5*. Вибролоток перемещает частицы в зону разделения, находящуюся под вращающимся валком *3*. Частицы с большей магнитной восприимчивостью притягиваются к зубцам вращающегося ролика *3* и выносятся ими за пределы действия магнитного поля, где происходит разгрузка этих частиц в соответствующий приёмник сепаратора. Для полной очистки зубцов ролика используется очиститель (щётка) *6*.

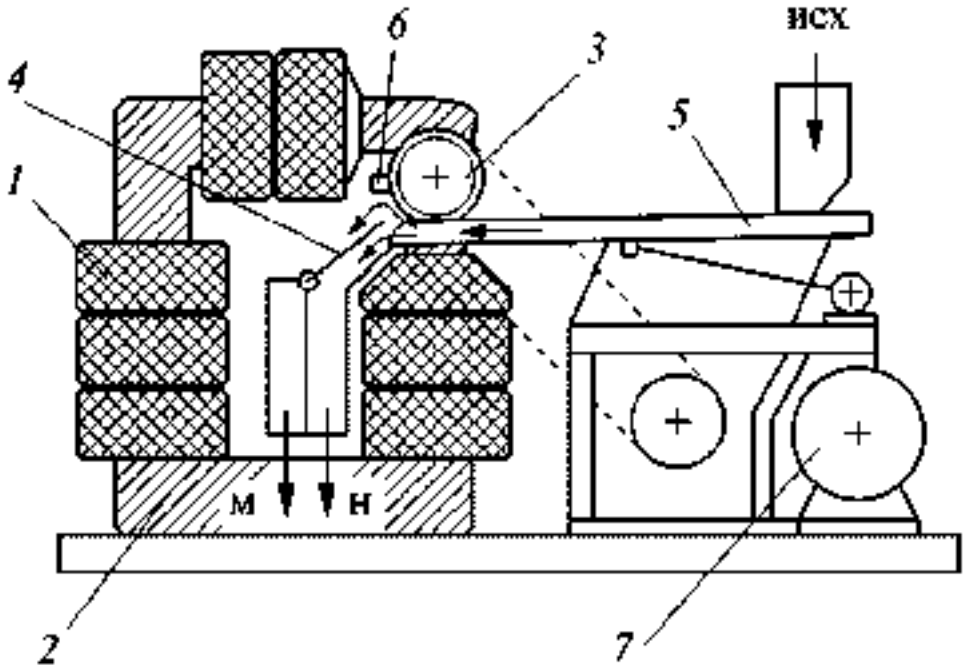


Рисунок 3 – Роликовый магнитный сепаратор СЭ-138Т:
1 – обмотки возбуждения; *2* – магнитопровод; *3* – ролик; *4* – шибер; *5* – вибролоток; *6* – очиститель ролика; *7* – электропривод

Частицы с меньшей магнитной восприимчивостью под действием силы тяжести разгружаются в месте окончания горизонтальной поверхности вибролотка (по ходу движения материала) и поступают в свой приёмник.

В роликовом сепараторе СЭ-138Т качество и количество получаемых продуктов разделения можно регулировать с помощью изменения положения шибера *4* или силы тока, питающего электромагнит.

Необходимые материалы и оборудование:

– исходный продукт слабомагнитной руды крупностью –3+0 мм (масса навески составляет 200–300 г);

– роликовый сепаратор СЭ-138Т;

– электронные весы;

– приемники (две баночки) для сбора магнитного и немагнитного продуктов;

– лабораторная валковая дробилка.

Общая методика проведения работы

1. Исходным материалом для проведения эксперимента является слабомагнитная руда. Исходную пробу перед подготовкой навески необходимо перемешать. Всего выполняется 18 опытов. Проводятся две серии опытов при разной крупности исходного продукта.

2. Первая серия опытов выполняется при крупности слабомагнитной руды –3+0 мм. Количество опытов – девять. Варьируемы факторы – три значения силы тока (задаются преподавателем от 0,5 до 5,0 А) и три положения шибера (верхнее, среднее и нижнее).

Все опыты первой серии выполняются на одной исходной навеске массой 200–300 г. После каждого опыта магнитный и немагнитный продукты смешиваются. Смешанный продукт будет являться исходным продуктом для следующего опыта.

3. Вторая серия опытов выполняется при крупности слабомагнитной руды –1+0 мм. Магнитный и немагнитный продукты девятого опыта первой серии смешиваются. Это проба подвергается двухкратному последовательному дроблению в валковой дробилке для уменьшения крупности пробы до –1+0 мм.

Количество опытов – девять. Значения варьируемых факторов (силы тока и положения шибера) и методика проведения работы принимаются как в первой серии опытов.

Методика проведения одного опыта

1. Устанавливается заданное положение шибера *4*.

2. Включается электропривод *7* вибролотка *5* и ролика *3* (см. рис. 3).

3. Включается выпрямитель и путём вращения рукоятки по часовой стрелке устанавливается заданная величина силы тока в обмотках электромагнита.

4. Исходную пробу с помощью совка загружают в приёмный бункер, из которого материал поступает на вибролоток. Вибролоток транспортирует частицы в зону разделения, где они делятся на два продукта – магнитный и немагнитный. Магнитный продукт разгружается в «ближнюю» баночку, немагнитный продукт разгружается в «дальнюю» баночку.

5. Когда на вибролотке не останется исходного материала (по визуальной оценке) опыт прекращают.

6. Путем плавного вращения рукоятки выпрямителя против часовой стрелки силу тока снижают от заданного значения до нуля. После этого выпрямитель выключается.

Внимание! *Выключать выпрямитель можно только при снижении силы тока до нуля.*

7. Выключается электропривод сепаратора.

8. Шибер *4* (см. рисунок 3) два раза быстро поворачивается вправо-влево для полного ссыпания с него магнитных частиц.

9. Баночки с магнитным и немагнитным продуктами вынимаются из зоны разгрузки сепаратора и переносятся к весам. Оба продукта взвешиваются с точностью до сотых долей грамма.

Основные требования техники безопасности!

1. *Включение роликового сепаратора производится после визуальной проверки надежности заземления сепаратора и блока питания электромагнита (выпрямителя) и отсутствия видимых повреждений оборудования.*

2. *В процессе работы необходимо стоять на диэлектрическом (резиновом) коврике и не касаться обмоток возбуждения электромагнита трубчатого анализатора.*

3. *Баночки с магнитным и немагнитным продуктами можно вынимать из зоны разгрузки сепаратора только при выключенном выпрямителе и при выключенном электроприводе сепаратора*.

Обработка и интерпретация полученных экспериментальных результатов

Массы и выходы магнитных продуктов, полученных в девяти опытах первой серии и в девяти опытах второй серии, заносятся в таблицу 2.

Выход магнитного продукта для каждого опыта рассчитывают по формуле (3). Массу исходного продукта для каждого опыта рассчитывают по формуле (1).

На основании полученных данных строятся графические зависимости выхода магнитной фракции от силы тока, питающего электромагнит, при разных положениях шибера. Зависимости приводятся на двух рисунках (для различной крупности исходного продукта). Пример вида графической зависимости и её оформления при крупности исходного продукта –3+0 мм приведён на рисунке 4.

Таблица 2 – Выход магнитной фракции при обогащении на роликовом сепараторе СЭ-138Т

Крупность исходного продукта –3+0 мм						
Положение шибера	Значение силы тока, I, А					
	I_1		I_2		I_3	
	г	%	г	%	г	%
Верхнее	M_{11}	$\gamma_{к\,11}$	M_{21}	$\gamma_{к\,21}$	M_{31}	$\gamma_{к\,31}$
Среднее	M_{12}	$\gamma_{к\,12}$	M_{22}	$\gamma_{к\,22}$	M_{32}	$\gamma_{к\,32}$
Нижнее	M_{13}	$\gamma_{к\,13}$	M_{23}	$\gamma_{к\,23}$	M_{33}	$\gamma_{к\,33}$
Крупность исходного продукта –1+0 мм						
Положение шибера	Значение силы тока, I, А					
	I_1		I_2		I_3	
	г	%	г	%	г	%
Верхнее	M_{11}	$\gamma_{к\,11}$	M_{21}	$\gamma_{к\,21}$	M_{31}	$\gamma_{к\,31}$
Среднее	M_{12}	$\gamma_{к\,12}$	M_{22}	$\gamma_{к\,22}$	M_{32}	$\gamma_{к\,32}$
Нижнее	M_{13}	$\gamma_{к\,13}$	M_{23}	$\gamma_{к\,23}$	M_{33}	$\gamma_{к\,33}$

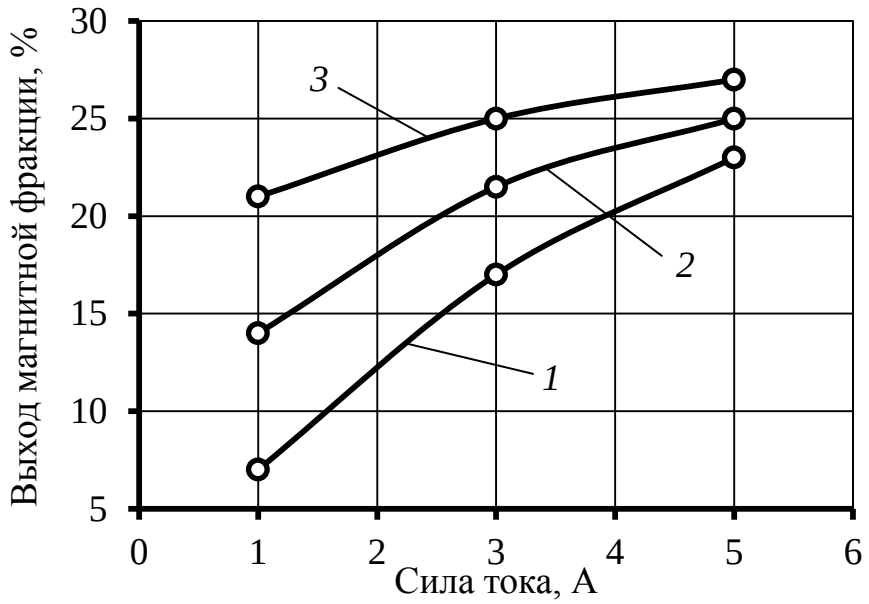


Рисунок 4 – Зависимость выхода магнитной фракции от силы тока, питающего электромагнит роликового сепаратора СЭ-138Т при крупности исходного продукта –3+0 мм:
1, 2 и *3* – верхнее, среднее и нижнее положение шибера

По полученным зависимостям делается вывод, как сила тока, положение шибера и крупность исходного продукта влияют на выход магнитного продукта.

Оформление отчёта

В отчёте приводятся цель работы, методика проведения работы, расчётные формулы и полученные по ним результаты, таблица с результатами (см. таблицу 2), два рисунка с полученными экспериментальными зависимостями (см. рисунок 4), эскиз сепаратора (требования к эскизу приведены во ВВЕДЕНИИ) и выводы по работе.

Защита лабораторной работы № 2

Перечень необходимых знаний студента при защите приведён во ВВЕДЕНИИ. Дополнительно студент должен объяснить принцип действия используемого оборудования и полученные результаты, например, ответить на вопросы:

1. Как поведут себя зависимости, приведённые на рисунках, при снижении силы тока до 0 А или при гипотетическом увеличении силы тока до бесконечности?

2. Какой вид будет иметь зависимость массовой доли магнитных минералов в магнитном продукте от силы тока?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОГАТИМОСТИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ МАГНИТНЫМ МЕТОДОМ

Цель работы: изучение методики исследования на обогатимость полезных ископаемых и техногенного сырья магнитным методом с помощью магнитного анализатора 25Т-СЭМ или роликового сепаратора СЭ-138Т.

Пояснения к работе, конструкции и принцип разделения частиц в используемом оборудовании

Анализ выполняется для оценки обогатимости исследуемого материала заданной крупности и определения максимально возможных показателей обогащения. Сущность метода заключается во фракционном анализе исходного продукта по магнитным свойствам, построении кривых обогатимости (Анри) и определении по ним предельных технологических показателей. Фракционный магнитный анализ позволяет получить количественную и качественную характеристику распределения материала по его магнитным свойствам.

По результатам магнитного анализа строятся кривые обогатимости. Они позволяют судить о предельных теоретических показателях обогащения (кривые β и ν) в зависимости от индукции магнитного

поля. В данной работе вместо индукции магнитного поля *B* используется сила тока *I*. Эти величины связаны функционально.

Конструкция, принцип разделения частиц в магнитном анализаторе 25Т-СЭМ и роликовом сепараторе СЭ-138Т и необходимое дополнительное оборудование приведены, соответственно в учебно-методических указаниях по выполнению лабораторных работ № 1 и 2.

Необходимые материалы и оборудование:

– исходный продукт – проба крупностью –1+0 мм массой 30-50 г, при использовании магнитного анализатора 25Т-СЭМ или проба крупностью –3+0 мм массой 200-300 г, при использовании роликового сепаратора СЭ-138Т;

– магнитный анализатор 25Т-СЭМ или роликовый сепаратор СЭ-138Т;

– электронные весы;

– приемники для сбора магнитной и немагнитной фракций;

– стаканчик, промывалка и сушильный шкаф (при использовании магнитного анализатора 25Т-СЭМ).

Методика проведения работы

1. Методики работы на *магнитном анализаторе 25Т-СЭМ и роликовом сепараторе СЭ-138Т приведены, соответственно в учебно-методических указаниях по выполнению лабораторных работ № 1 и 2*.

2. Фракционный анализ исходного продукта по магнитным свойствам выполняется по схеме, приведённой на рисунке 5. При анализе последовательно выделяются три магнитные фракции при последовательном увеличении силы тока и одна немагнитная фракция, получаемая в последнем опыте при максимальной силе тока. При использовании роликового сепаратора СЭ-138Т операция сушки продуктов разделения не применяется.

Величины силы тока задает преподаватель.

В первой операции магнитного разделения выделяется наиболее сильномагнитная фракция. Сила тока (I_1) при этом самая меньшая. Немагнитная фракция первой операции направляется на магнитное разделение во вторую операцию. Сила тока второй операции выше, чем у первой ($I_2 > I_1$). Немагнитная фракция второго приема разделения направляется на магнитное разделение в третьей операции при самой высокой силе тока ($I_3 > I_2 > I_1$).

3. Все полученные продукты (три магнитных и один немагнитный) высушиваются (при использовании магнитного анализатора 25Т-СЭМ) и взвешиваются.

4. В каждой фракции определяется массовая доля магнитного минерала или компонента (ее может задать преподаватель).

Основные требования техники безопасности приведены в лабораторных работах № 1 и 2.

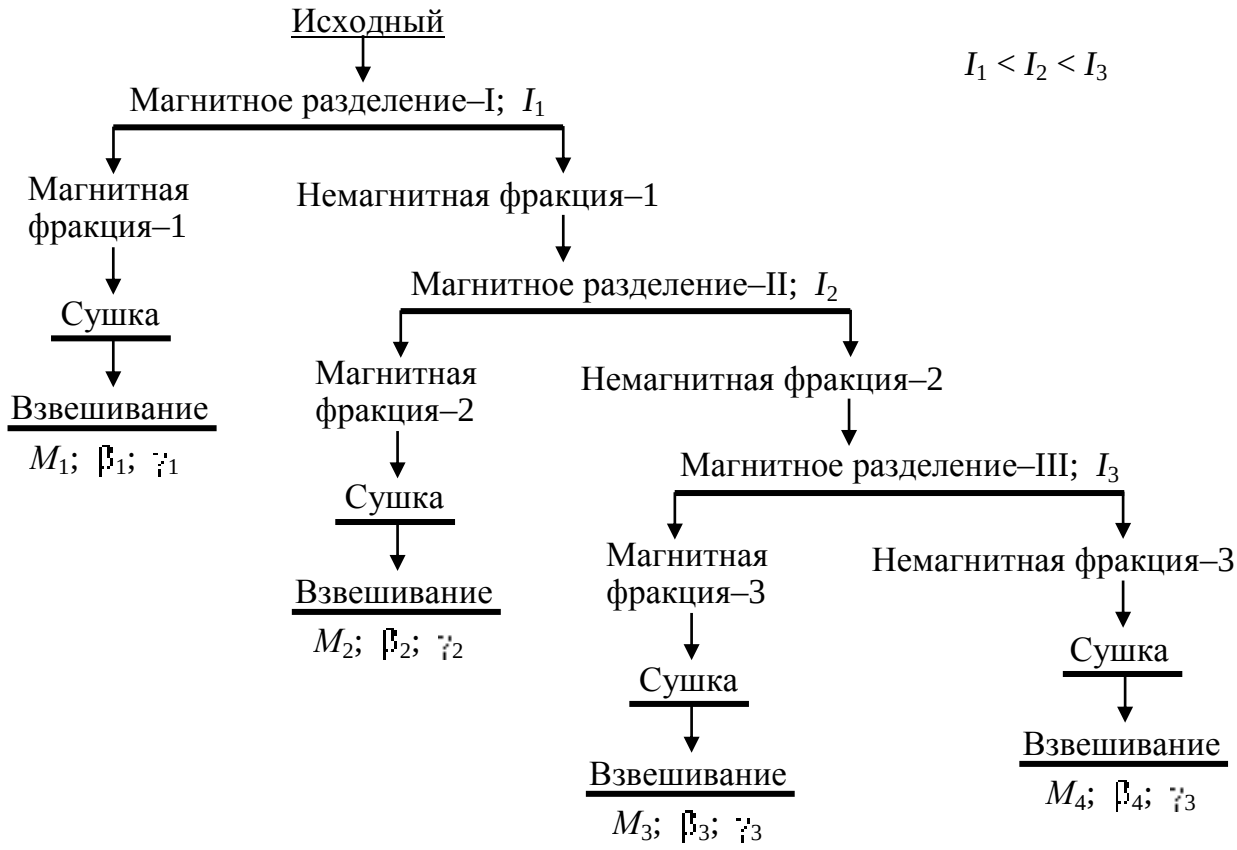


Рисунок 5 – Схема проведения исследования на обогатимость руды магнитным методом

Обработка полученных экспериментальных результатов

Результаты выполнения эксперимента (сила тока, массы четырёх продуктов, их выходы и массовые доли железа в них) заносятся в столбцы 2-5 таблицы 3.

Выходы трёх магнитных и одного немагнитного продукта рассчитывают по формуле (3). При расчёте выходов используется суммарная масса M_{Σ} исходного продукта, рассчитанная по формуле (2). Для суммы выходов продуктов должен выполняться баланс (см. формулу (5)).

Массовые доли магнитного минерала или полезного компонента (Fe, Mn) задаёт преподаватель или она определена с помощью рентгенофлуоресцентного анализатора.

Средняя массовая доля полезного компонента в исходном продукте рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^{n} \gamma_i \cdot \beta_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} \gamma_i \,. \qquad (11)$$

Столбец 6 таблицы 3 рассчитывается путём последовательного суммирования сверху вниз выходов, приведённых в столбце 4:

$$\gamma_{4x}=\gamma_4;\quad \gamma_{3x}=\gamma_4+\gamma_3;\quad \gamma_{2x}=\gamma_4+\gamma_3+\gamma_2;\quad \gamma_{1x}=\gamma_4+\gamma_3+\gamma_2+\gamma_1=100. \qquad (12)$$

Таблица 3 – Результаты фракционирования исходной пробы по магнитным свойствам

Наименование продукта (фракции)	Фракционный состав				Хвосты		Концентрат	
	Сила тока, А	Масса, г	Выход, %	Массовая доля, %	Выход, %	Массовая доля, %	Выход, %	Массовая доля, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Немагнитный–3	–	M_4	γ_4	β_4	γ_{4x}	ν_{4x}	$\gamma_{4к}$	$\beta_{4к}$
Магнитный–3	I_3	M_3	γ_3	β_3	γ_{3x}	ν_{3x}	$\gamma_{3к}$	$\beta_{3к}$
Магнитный–2	I_2	M_2	γ_2	β_2	γ_{2x}	ν_{2x}	$\gamma_{2к}$	$\beta_{2к}$
Магнитный–1	I_1	M_1	γ_1	β_1	γ_{1x}	ν_{1x}	$\gamma_{1к}$	$\beta_{1к}$
Исходная проба	–	M_α	100	α	–	–	–	–

Столбец 7 таблицы 3 рассчитывается с использованием формулы (11). При этом выполняется последовательный расчёт массовых долей полезного компоненты в суммарных продуктах разделения при увеличении количества продуктов сверху вниз от одной до четырёх:

$$\nu_{4x}=\beta_4;\quad \nu_{3x}=(\gamma_4\beta_4+\gamma_3\beta_3)/\gamma_{3x};\quad \nu_{2x}=(\gamma_4\beta_4+\gamma_3\beta_3+\gamma_2\beta_2)/\gamma_{2x};$$
$$\nu_{1x}=(\gamma_4\beta_4+\gamma_3\beta_3+\gamma_2\beta_2+\gamma_1\beta_1)/\gamma_{1x}. \qquad (13)$$

Столбец 8 таблицы 3 рассчитывается путём последовательного суммирования снизу вверх выходов, приведённых в столбце 4:

$$\gamma_{1к}=\gamma_1;\quad \gamma_{2к}=\gamma_1+\gamma_2;\quad \gamma_{3к}=\gamma_1+\gamma_2+\gamma_3;\quad \gamma_{4к}=\gamma_1+\gamma_2+\gamma_4+\gamma_4=100. \qquad (14)$$

Столбец 9 таблицы 3 рассчитывается с использованием формулы (11). При этом выполняется последовательный расчёт массовых долей полезного компоненты в суммарных продуктах разделения при увеличении количества продуктов снизу вверх от одной до четырёх:

$$\beta_{1к}=\beta_1;\quad \beta_{2к}=(\gamma_1\beta_1+\gamma_2\beta_2)/\gamma_{2к};\quad \beta_{3к}=(\gamma_1\beta_1+\gamma_2\beta_2+\gamma_3\beta_3)/\gamma_{3к};$$
$$\beta_{4к}=(\gamma_1\beta_1+\gamma_2\beta_2+\gamma_3\beta_3+\gamma_4\beta_4)/\gamma_{4к}\,. \qquad (15)$$

По данным таблицы 3 строятся кривые обогатимости (пример приведен на рисунке 6).

Построение кривых обогатимости

Кривые обогатимости включают в себя четыре зависимости: λ, β, ν и I. Все четыре кривые строятся на одном графике (рисунок 6). График имеет две оси ординат (левую и правую) и две оси абсцисс (нижнюю и верхнюю).

Для построения кривых обогатимости в определенном масштабе вычерчивается прямоугольник. На вертикальной левой оси сверху вниз откладывается выход хвостов (немагнитного продукта) от 0 до 100 %. На вертикальной правой оси снизу вверх – выход концентрата (магнитного продукта) от 0 до 100 %.

На горизонтальной нижней оси слева направо откладывается массовая доля полезного компонента во фракциях. Минимальное и максимальное значения нижней оси абсцисс должно быть выбрано таким образом, чтобы зависимости занимали не менее 70-80 % области построения на графике. Для этого минимальное значение нижней оси абсцисс принимают несколько меньшим величины β_4, а максимальное значение нижней оси абсцисс принимают несколько большим величины β_1.

На горизонтальной верхней стороне слева направо откладывают величину силы тока (I). Минимальное значение верхней оси абсцисс принимают несколько меньшим величины I_1, а максимальное значение верхней оси абсцисс принимают несколько большим величины I_3.

Перед построением четырёх кривых обогатимости выполняются построения вспомогательных линий. Через всё поле графика проводится вертикальная линия, абсцисса которой равна средней массовой доле полезного компонента α (линия *1*, см. рисунок 6). Также проводятся три горизонтальных линии, ординаты которых равны $\gamma_{4x}=\gamma_{3к}$; $\gamma_{3x}=\gamma_{2к}$; $\gamma_{2x}=\gamma_{1к}$ (см. рисунок 6).

1. Кривая λ – кривая элементарных фракций, показывающая распределение полезного компонента по отдельным фракциям. Эта кривая строится по данным столбца 5 таблицы 3 и с использованием горизонтальных и вертикальных вспомогательных линий с абсциссами β_4; β_3; β_2; β_1 (см. рисунок 6). С помощью вспомогательных линий строят четыре прямоугольника *2* (см. рисунок 6), правая сторона которых соответствует массовой доле полезного компонента в каждой фракции от β_4 до β_1 (столбец 5 таблицы 3), а левой стороной является ось ординат. Через середины правых сторон прямоугольников прово-

дится плавная кривая λ. Каждый прямоугольник соответствует своей фракции. Чем выше площадь прямоугольника, тем больше извлечение полезного компонента в эту фракцию.

При построении кривой λ необходимо стремиться, чтобы площадь «условного треугольника» 3_i (см. рисунок 6), отсекаемого от прямоугольника была равна площади «условного треугольника» 4_i (см. рисунок 6. Это правило необходимо соблюдать для всех фракций, кроме первой и последней. Поэтому в настоящей работе это правило необходимо соблюдать для двух средних продуктов (магнитный–2 и магнитный–3, см. таблицу 3).

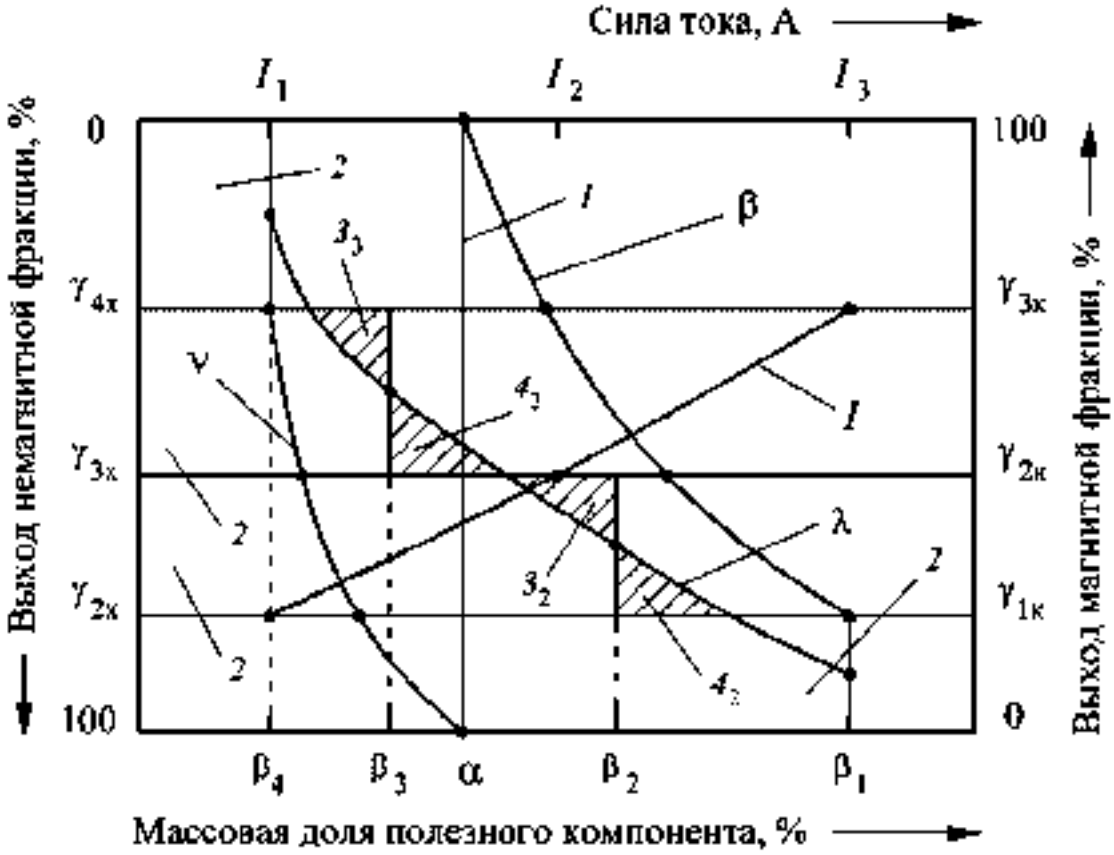


Рисунок 6 – Пример кривых обогатимости магнетитовой руды:
λ – кривая элементарных фракций; β – кривая магнитного продукта; ν – кривая немагнитного продукта; *I* – кривая признака разделения (силы тока); *1* – линия массовой доли железа в исходной пробе; *2* – прямоугольники, площадь которых характеризует извлечение полезного компонента во фракции с различными магнитными свойствами; 3_2 и 4_2 – «условные треугольники» магнитной фракции–2 с равной площадью; 3_3 и 4_3 – «условные треугольники» магнитной фракции–3 с равной площадью

2. Кривая β – кривая магнитного продукта (концентрата). Она строится по результатам столбца 8 (откладываются по правой вертикальной оси снизу вверх) и столбца 9 (откладываются по нижней

оси). Верхняя точка кривой β соответствует выходу 100 % и массовой доле полезного компонента в исходном продукте α.

3. Кривая ν – кривая немагнитного продукта (хвостов). Она строится по данным столбца 6 (откладываются по левой вертикальной оси сверху вниз) и столбца 7 (откладываются по нижней оси). Нижняя точка кривой ν соответствует выходу 100 % и массовой доле полезного компонента в исходном продукте α.

4. Кривая *I* – кривая признака разделения (силы тока). Она строится по данным столбца 2 (откладываются по верхней оси) и столбца 8 (откладываются по правой вертикальной оси снизу вверх).

Особенности построения кривых обогатимости руды магнитным методом обогащения

Нельзя продолжать кривые λ и *I* вправо и влево, кривую β вправо и кривую ν влево (в сторону уменьшения или увеличения массовой доли полезного компонента до нуля или до 100 %). Полученные зависимости (кривые обогатимости) не должны выходить за область эксперимента, определяемую диапазоном изменения силы тока, питающего электромагнит сепаратора. Можно только предполагать, как поведут себя эти зависимости при дальнейшем снижении или увеличении силы тока.

Оформление отчёта

В отчёте приводятся цель работы, методика проведения работы, расчётные формулы и полученные по ним результаты (см. таблицу 3), кривые обогатимости (см. рисунок 6), эскиз сепаратора (магнитного анализатора 25Т-СЭМ или роликового сепаратора СЭ-138Т). Вывод по работе не делается.

Защита лабораторной работы № 3

Перечень необходимых знаний студента при защите приведён во ВВЕДЕНИИ.

По одному из заданных преподавателем показателей ($\gamma_к$, $\gamma_х$, β, ν или *I*) по кривым обогатимости находятся другие технологические показатели обогащения. Например, если задана сила тока (*I*), то по кривым обогатимости необходимо найти $\gamma_к$, $\gamma_х$, β, ν; если задана β – необходимо найти $\gamma_к$, $\gamma_х$, ν, *I*).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4
СУХАЯ МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ СИЛЬНОМАГНИТНЫХ РУД

Цель работы: изучение конструкции барабанного магнитного сепаратора с верхней подачей материала для сухого обогащения, освоение методики приближённого определения количества магнитных минералов в продуктах обогащения и определение влияния на выход магнитного продукта изменения индукции магнитного поля сепаратора (силы тока, подаваемого в электромагнитную систему).

Пояснения к работе, конструкция и принцип разделения частиц в барабанном магнитном сепараторе с верхней подачей, конструкция ручного магнита и его использование для разделения пробы на «магнитную» и «немагнитную» фракции

Работа выполняется на лабораторном барабанном сепараторе с верхней подачей материала для сухого обогащения ЭБС-33/18 с электромагнитной системой. В ходе выполнения работы определяется влияние на показатели обогащения индукции магнитного поля (силы тока, подаваемого в электромагнит).

Принципиальная конструкция барабанного сепаратора с верхней подачей приведена на рисунке 7, *а*. Основными элементами сепаратора являются вращающийся барабан *1*, внутри которого неподвижно расположена электромагнитная система *2*.

Барабанный сепаратор с верхней подачей материала работает следующим образом. Исходный материал поступает на вращающийся барабан *1* и транспортируются им в зону разделения, ограниченную областью действия (сектором) магнитной системы *2*. Немагнитные частицы под действием механических сил отрываются от барабана раньше, чем магнитные, и попадают в приемник *5*. Магнитные частицы притягиваются к магнитной системе и транспортируются барабаном до края магнитной системы, после чего они отрываются и попадают в приемники *6* и *7*. Качество и количество получаемых продуктов разделения можно регулировать с помощью изменения положения шиберов *4* (см. рисунок 7, *а*).

Для приближённой оценки количества магнитных частиц в продуктах обогащения используется ручной магнит в чехле (РМЧ). Этот метод широко применяется при обогащении магнетитовых руд для предварительного контроля количества сильномагнитной фракции в немагнитном продукте обогащения (при идеальном обогащении мас-

совая доля сильномагнитных частиц в немагнитном продукте должна равняться нулю).

Конструкция ручного магнита в чехле (РМЧ) приведена на рисунке 7, *б*. Основными элементами РЧМ являются магнитная система из постоянных магнитов *1*, помещённая внутри чехла *2* с ручкой *3*.

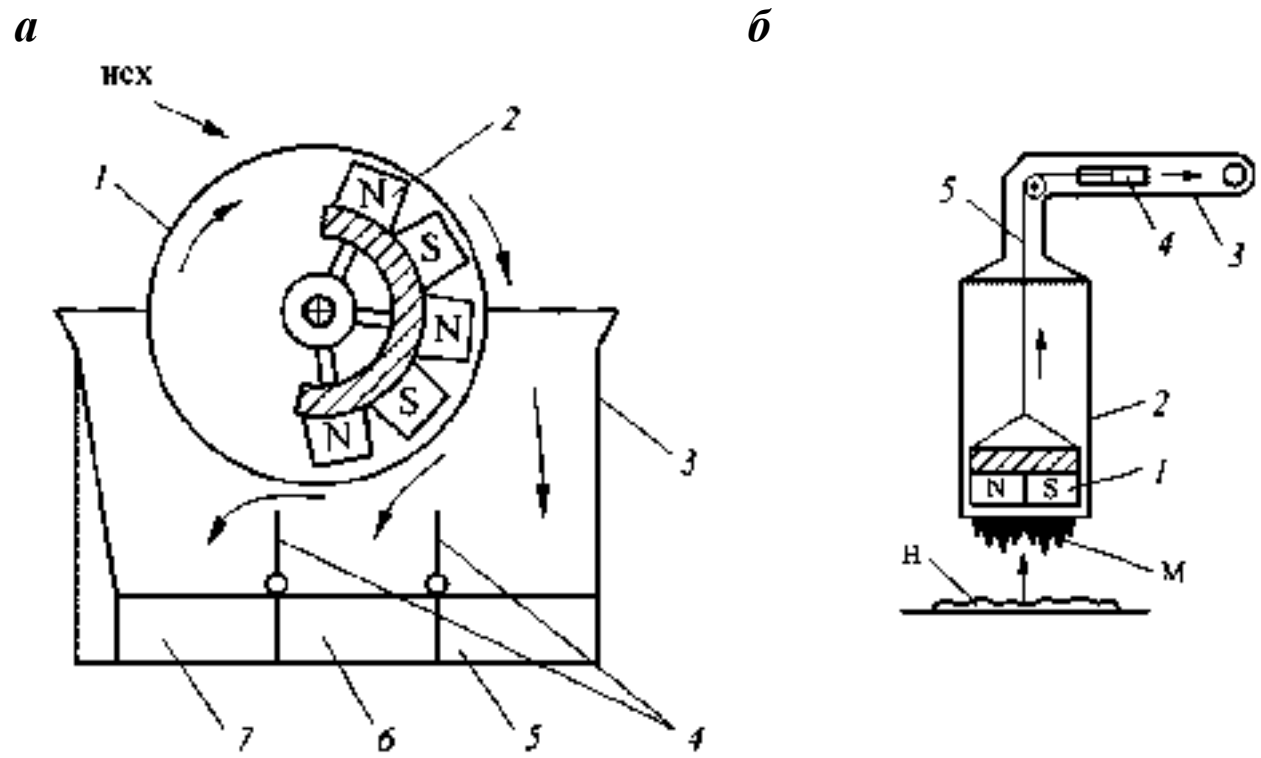


Рисунок 7 – Лабораторное оборудование для сухого обогащения сильномагнитных руд:

а – барабанный сепаратор с верхней подачей материала: *1* – вращающийся барабан; *2* – неподвижная магнитная система; *3* – корпус; *4* – шиберы; *5*, *6* и *7* – приёмники, соответственно для немагнитного и двух магнитных продуктов; *б* – ручной магнит в чехле (РМЧ): *1* – магнитная система; *2* – чехол; *3* – ручка; *4* – устройство для подъёма магнитной системы; *5* – нить; М и Н – магнитный и немагнитный продукты

Принцип выделения сильномагнитных частиц из продукта магнитного обогащения (из руды) заключается в следующем. Ручной магнит подносят сверху к исследуемой пробе. Магнитные частицы притягиваются к магнитной системе *1*, немагнитные частицы к РМЧ не притягиваются и остаются в исходном положении. Далее ручной магнит перемещают вверх и в сторону от исследуемой пробы. После этого магнитную систему вручную поднимают вверх путём перемещения вправо устройства *4* (см. рисунок 7, *б*). Это приводит к резкому уменьшению индукции магнитного поля на рабочей поверхности (нижней плоскости) РМЧ и к отрыву магнитных частиц, которые падают вниз в приготовленную чашку.

Необходимые материалы и оборудование:

– исходный продукт сильномагнитной руды крупностью –12+0 мм (масса навески составляет 700–1000 г);

– барабанный сепаратор с верхней подачей материала;

– ручной магнит в чехле;

– чашки для продуктов;

– совок;

– электронные весы.

Методика проведения работы

1. Исходная проба взвешивается и помещается чашку.

2. Шиберы магнитного сепаратора устанавливаются в вертикальное положение.

3. Включается привод барабана сепаратора

4. Включается выпрямитель и путём вращения рукоятки по часовой стрелке устанавливается заданная величина силы тока в обмотках электромагнита. Для каждого опыта преподаватель задаёт три значения силы тока, питающего электромагнит. *Всего выполняются три опыта*.

5. Исходную пробу с помощью совка загружают в приёмный бункер, из которого материал поступает на вращающийся барабан *1*. Немагнитный продукт разгружается в приемник *5*. Магнитный продукт разгружается в приемники *6* и *7* (см. рисунок 7, *а*).

6. После окончания опыта (после прекращения подачи исходного материала на барабан) силу тока плавно снижают от заданного значения до нуля путём вращения рукоятки выпрямителя против часовой стрелки. После этого выпрямитель выключается.

Внимание! *Выключать выпрямитель можно только при снижении силы тока до нуля.*

7. Отключается электропривод барабана.

8. Из корпуса сепаратора *3* вынимаются приёмники *5*, *6* и *7* (см. рисунок 7). Из приёмника *5* немагнитный продукт (хвосты) пересыпается в чашку и взвешивается с определением массы $M_{\text{х}}$. Из приёмников *6* и *7* магнитные продукты пересыпается в другую чашку (магнитные продукты объединяются в концентрат) и взвешиваются с определением массы $M_{\text{к}}$. Массы продуктов заносятся в столбец 2 таблицы 4.

9. Концентрат укладывают монослоем на лист бумаги, помещённый на разделочный стол, со столешницей из немагнитного материала (из дерева). С помощью ручного магнита в чехле выделяют из

концентрата магнитные частицы. Магнитные частицы взвешивают с определением массы $К_к$. Аналогично выделяют из хвостов магнитные частицы, которые в дальнейшем взвешиваются с определением массы $К_х$. Массы магнитных частиц, выделенных из концентрата и хвостов, заносятся в столбец 3 таблицы 4.

10. Магнитные и немагнитные продукты, полученные с помощью ручного магнита в чехле (четыре продукта), объединяют в один продукт. Этот продукт будет являться исходным продуктом для проведения второго (третьего) опыта.

11. Пункты 1–10 повторяются при проведении второго опыта и, далее, при проведении третьего опыта.

Основные требования техники безопасности!

1. *Включение магнитного сепаратора производится после визуальной проверки надежности заземления сепаратора и блока питания электромагнита* (*выпрямителя*) *и отсутствия видимых повреждений оборудования.*

2. *В процессе работы необходимо стоять на диэлектрическом* (*резиновом*) *коврике и не касаться вращающихся частей сепаратора.*

Обработка и интерпретация полученных экспериментальных результатов

Экспериментальными результатами каждого опыта являются массы $М_к$, $М_х$, $К_к$, $К_х$ (см. таблицу 4). Массу $М_{..}$ рассчитывают по формуле (1) и записывают в столбец 2. Массу $К_{..}$ рассчитывают по формуле: $К_{..} = К_к + К_х$ и записывают в столбец 3 таблицы 4.

Выходы продуктов, массовые доли магнитной фракции в продуктах и извлечения магнитной фракции в продукты рассчитывают с использованием формул (3), (5), (6), (8) и (10). Результаты заносят в столбцы 4–6 таблицы 4.

Эффективность магнитной сепарации в каждом опыте рассчитывают по формуле:

$$E = 100 \cdot (\varepsilon_к - \gamma_к) / (100 - \alpha). \qquad (16)$$

По полученным данным строятся графические зависимости выхода концентрата, эффективности магнитной сепарации (или другой функции) от силы тока, питающего электромагнит. Зависимости оформляются на двух рисунках. Преподаватель может задать другие функции (например, массовую долю магнитной фракции в хвостах обогащения) для построения графических зависимостей. Пример вида графической зависимости и её оформления приведён на рисунке 2.

Таблица 4 – Результаты сухой магнитной сепарации магнетитовой руды

Продукт	Масса, г		Выход, %	Массовая доля магнитных частиц, %	Извлечение магнитных частиц, %	Эффективность магнитной сепарации, %
	продукта	магнитных частиц				
1	2	3	4	5	6	7
Опыт № 1 (I =…А)						
Концентрат	$M_к$	$K_к$				E_1
Хвосты	$M_х$	$K_х$				
Исходный	$M_и$	$K_и$				
Опыт № 2 (I =…А)						
Концентрат	$M_к$	$K_к$				E_2
Хвосты	$M_х$	$K_х$				
Исходный	$M_и$	$K_и$				
Опыт № 3 (I =…А)						
Концентрат	$M_к$	$K_к$				E_3
Хвосты	$M_х$	$K_х$				
Исходный	$M_и$	$K_и$				

По экспериментальным зависимостям делаются выводы, как сила тока влияет на выход концентрата и на эффективность магнитной сепарации, или на другую заданную функцию, например на массовую долю магнитной фракции в хвостах.

Оформление отчёта

В отчёте приводятся цель работы, методика проведения работы, расчётные формулы и полученные по ним результаты, таблица с результатами (см. таблицу 4), два рисунка с полученными экспериментальными зависимостями, эскиз сепаратора (требования к эскизу приведены во ВВЕДЕНИИ) и выводы по работе.

Защита лабораторной работы № 4

Перечень необходимых знаний студента при защите приведён во ВВЕДЕНИИ. Дополнительно студент должен объяснить принцип действия используемого оборудования и полученные результаты, например, ответить на вопросы:

1. Как поведут себя экспериментальные зависимости при снижении силы тока до 0 А или при гипотетическом увеличении силы тока до бесконечности?

2. Как изменятся технологические показатели обогащения при увеличении линейной скорости вращения барабана сепаратора.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

МОКРАЯ МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ СИЛЬНОМАГНИТНЫХ РУД

Цель работы: изучение конструкции барабанного магнитного сепаратора с нижней подачей материала для мокрого обогащения, освоение методики приближённого определения количества магнитных минералов в хвостах мокрого магнитного обогащения.

Пояснения к работе, конструкция и принцип разделения частиц в барабанном магнитном сепараторе с нижней подачей для мокрого обогащения

Работа выполняется на лабораторном барабанном сепараторе с нижней подачей материала для мокрого обогащения 120Т-СЭМ с электромагнитной системой.

Принципиальная конструкция барабанного сепаратора с нижней подачей приведена на рисунке 8. Основными элементами сепаратора являются вращающийся барабан *1*, внутри которого неподвижно расположена электромагнитная система *2*, и ванна *3*.

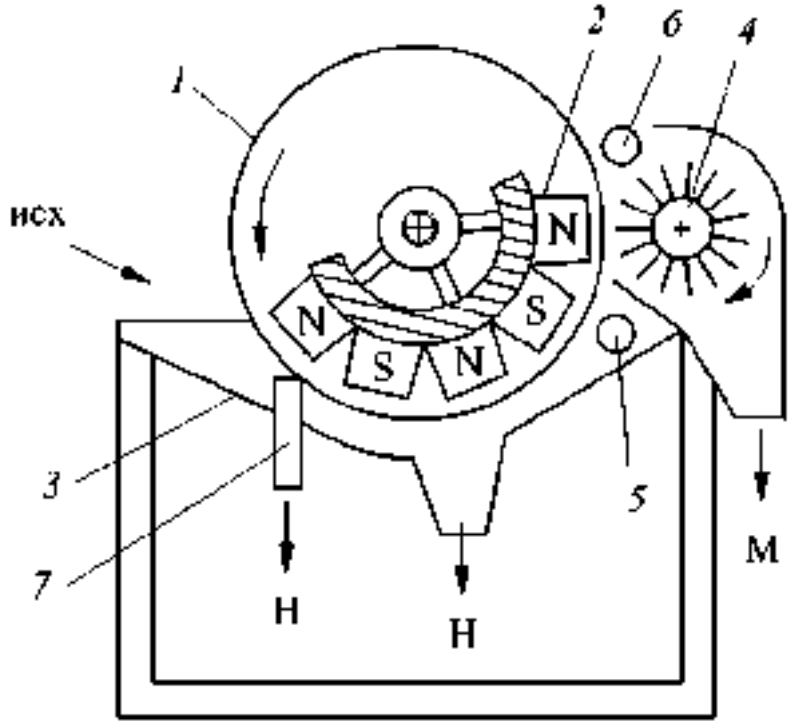


Рисунок 8 – Лабораторный барабанный сепаратор 120Т-СЭМ с нижней подачей материала для мокрого обогащения:

1 – вращающийся барабан; *2* – неподвижная магнитная система; *3* – ванна; *4* – индукционный съёмник (вращающийся валок с железными прутками); *5* и *6* – патрубки с отверстиями для подачи на барабан, соответственно промывной воды и смывной воды; *7* – переливной патрубок для поддержания постоянного уровня пульпы в ванне

Барабанный сепаратор с нижней подачей материала работает следующим образом. Исходный материал поступает в виде пульпы в ванну сепаратора *3*. Немагнитные частицы вместе с водой под действием силы тяжести движутся по дну ванны и разгружаются через нижнее центральное отверстие в ванне и, частично, через переливной патрубок *7*. Магнитные частицы притягиваются к магнитной системе *2* и транспортируются барабаном *1* до края магнитной системы, после чего они отрываются от барабана и притягиваются к намагниченным железным пруткам индукционного съемника *4*, расположенным напротив последнего полюса магнитной системы. На этих прутках наводится более высокое магнитное поле, по сравнению с полем, создаваемым электромагнитной системой. При повороте индукционного съёмника по часовой стрелке железные прутки размагничиваются и больше не удерживают магнитные частицы. Далее магнитные частицы отрываются от индукционного съёмника и попадают в приёмник магнитной фракции (см. рисунок 8).

Для повышения качества концентрата на барабан из патрубка *5* под давлением подаётся промывная вода, способствующая удалению из объема извлечённых магнитных частиц, случайно попавших в него немагнитных частиц. Для лучшей разгрузки магнитных частиц с помощью индукционного съёмника *4* на барабан *1* подаётся смывная вода из патрубка *6*. Для поддержания постоянного уровня пульпы в ванне используется переливной патрубок *7*, через верхнее отверстие которого переливается избыток пульпы в ванне *3*. Перелив направляют в немагнитный продукт (см. рисунок 8).

Необходимые материалы и оборудование:

– проба сильномагнитной магнетитовой (титаномагнетитовой) руды крупностью –1+0 мм (масса навески составляет 300–500 г);

– барабанный сепаратор с нижней подачей материала;

– ручной магнит в чехле (см. рисунок 7, *б*);

– таз для магнитного продукта и ведро для немагнитного продукта;

– чашки для продуктов;

– электронные весы.

Методика проведения работы

1. Исходная проба взвешивается и помещается чашку.

2. Открывается вентиль для подачи воды в патрубки *5* и *6*.

3. Открывается вентиль для подачи воды в ванну *3*. После заполнения ванны водой избыток воды в ванны будет выводиться через

переливной патрубок *7*. Изменением количества воды, подаваемой в ванну, добиваются минимального расхода переливной воды.

4. Устанавливается таз и ведро для сбора продуктов разделения.

5. Включается привод барабана сепаратора

6. Включается выпрямитель и путём вращения рукоятки по часовой стрелке устанавливается заданная величина силы тока в обмотках электромагнита, равная 8 А.

7. Исходную пробу загружают в ванну *3* сепаратора. Немагнитный продукт разгружается через нижнее отверстие в ванне и собирается в ведро. Магнитный продукт разгружается с помощью индукционного съёмника *4* и собирается в таз.

8. После окончания опыта силу тока плавно снижают от заданного значения до нуля путём вращения рукоятки выпрямителя против часовой стрелки. После этого выпрямитель выключается.

Внимание! *Выключать выпрямитель можно только при снижении силы тока до нуля.*

9. Отключается электропривод барабана.

10. Прекращается подача воды в ванну и в патрубки *5* и *6*.

11. Немагнитный продукт (хвосты) декантируется и переносится в чашку, сушится и взвешивается с определением массы $M_х$. Магнитный продукт (концентрат) из таза переносится в чашку, сушится и взвешивается с определением массы $M_к$. Массы продуктов заносятся в столбец 2 таблицы 5.

12. Концентрат укладывают монослоем на немагнитную поверхность. С помощью ручного магнита в чехле выделяют из концентрата магнитные частицы. Магнитные частицы взвешивают с определением массы $К_к$. Аналогично выделяют из хвостов магнитные частицы, которые в дальнейшем взвешиваются с определением массы $К_х$. Массы магнитных частиц, выделенных из концентрата и хвостов, заносятся в столбец 3 таблицы 5. Методика выделения сильномагнитных частиц из продукта магнитного обогащения с помощью ручного магнита приведена в лабораторной работе № 4.

Основные требования техники безопасности!

1. *Включение магнитного сепаратора производится после визуальной проверки надежности заземления сепаратора и блока питания электромагнита (выпрямителя) и отсутствия видимых повреждений оборудования.*

2. *В процессе работы необходимо стоять на диэлектрическом (резиновом) коврике и не касаться вращающих частей сепаратора*.

Обработка и интерпретация полученных экспериментальных результатов

Экспериментальными результатами каждого опыта являются массы $M_к$, $M_х$, $K_к$, $K_х$ (см. таблицу 5).

Таблица 5 – Результаты мокрой магнитной сепарации магнетитовой руды

Продукт	Масса, г		Выход, %	Массовая доля магнитных частиц, %	Извлечение магнитных частиц, %
	продукта	магнитных частиц			
1	2	3	4	5	6
Концентрат	$M_к$	$K_к$			
Хвосты	$M_х$	$K_х$			
Исходный	$M_α$	$K_α$			

Массу $M_{исх}$ рассчитывают по формуле (1) и записывают в столбец 2. Массу $K_{исх}$ рассчитывают по формуле: $K_{исх}= K_к+K_х$ и записывают в столбец 3. Выходы продуктов, массовые доли магнитной фракции в продуктах и извлечения магнитной фракции в продукты рассчитывают с использованием формул (3), (5), (6), (8) и (10). Результаты заносят в столбцы 4–6 таблицы 5.

По экспериментальным данным делается вывод о степени извлечения сильномагнитных частиц при магнитной сепарации.

Оформление отчёта

В отчёте приводятся цель работы, методика проведения работы, расчётные формулы и полученные по ним результаты, таблица с результатами (см. таблицу 5), эскиз сепаратора (требования к эскизу приведены во ВВЕДЕНИИ) и вывод по работе.

Защита лабораторной работы № 5

Перечень необходимых знаний студента при защите приведён во ВВЕДЕНИИ. Дополнительно студент должен объяснить принцип действия используемого оборудования и полученные результаты, например, ответить на вопросы:

1. Изменение каких параметров магнитного сепаратора может привести к увеличению извлечения магнитных частиц и к увеличению выхода магнитного продукта?

2. Как изменятся массовые доли магнитных частиц в концентрате и в хвостах при увеличении извлечения магнитных частиц?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6
ВЫСОКОГРАДИЕНТНАЯ МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ

Цель работы: ознакомление с процессом высокоградиентной магнитной сепарации изучение конструкции лабораторного сепаратора-анализатора.

Пояснения к работе, конструкция и принцип разделения частиц в лабораторном высокоградиентном магнитном сепараторе-анализаторе

Метод высокоградиентной магнитной сепарации применяется для обогащения слабомагнитных тонкоизмельченных продуктов.

Работа выполняется на лабораторном высокоградиентном магнитном сепараторе, основными элементами которого являются электромагнитная система от трубчатого анализатора 25Т-СЭМ и рабочая матрица *4*, заполненная ферромагнитными рифлёными (с заострениями) пластинами *5* (рисунок 9).

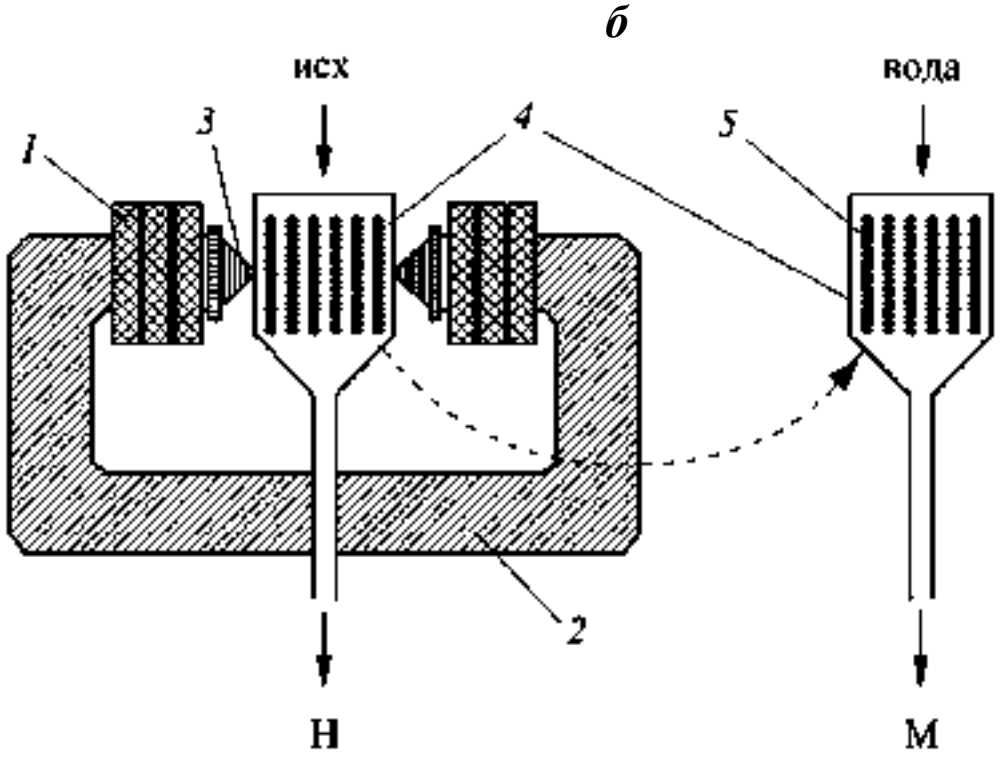


Рисунок 9 – Лабораторный высокоградиентный сепаратор–анализатор:
а – цикл подачи исходного и разгрузки немагнитного продукта; *б* – цикл разгрузки магнитного продукта; *1* – обмотки возбуждения; *2* – магнитопровод; *3* – полюсные наконечники; *4* – рабочая матрица; *5* – рифлёные ферромагнитные пластины; М и Н – магнитный и немагнитный продукты

Принцип разделения в высокоградиентном сепараторе заключается в следующем (см. рисунок 9). При помещении рабочей матрицы сепаратора, заполненной ферромагнитными телами (рифлёными пластинами), во внешнее магнитное поле ферромагнитные тела намагничиваются и создают магнитное поле с большей индукцией и с большим градиентом по сравнению с магнитным полем, создаваемым в воздушном зазоре внешней магнитной системой. Магнитная сила внутри объёма ферромагнитных тел хотя и ограничена, но больше, чем в любом другом сопоставимом сепараторе. Когда рабочая матрица сепаратора находится в зоне действия внешнего магнитного поля, в объём ферромагнитных тел подаётся пульпа исходного материала. Слабомагнитные частицы притягиваются к заостреним ферромагнитных пластин. Немагнитные частицы вместе с водой проходят между ферромагнитными телами и разгружаются под действием силы тяжести (см. рисунок 9, *а*). Далее рабочая матрица выводится из зоны действия магнитного поля, ферромагнитные тела размагничиваются и не удерживают слабомагнитные частицы, которые смываются водой и попадают в свой приёмник (см. рисунок 9, *б*).

Необходимые материалы и оборудование:

– исходный материал: две пробы слабомагнитного продукта крупностью –1+0 мм по 20-50 г;

– лабораторный высокоградиентный сепаратор и трубчатый анализатор 25Т-СЭМ;

– стаканчик (2 шт.);

– промывалка;

– приемники для сбора немагнитной фракции (тазы) – 2 шт.;

– чашки для сбора магнитной фракции – 2 шт.;

– электронные весы;

– сушильный шкаф.

Методика проведения работы

1. Подготавливаются две навески по 20-50 г каждая и замачиваются в стаканчиках.

2. Выполняется первый опыт при заданной силе тока (5-8 А) на трубчатом анализаторе. Методика работы на *магнитном анализаторе 25Т-СЭМ приведена в учебно-методических указаниях по выполнению лабораторной работы № 1*.

3. Магнитная фракция первого опыта обезвоживается, сушится и взвешивается. Немагнитная фракция первого опыта удаляется в шламоотстойник.

4. Второй опыт выполняется на высокоградиентном сепараторе при такой же силе тока (5-8 А), как при первом опыте.

5. Включается выпрямитель и путём вращения рукоятки по часовой стрелке устанавливается заданная величина силы тока в обмотках электромагнита.

6. В рабочую матрицу сепаратора небольшими порциями из стаканчика загружается пульпа исходного материала. На верхнюю часть рифлёных пластин подаётся вода из промывалки.

7. Немагнитный продукт разгружается вместе с промывной водой в тазы. Немагнитная фракция второго опыта удаляется в шламоотстойник.

8. По окончании второго опыта (после загрузки всего исходного продукта) прекращается подача промывной воды. Таз для сбора немагнитного продукта меняется на чашку для сбора магнитного продукта.

9. Путем плавного вращения рукоятки выпрямителя против часовой стрелки силу тока снижают от заданного значения до нуля. После этого выпрямитель выключается.

Внимание! *Выключать выпрямитель можно только при снижении силы тока до нуля.*

10. Магнитная фракция разгружается в чашку с помощью воды, подаваемой промывалки.

11. Магнитная фракция обезвоживается, сушится и взвешивается с точностью до сотых долей грамма.

Основные требования техники безопасности!

1. *Перед началом работы необходимо визуально убедиться в надежности заземления и отсутствия видимых повреждений оборудования и блоков питания электромагнитов (выпрямителей тока).*

2. *В процессе работы необходимо стоять на диэлектрическом (резиновом) коврике и не касаться обмоток возбуждения электромагнитных систем магнитного анализатора и высокоградиентного сепаратора.*

Обработка и интерпретация полученных экспериментальных результатов

По формуле (3) рассчитываются выходы магнитных продуктов в опытах № 1 и 2. На основании полученных данных выполняется сравнение значений выходов магнитных продуктов и сравнение предполагаемых величин извлечений слабомагнитных частиц при одинаковой силе тока в обмотках электромагнитов сепараторов для

сопоставляемых методов магнитного обогащения. Это отражается в выводе по лабораторной работе.

Оформление отчёта

В отчёте приводятся цель работы, методика проведения работы, расчётные формулы и полученные по ним результаты, эскиз высокоградиентного сепаратора (требования к эскизу приведены во ВВЕДЕНИИ) и вывод по работе.

Защита лабораторной работы № 6

Перечень необходимых знаний студента при защите приведён во ВВЕДЕНИИ. Дополнительно студент должен объяснить принцип действия используемого оборудования и полученные результаты, например, ответить на вопрос: «Почему при высокоградиентной сепарации выход магнитного продукта больше, чем при обогащении в трубчатом магнитном анализаторе?».

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ТРИБОЗАРЯДА МИНЕРАЛОВ

Цель работы: ознакомление с методикой определения заряда (трибозаряда), получаемого частицами-диэлектриками путём трения при движении их по наклонной плоскости.

Пояснения к работе, конструкция установки для определения трибозаряда минералов

Сообщение частицам заряда при электрической сепарации является одним из основных процессов, определяющих эффективность дальнейшего разделения частиц. Сообщение заряда с использованием трибоэффекта используется в трибоэлектрических и трибоадгезионных сепараторах. Нарушение процесса сообщения заряда частицам ведет к ухудшению и прекращению процессов разделения частиц, поэтому определение влияния на величину заряда различных факторов представляет значительный интерес. На величину трибозаряда частиц-диэлектриков влияет их крупность, скорость их движения и материал подложки (плоскости скольжения).

Установка для определения трибозаряда минералов приведена на рисунке 10. Установка для определения суммарного заряда частиц состоит из цилиндра Фарадея *1*, соединённого с электростатическим высокоомным вольтметром *4*. Цилиндр Фарадея экранируется заземлённым корпусом *2*, в котором он крепится с помощью изоляторов *3*.

В установке осуществляется измерение интегрального суммарного трибозаряда минералов, который они получают путём трения при прохождении по трубке *5* (по подложке из заданного материала). Этот заряд определяют с помощью цилиндра Фарадея, куда попадают частицы *7*. Суммарный трибозаряд будет пропорционален разности потенциалов между цилиндром Фарадея *1* и заземлённым корпусом *2*. Разность потенциалов измеряют с помощью электростатического вольтметра *4* (см. рисунок 10).

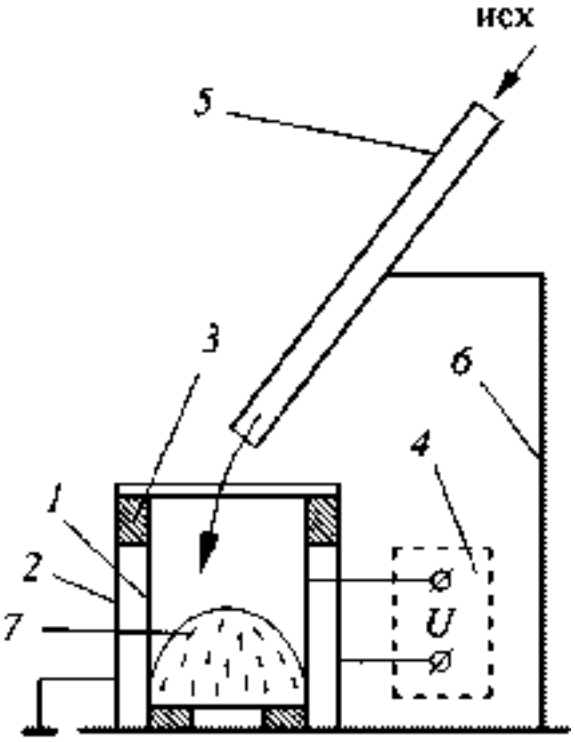


Рисунок 10 – Установка для определения зарядов минералов: *1* – цилиндр Фарадея; *2* – заземлённый корпус; *3* – изоляторы; *4* – электростатический вольтметр; *5* – трубка (подложка); *6* – штатив; *7* – продукт

Необходимые материалы и оборудование:

– исходный продукт крупностью –0,5+0 мм (кварц и полевой шпат по 100 г);

– установка для измерения трибозарядов минералов;

– две подложки (из винипласта и керамики);

– воронка;

– вибровстряхиватель с комплектом сит;

– электронные весы;

– транспортир для измерения угла наклона трубки (подложки).

Методика проведения работы

1. Кварц и полевой шпат рассеиваются на вибровстряхивателе с получением нескольких классов крупности. Для опытов выбирается один класс крупности одинаковый для кварца и полевого шпата, например –0,315+0,16 мм. Полученные классы крупности взвешиваются для определения масс кварца и полевого шпата – $M_{кв}$ и $M_{пш}$. Результаты заносятся в таблицу 6.

2. Всего выполняют 12 опытов при различных углах наклона (45^0, 50^0, 55^0) и различном материале трубки (винипласт и керамика) отдельно для кварца и полевого шпата.

3. Включают вольтметр *4* в сеть и рукояткой выставляют «ноль».

Таблица 6 – Результаты определения трибозарядов минералов

Изменяемый фактор				Разность потенциалов, В	Заряд, Кл	Удельный заряд, Кл/кг
Минерал	Масса пробы, кг	Угол наклона α, град.	Материал подложки			
Кварц	$M_{кв}$	α_1	винипласт	U_j	Q_j	q_j
		α_2		U_j	Q_j	q_j
		α_3		U_j	Q_j	q_j
		α_1	керамика	U_j	Q_j	q_j
		α_2		U_j	Q_j	q_j
		α_3		U_j	Q_j	q_j
Полевой шпат	$M_{пш}$	α_1	винипласт	U_j	Q_j	q_j
		α_2		U_j	Q_j	q_j
		α_3		U_j	Q_j	q_j
		α_1	керамика	U_j	Q_j	q_j
		α_2		U_j	Q_j	q_j
		α_3		U_j	Q_j	q_j

4. Устанавливают угол наклона трубки.

5. Исходный материал с помощью воронки равномерно загружают в трубку – *5* (подложку).

6. После попадания всего материала в цилиндр Фарадея *1*, снимают показания электростатического вольтметра *4* и заносят их в таблицу 6;

7. Разряжают цилиндр Фарадея *1* путём его замыкания с заземлённым корпусом *2* (см. рисунок 10).

8. Высыпают из цилиндра Фарадея исследуемый материал.

9. Пункты 2–9 повторяются при других значениях факторов.

Обработка и интерпретация полученных экспериментальных результатов

Суммарный заряд пробы в *j*-том опыте Q_j, Кл

$$Q_j = C \cdot U_j, \qquad (16)$$

где C – емкость системы цилиндр Фарадея-вольтметр, Ф (C = 19 пФ); U_j – показание электростатического вольтметра, В.

Удельный заряд минерала, приходящийся на единицу массы в *j*-ом опыте q_i, Кл/кг

$$q_j = Q_j / M_k, \qquad (17)$$

где M_k – масса пробы, кг; k – номер минерала (кварц или полевой шпат).

На основании полученных данных строятся графические зависимости удельного заряда кварца и полевого шпата от угла наклона трубки (подложки). Зависимости приводятся на двух рисунках для различных материалов трубки (первый рисунок для винипласта, второй для керамики). Пример оформления графических зависимостей приведён на рисунке 4.

По экспериментальным зависимостям делаются выводы, как угол наклона и материал трубки влияют на удельный заряд кварца и полевого шпата. Кроме этого, по зависимостям определяют угол наклона и материал трубки, при которых достигаются максимальные различия в удельных зарядах кварца и полевого шпата.

Оформление отчёта

В отчёте приводятся цель работы, методика проведения работы, расчётные формулы и полученные по ним результаты, таблица с результатами (см. таблицу 6), два рисунка с полученными экспериментальными зависимостями, эскиз установки для определения зарядов минералов (требования к эскизу приведены во ВВЕДЕНИИ) и выводы по работе.

Защита лабораторной работы № 7

Перечень необходимых знаний студента при защите приведён во ВВЕДЕНИИ. Дополнительно студент должен объяснить принцип действия используемого оборудования и полученные результаты.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8
РАЗДЕЛЕНИЕ МИНЕРАЛОВ В ПОЛЕ КОРОННОГО РАЗРЯДА

Цель работы: изучение конструкции барабанного коронно-электростатического сепаратора и определение влияния на технологические показатели обогащения частоты вращения его барабана.

Пояснения к работе, конструкция и принцип разделения частиц в коронно-электростатическом сепараторе ЭС-2

При сепарации в поле коронного разряда осуществляется разделение частиц по электрической проводимости и по крупности. При этом способе исходный материал делится на проводники, полупроводники и диэлектрики или на грубозернистую и тонкозернистую фракции. Общим для этого процесса является использование поля коронного разряда для сообщения зарядов разделяемым частицам. Если подвести высокое напряжение к игольчатому и плоскому элек-

троду, то между электродами возникнет коронный разряд. Коронный разряд (корона) быстрее образуется у электрода с меньшим радиусом кривизны (проволока, иглы и др.), поэтому этот электрод называют коронирующим.

Работа выполняется на коронно-электростатическом сепараторе ЭС-2 или сепараторе КЭС-26/30 (рисунок 11). Основными элементами сепаратора являются вращающийся заземлённый барабан–осадительный электрод *3*, коронирующий игольчатый электрод *4* и отклоняющий трубчатый электрод *5*. Заземлённый барабан имеет положительную полярность, а коронирующий и отклоняющий электроды имеют отрицательную полярность приложенного напряжения.

В ходе выполнения работы определяется влияние на показатели обогащения частоты вращения барабана–осадительного электрода *3*.

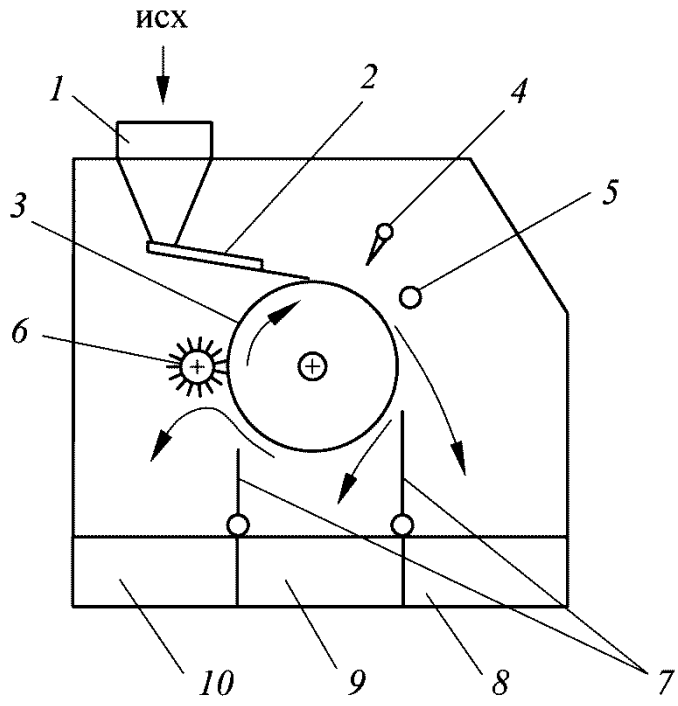


Рисунок 11 – Электрический сепаратор ЭС-2:
1 – бункер; *2* – вибропитатель; *3* – барабан–осадительный электрод; *4* – коронирующий электрод; *5* – отклоняющий электрод; *6* – щётка; *7* – шиберы; *8, 9* и *10* – приёмники, соответственно для проводников, промпродукта и непроводников

Коронный электрический сепаратор работает следующим образом. Исходный продукт из бункера *1* поступает на вибропитатель *2* и далее на вращающийся осадительный электрод–барабан *3*. Попадая в поле коронного разряда, все частицы получают отрицательный заряд. Проводники, обладающие высокой электрической проводимостью, разряжаются на заземлённом осадительном электроде *3* и почти мгновенно получают от него положительный заряд одноименного знака с осадительным электродом и отталкиваются от барабана. Попадая в зону действия электростатического поля отклоняющего электрода *5*, проводники еще больше изменяют траекторию своего движения и попадают в приемник *8* (см. рисунок 11).

Непроводники (диэлектрики), заряд с которых стекает медленно, притягиваются к барабану–осадительному электроду *3* и движут-

ся вместе с ним, разгружаясь в приемник *10* с помощью очистительной щетки *6*. Между приемниками для проводников *8* и непроводников *10* расположен приемник для промежуточного продукта *9*. Качество и количество продуктов разделения регулируются шиберами *7*.

Необходимые материалы и оборудование:

– обеспыленный продукт крупностью менее 1 мм (смесь кварца и магнетита) – три навески по 100 г;

– электрический сепаратор ЭС-2 или КЭС-26/30;

– ручной магнит в чехле;

– чашки для продуктов;

– электронные весы;

Методика проведения работы

1. Подготавливаются три навески исходного материала по 100 г для проведения эксперимента, состоящего из трёх опытов.

2. В каждом отдельном опыте изменяется частота вращения барабана–осадительного электрода.

3. Устанавливается требуемое значение частоты вращения барабана электрического сепаратора для 1-го опыта, напряжение, подаваемое на электроды, производительность вибропитателя.

4. Исходный материал загружается в бункер, включается вибропитатель и выполняется опыт.

Внимание! Включение в «сеть» электрического сепаратора и установка необходимых режимов его работы выполняет преподаватель.

Основные требования техники безопасности!

Включение электрического сепаратора производится после визуальной проверки надежности заземления сепаратора и блока питания и отсутствия видимых повреждений оборудования. В процессе работы необходимо стоять на диэлектрическом (*резиновом*) *коврике.*

5. Полученные продукты взвешиваются, их массы $M_к$, $M_{пп}$ и $M_х$ заносятся в столбец 2 таблицы 7.

6. Концентрат (проводники) укладывают монослоем на немагнитную поверхность. С помощью ручного магнита в чехле выделяют из концентрата магнитные частицы. Магнитные частицы взвешивают с определением массы $K_к$. Аналогично выделяют из промпродукта и хвостов (непроводников) магнитные частицы, которые в дальнейшем взвешиваются с определением масс $K_{пп}$ и $K_х$. Массы магнитных частиц, выделенных из концентрата, промпродукта и хвостов, заносятся

в столбец 3 таблицы 7. Методика выделения сильномагнитных частиц из продукта магнитного обогащения с помощью ручного магнита приведена в лабораторной работе № 4.

7. Пункты 3–6 повторяются при проведении других опытов.

Обработка и интерпретация полученных экспериментальных результатов

Экспериментальными результатами каждого опыта являются массы $M_к$, $M_{пп}$, $M_х$, $K_к$, $K_{пп}$, $K_х$ (см. таблицу 7).

Таблица 7 – Результаты коронно-электростатической сепарации

Продукт	Масса, г		Выход, %	Массовая доля частиц–проводников, %	Извлечение частиц–проводников, %
	продукта	частиц–проводников			
1	2	3	4	5	6
Опыт № 1 (режим № 1, *n* =…об/мин)					
Концентрат	$M_к$	$K_к$			
Промпродукт	$M_{пп}$	$K_{пп}$			
Хвосты	$M_х$	$K_х$			
Исходный	$M_{и}$	$K_{и}$			
Опыт № 2 (режим № 2, *n* =…об/мин)					
Концентрат	$M_к$	$K_к$			
Промпродукт	$M_{пп}$	$K_{пп}$			
Хвосты	$M_х$	$K_х$			
Исходный	$M_{и}$	$K_{и}$			
Опыт № 3 (режим № 3, *n* =…об/мин)					
Концентрат	$M_к$	$K_к$			
Промпродукт	$M_{пп}$	$K_{пп}$			
Хвосты	$M_х$	$K_х$			
Исходный	$M_{и}$	$K_{и}$			

Массу $M_{и}$ рассчитывают по формуле (2) и записывают в столбец 2. Массу $K_{и}$ рассчитывают по формуле: $K_{и}= K_к+K_{пп}+K_х$ и записывают в столбец 3 таблицы 7.

Выходы продуктов, массовые доли магнитной фракции в продуктах и извлечения магнитной фракции в продукты рассчитывают с использованием формул (3), (5)–(8) и (10). Результаты заносят в столбцы 4–6 таблицы 7.

По полученным данным строятся графические зависимости выходов продуктов разделения (первый рисунок) и массовых долей частиц–проводников в продуктах разделения (второй рисунок) от ча-

стоты вращения барабана–осадительного электрода. Пример оформления графической зависимости приведён на рисунке 4.

По экспериментальным зависимостям делаются выводы, как частота вращения барабана–осадительного электрода влияет на выходы продуктов разделения и на массовую долю частиц–проводников в продуктах разделения.

Оформление отчёта

В отчёте приводятся цель работы, методика проведения работы, расчётные формулы и полученные по ним результаты, таблица с результатами (см. таблицу 7), два рисунка с полученными экспериментальными зависимостями, эскиз сепаратора (требования к эскизу приведены во ВВЕДЕНИИ) и выводы по работе.

Защита лабораторной работы № 8

Перечень необходимых знаний студента при защите приведён во ВВЕДЕНИИ. Дополнительно студент должен объяснить принцип действия используемого оборудования и полученные результаты, например, ответить на вопрос: «Как поведут себя экспериментальные зависимости при снижении частоты вращения барабана–осадительного электрода до одного об/мин или при гипотетическом увеличении частоты вращения барабана до бесконечности?».

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

РАЗДЕЛЕНИЕ ПО КРУПНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОАДГЕЗИОННОЙ СЕПАРАЦИИ

Цель работы: ознакомление с процессом электроадгезионной сепарации и определение влияния частоты вращения барабана на классифицирующие возможности электроадгезионного сепаратора.

Пояснения к работе

Электроадгезионное обогащение применяется для разделения по крупности и по форме однородных по минеральному составу продуктов. Процесс электроадгезионного обогащения определяется силами адгезии, тяжести, центробежными. Под адгезией обычно понимают сцепление между двумя приведенными в контакт поверхностями различных по своей природе материалов. При электроадгезионной сепарации сила адгезии в основном определяется электрическими силами. В процессе разделения исходный материал подвергается зарядке, далее он поступает на вращающийся барабан, в результате чего одни

частицы (более мелкие) удерживаются на поверхности барабана за счет сил адгезии и транспортируются в свой приемник. Другие, более крупные, отрываются от поверхности барабана под воздействием сил тяжести и центробежной силы и попадают в другой приемник. Если исходный продукт перед разделением получает заряд путем электризации трением, то данный метод называется трибоадгезионным.

В настоящей работе заряд частицам будет сообщаться не путем трения, а путем коронного разряда, поэтому способ разделения будем в общем виде именовать электроадгезионным. Работа выполняется на лабораторном коронно-электростатическом сепараторе ЭС-2 или сепараторе КЭС-26/30 (принципиальная конструкция этих сепараторов приведена на рисунке 11).

Коронный электрический сепаратор в электроадгезионном режиме при классификации частиц-диэлектриков работает следующим образом. Исходный продукт из бункера *1* поступает на вибропитатель *2* и далее на вращающийся осадительный электрод–барабан *3* (см. рисунок 11). Попадая в поле коронного разряда, все частицы получают отрицательный заряд. При этом чем меньше размер частицы, тем больший удельный заряд она получит. Далее, заряженные частицы, находящиеся на вращающемся электроде–барабане с положительным зарядом, притягиваются к барабану («–» к «+»).

На более крупные частицы центробежная сила действует сильнее, и сила притяжения крупных частиц к барабану за счет силы адгезии низка (как молекулярная, так и электрическая зеркального отображения), поэтому крупные частицы оторвутся от барабана раньше и попадут в приёмник *8* для грубозернистой фракции. На более мелкие частицы центробежная сила действует в меньшей степени, и сила притяжения мелких частиц к барабану за счет силы адгезии более высокая. Поэтому мелкие частицы притянутся к барабану и попадут в приёмник тонкозернистой фракции *10*. В приёмник *9* попадут частицы с промежуточной крупностью (см. рисунок 11).

Необходимые материалы и оборудование:

– продукт крупностью менее 1 мм (кварц или полевой шпат) – три навески по 100 г;

– электрический сепаратор ЭС-2 или КЭС-26/30;

– чашки для продуктов;

– вибровстряхиватель с комплектом сит;

– электронные весы.

Методика проведения работы

1. Подготавливаются три навески исходного материала по 100 г для проведения эксперимента, состоящего из трёх опытов.

2. В каждом отдельном опыте изменяется частота вращения барабана–осадительного электрода.

3. Устанавливается требуемое значение частоты вращения барабана электрического сепаратора для 1-го опыта, напряжение, подаваемое на коронирующий электрод (на отклоняющий электрод напряжение не подаётся), производительность вибропитателя.

4. Исходный материал загружается в бункер, включается вибропитатель и выполняется опыт.

Внимание! Включение в «сеть» электрического сепаратора и установку необходимых режимов его работы выполняет преподаватель.

Основные требования техники безопасности!

Включение электрического сепаратора производится после визуальной проверки надежности заземления сепаратора и блока питания и отсутствия видимых повреждений оборудования. В процессе работы необходимо стоять на диэлектрическом (*резиновом*) *коврике.*

5. Материал приёмников *8* и *9* объединяется в грубозернистый продукт (это принято при проведении эксперимента). Материал в приёмнике *10* представляет собой тонкозернистую фракцию (см. рисунок 11).

6. Полученные продукты взвешиваются, их массы $M_{«–»}$ и $M_{«+»}$ заносятся в столбец 2 таблицы 8.

7. Из тонкозернистого и грубозернистого продуктов путём их рассева на вибровстряхивателе выделяется контрольный класс крупности (–0,1+0 мм). Для этого используется набор сит с размерами отверстий: 0,315; 0,16; 0,1 мм (сверху вниз).

8. Классы крупности –0,1+0 мм, выделенные из тонкозернистого и грубозернистого продуктов, взвешивают с определением масс $K_{«–»}$ и $K_{«+»}$. Массы заносятся в столбец 3 таблицы 8.

9. Пункты 3–8 повторяются при проведении других опытов.

Обработка и интерпретация полученных экспериментальных результатов

Экспериментальными результатами каждого опыта являются массы $M_{«–»}$ и $M_{«+»}$, $K_{«–»}$ и $K_{«+»}$ (см. таблицу 8).

Массу $M_{\text{исх}}$ рассчитывают по формуле: $M_{\text{исх}}=M_{«-»}+M_{«+»}$ и записывают в столбец 2. Массу $K_{\text{исх}}$ рассчитывают по формуле: $K_{\text{исх}}=K_{«-»}+K_{«+»}$ и записывают в столбец 3 таблицы 8.

Выходы продуктов рассчитывают по формулам (3) и (5).

Массовые доли класса крупности –0,1+0 мм в исходном, тонкозернистом и грубозернистом продуктах рассчитывают по формулам:

$$\alpha^{-0,1}=100\cdot K_{\text{исх}} / M_{\text{исх}};\quad \beta^{-0,1}=100\cdot K_{«-»} / M_{«-»};\quad \nu^{-0,1}=100\cdot K_{«+»} / M_{«+»}. \qquad (17)$$

Извлечения класса крупности –0,1+0 мм (полезного компонента) в продукты рассчитывают с использованием формул (8) и (10).

Результаты расчётов выходов, массовых долей и извлечений заносят в столбцы 4, 5 и 6 таблицы 8.

Таблица 8 – Результаты электроадгезионной сепарации

Продукт	Масса, г		Выход, %	Массовая доля класса крупности –0,1+0 мм, %	Извлечение класса крупности –0,1+0 мм, %	Эффективность классификации, %
	продукта	Класса крупности –0,1+0 мм				
1	2	3	4	5	6	7
Опыт № 1 (режим № 1, n =…об/мин)						
Тонкозернистый	$M_{«-»}$	$K_{«-»}$				$E_{\text{кл}1}$
Грубозернистый	$M_{«+»}$	$K_{«+»}$				
Исходный	$M_{\text{исх}}$	$K_{\text{исх}}$				
Опыт № 1 (режим № 2, n =…об/мин)						
Тонкозернистый	$M_{«-»}$	$K_{«-»}$				$E_{\text{кл}2}$
Грубозернистый	$M_{«+»}$	$K_{«+»}$				
Исходный	$M_{\text{исх}}$	$K_{\text{исх}}$				
Опыт № 1 (режим № 3, n =…об/мин)						
Тонкозернистый	$M_{«-»}$	$K_{«-»}$				$E_{\text{кл}3}$
Грубозернистый	$M_{«+»}$	$K_{«+»}$				
Исходный	$M_{\text{исх}}$	$K_{\text{исх}}$				

Эффективность классификации в каждом опыте рассчитывают по формуле:

$$E_{\text{кл}} = 100\cdot(\varepsilon_{«-»} - \gamma_{«-»}) / (100 - \alpha^{-0,1}), \qquad (18)$$

где $\varepsilon_{«-»}$ и $\gamma_{«-»}$ – извлечение и выход тонкозернистой фракции, %.

По полученным данным строятся графические зависимости массовой доли класса крупности –0,1+0 мм в тонкозернистом продукте, выхода тонкозернистого продукта и эффективности классификации

от частоты вращения барабана–осадительного электрода. Зависимости строятся на одном графике, пример оформления которого, приведён на рисунке 4.

По экспериментальным зависимостям делаются выводы, как частота вращения барабана–осадительного электрода влияет на массовую долю класса крупности –0,1+0 мм в тонкозернистом продукте, на выход тонкозернистого продукта и на эффективность классификации.

Оформление отчёта

В отчёте приводятся цель работы, методика проведения работы, расчётные формулы и полученные по ним результаты, таблица с результатами (см. таблицу 8), рисунок с полученными экспериментальными зависимостями, эскиз сепаратора (требования к эскизу приведены во ВВЕДЕНИИ) и выводы по работе.

Защита лабораторной работы № 9

Перечень необходимых знаний студента при защите приведён во ВВЕДЕНИИ. Дополнительно студент должен объяснить принцип действия используемого оборудования и полученные результаты, например, ответить на вопрос: «Как поведут себя экспериментальные зависимости при снижении частоты вращения барабана–осадительного электрода до одного об/мин или при гипотетическом увеличении частоты вращения барабана до бесконечности?».

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕПАРАЦИЯ МИНЕРАЛОВ

Цель работы: освоение методики определения диэлектрической проницаемости минералов, ознакомление с процессом диэлектрической сепарации.

Пояснения к работе, конструкция и принцип разделения частиц в диэлектрическом сепараторе ДСК

В настоящее время в промышленных условиях диэлектрическая сепарация не применяется. Она нашла применение в лабораторных условиях для разделения минералов (для выделения «чистых» минералов), неудовлетворительно обогащаемых гравитационными, флотационными и магнитными методами и имеющих значительные отличия в диэлектрической проницаемости ($\varepsilon_м$). Разделение в диэлектрических сепараторах происходит в результате различного действия пондеромоторных сил в жидкой среде диэлектрика с диэлектриче-

ской проницаемостью (ε_c), занимающей промежуточное положение между диэлектрическими проницаемостями разделяемых минералов ($\varepsilon_{м1}$ и $\varepsilon_{м2}$).

Работа выполняется на лабораторном диэлектрическом сепараторе ДСК. Сепаратор состоит из ванны (кюветы) *1*, заполненной жидким диэлектриком, сферического *2* и плоского *3* электродов (рисунок 12). Ванна, сферический и плоский электрод имеют круговое сечение в горизонтальной плоскости. Электроды подключаются к источнику переменного напряжения (до 3 кВ). Для исключения пробоя между электродами при разделении проводящих частиц сферический электрод изолируют плёнкой из целлофана или другого диэлектрика.

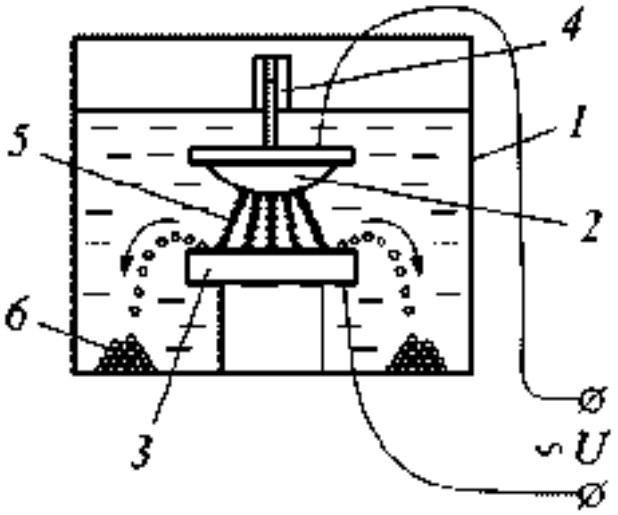


Рисунок 12 – Диэлектрический сепаратор ДСК:
1 – ванна (кювета); *2* – сферический электрод; *3* – плоский электрод; *4* – устройство для изменения положения по вертикали сферического электрода; *5* – минералы с $\varepsilon_{м1}>\varepsilon_c$; *6* – минералы с $\varepsilon_{м2}<\varepsilon_c$

Разделяемый материал помещается на плоский электрод *3* и вместе с ним опускается в кювету *1*, заполненную жидким диэлектриком. Сверху устанавливается сферический электрод *2*, положение которого по вертикали можно регулировать при помощи микрометрического винта *4*, изменяя межэлектродное расстояние. При подаче переменного напряжения на электроды в межэлектродной зоне устанавливается неоднородное электрическое поле, максимальное в центре.

Минералы *5*, имеющие $\varepsilon_{м1}>\varepsilon_c$ смещаются к центру электродной пары и образуют между электродами «цепочки».

Минералы *6*, имеющие $\varepsilon_{м2}<\varepsilon_c$ выталкиваются в более слабые участки электрического поля, смещаются к периферии плоского электрода и падают с него (см. рисунок 12). По окончании сепарации вручную извлекают продукты разделения. Пондеромоторную силу увеличивают путём уменьшения зазора между электродами и увеличения рабочего напряжения.

Необходимые материалы и оборудование:

– смесь двух минералов с различными диэлектрическими проницаемостями (крупность –0,2+0,02 мм, 20-30 г), например кварц и магнетит;

– диэлектрический сепаратор ДСК;

– диэлектрические жидкости: керосин и бутиловый спирт или керосин и нитробензол;

– чашки для продуктов;

– электронные весы.

Методика проведения работы

1. Приготавливается диэлектрическая жидкость для осуществления разделения смеси магнетита и кварца.

Диэлектрическая проницаемость магнетита равна $\varepsilon_{м1}$=33,7–81, диэлектрическая проницаемость кварца равна $\varepsilon_{м2}$=4,5–6. Для разделения этих минералов необходимо приготовить жидкость с промежуточной диэлектрической проницаемостью, например ε_c =10–15.

В качестве диэлектрической жидкости могут быть использованы чистые жидкости или смеси взаимно растворяющихся жидкостей, обладающих малой удельной электрической проводимостью (менее 10^{-8} См/м). Диэлектрическая проницаемость смеси двух жидкостей определяется по формуле:

$$\varepsilon_c = (V_1 \cdot \varepsilon_1 + V_2 \cdot \varepsilon_2) / (V_1 + V_2), \qquad (19)$$

где ε_c, ε_1, ε_2 – диэлектрические проницаемости смеси двух жидкостей (среды разделения), первой жидкости (керосина, ε_1=2), второй жидкости (нитробензола с ε_2=36 или бутилового спирта с ε_2=17,8), соответственно; V_1, и V_2 – объемы первой и второй жидкостей.

Применение смесей керосин–бутиловый спирт или керосин–нитробензол позволяет иметь жидкость с диэлектрической проницаемостью в диапазонах 2,0–17,8 или 2,0–36,0.

Смешиваем 80 см^3 керосина и 120 см^3 бутилового спирта. По формуле (19) рассчитываем диэлектрическую проницаемость полученной жидкости: ε_c=11,48.

2. При помощи гайки и контргайки, которые навертываются на шток верхнего (сферического) электрода, производится установка на ноль шкалы, показывающей расстояние между двумя электродами. При этом верхний сферический электрод должен касаться диска нижнего электрода. Поднимая верхний электрод, устанавливаем необхо-

димый зазор между верхним и нижним электродами (задаётся преподавателем, до 10 мм).

3. Снимается крышка сепаратора вместе с верхним электродом и ставится на специальную подставку, которая установлена на одной плите с сепаратором. Вынимается нижний электрод и на его центр специальной мерной ложечкой загружается сепарируемый материал, после чего электрод ставится на место.

4. В цилиндрическую ванну (кювету) сепаратора заливается диэлектрическая жидкость нужных свойств.

5. Крышка сепаратора вместе с верхним электродом устанавливается сверху на место.

6. На электроды подается высокое напряжение. Напряжение, подаваемое на электроды сепаратора, рекомендуется увеличивать до максимального значения постепенно. Это обеспечивает чистоту получаемых фракций. Частицы магнетита, имеющие большую диэлектрическую проницаемость, чем диэлектрическая проницаемость жидкости, остаются на диске нижнего электрода или образуют «столбики» между электродами. Частицы кварца, имеющие меньшую диэлектрическую проницаемость, чем у жидкости, выталкиваются с диска нижнего электрода и падают на дно ванны сепаратора, образуя «кольцо».

7. После окончания сепарации, что определяется визуально, высокое напряжение снимается, сепаратор выключается из питающей сети переменного тока (U=220 В) и разбирается. С нижнего электрода смывается в чашку первый продукт разделения. Ванна сепаратора вынимается из корпуса, жидкость из нее сливается и фильтруется, а оставшийся на дне второй продукт разделения переводится в другую чашку. Получаемые в результате сепарации продукты последовательно промываются, сушатся и взвешиваются.

Основные требования техники безопасности!

Включение в «сеть» сепаратора ДСК производится после визуальной проверки надежности заземления, наличия сухого диэлектрического коврика у сепаратора и отсутствия повреждений корпуса.

Напряжение на сепаратор подается только после того, как крышки ванны сепаратора будут закрыты. Высокое напряжение подаётся на прибор только во время работы, после выполнения всех подготовительных операций. Окончание процесса сепарации сопровождается немедленным выключением высокого напряжения. Заключительные операции ведутся при выключенных тумблерах

«Сеть» и «Высокое напряжение». Переключать пульт на выбранную шкалу высокого напряжения (0–1500 В или 0–3000 В) необходимо при выключенном «высоком напряжении». Перед включением тумблера «Высокое напряжение» необходимо убедиться, что ручка регулятора напряжения установлена на «ноль».

Обработка и интерпретация полученных экспериментальных результатов

По формуле (3) рассчитываются выходы магнетита и кварца. С помощью ручного магнита и дополнительно с помощью оптического микроскопа оценивается наличие магнетита в полученном кварцевом продукте и наличие кварца в магнетитовом продукте. Методика выделения сильномагнитных частиц из продуктов разделения с помощью ручного магнита приведена в лабораторной работе № 4. По экспериментальным данным делается вывод о «чистоте» полученных фракций магнетита и кварца.

Оформление отчёта

В отчёте приводятся цель работы, методика проведения работы, расчётные формулы и полученные по ним результаты, эскиз сепаратора (требования к эскизу приведены во ВВЕДЕНИИ) и выводы по работе.

Защита лабораторной работы № 10

Перечень необходимых знаний студента при защите приведён во ВВЕДЕНИИ. Дополнительно студент должен объяснить принцип действия используемого оборудования и полученные результаты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пелевин А. Е. Магнитные и электрические методы обогащения. Магнитные методы обогащения: учебник. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. 296 с.

2. Пелевин А. Е. Магнитные и электрические методы обогащения: учебное пособие. 3-е изд., испр. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. 159 с.

3. Кравец Б. Н., Эрдэнэцогт П., Пелевин А. Е. Специальные и комбинированные методы обогащения: учебно-научное издание. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 314 с. (на русском и монгольском языках).

Учебное издание

Алексей Евгеньевич Пелевин

МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Компьютерная верстка *автора*

Корректура И. А. Крестьянинова

Подписано в печать .2019 г.
Бумага писчая. Формат бумаги 60 х 80 $^{1}/_{16}$.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 3,19 Уч.-изд. л. 2,65 Тираж 80 экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Уральский государственный горный университет

А. Е. Пелевин

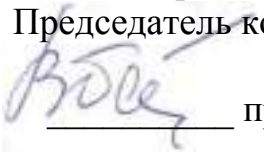
МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Практикум
по дисциплине «Магнитные и электрические методы обогащения полезных ископаемых»
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Екатеринбург
2015

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического факультета
« 18 » сентября 2015 г.
Председатель комиссии



_____ проф. В. П. Барановский

А. Е. Пелевин

МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Практикум
по дисциплине «Магнитные и электрические методы обогащения полезных ископаемых»
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2015

П 23

Р е ц е н з е н т : *Ю. П. Морозов*, профессор кафедры ОПИ УГГУ

Практикум рассмотрен на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых» 08 сентября 2015 г. (протокол № 1) и рекомендован для издания в УГГУ.

П 23 **Пелевин А. Е.**

Магнитные и электрические методы обогащения полезных ископаемых: практикум / А. Е. Пелевин; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. – 43 с.

Практикум составлен в соответствии с учебной программой дисциплины «Магнитные и электрические методы обогащения полезных ископаемых»» для проведения практических занятий в интерактивной форме по освоению теоретических и практических расчетов элементов технологических схем, определения свойств минералов и характеристик оборудования.

Для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых» специальности 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения.

© Пелевин А. Е., 2015
© Уральский государственный горный университет, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

В В Е Д Е Н И Е 4

1. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ БАРАБАННОГО МАГНИТНОГО СЕПАРАТОРА 5

1.1. Связь между индукцией и напряжённостью магнитного поля в среде, вакууме, воздухе и в воде. Перевод из единиц СИ в СГСМ 5

1.2. Определение напряжённости (индукции) магнитного поля на поверхности барабана (ленты), коэффициента неоднородности магнитного поля и шага полюсов открытой многополюсной системы по экспериментальным измерениям с помощью тесламетра 7

2. РАСЧЁТ МАГНИТНОЙ СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩЕЙ НА ЧАСТИЦУ 11

3. ДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ ПРИ МАГНИТНОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕПАРАЦИИ 13

3.1. Движение частиц в сухих сепараторах с верхней подачей 14

3.2. Движение частиц в сепараторах с нижней подачей 17

3.3. Движение частиц в электрических сепараторах 21

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ МИНЕРАЛОВ 27

4.1. Пондеромоторный метод Фарадея и метод Гюи 27

4.2. Расчёт магнитной восприимчивости куска магнетитовой руды 30

5. РАСЧЁТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАГНИТНЫХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕПАРАТОРОВ 32

6. РАСЧЁТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗДЕЛЕНИЯ ПРИ МАГНИТНОМ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ОБОГАЩЕНИИ 35

6.1. Расчёт одной операции разделения 35

6.2. Расчёт показателей разделения в трёхпродуктовом сепараторе 37

6.3. Расчёт замкнутого цикла измельчения, включающего операцию магнитной сепарации 40

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 44

В В Е Д Е Н И Е

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов дневного и заочного обучения специальности 21.05.04 – «Горное дело» специализации «Обогащение полезных ископаемых».

Целью практических работ является закрепление знаний, полученных при изучении дисциплины «Магнитные и электрические процессы», и освоение инженерных расчётов для:

- определения требуемых основных характеристик магнитных сепараторов и выбора типа магнитного сепаратора для обогащения руды с известными магнитными характеристиками;
- определения магнитных свойств руды и разделяемых частиц;
- оценки влияния режимов работы сепараторов на процесс разделения частиц;
- расчёта производительности промышленных сепараторов;
- нахождения технологических показателей разделения в операциях схем обогащения.

Практические занятия направлены на подготовку студента к решению прикладных производственных задач.

Практические работы выполняются в интерактивной форме – индивидуально и бригадами из нескольких человек. При индивидуальном выполнении практической работы каждый студент выполняет свой вариант задания. При выполнении практической работы группой студентов каждой бригаде выдаётся свой вариант задания, направленный на определение влияния заданного фактора на изучаемую функцию. Каждый студент одной бригады выполняет индивидуальный расчёт при заданном значении факторов. По результатам расчёта студенты одной бригады делают практический вывод о влияния заданного фактора на изучаемую функцию. Результаты группового расчёта представляются в табличной форме и графически.

Практические расчёты, выполненные в течение семестра, оформляются в единый индивидуальный отчёт, оформленный на листах формата А4. Отчёт включает здание (номер варианта), расчётные формулы с размерностью величин; формулы с подставленными значениями её составляющих; результаты расчёта, таблицы и графические зависимости, выводы. Расчеты выполняются с точностью до второго знака после запятой.

1. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ БАРАБАННОГО МАГНИТНОГО СЕПАРАТОРА

1.1. Связь между индукцией и напряжённостью магнитного поля в среде, вакууме, воздухе и в воде. Перевод из единиц СИ в СГСМ

Индукция и напряжённость магнитного поля в системе СИ измеряются соответственно в теслах (Тл) и в «амперах на метр» (А/м). На практике напряжённость магнитного поля сепаратора указывают в «килоамперах на метр» (кА/м). Индукция и напряжённость магнитного поля в системе СГСМ измеряются соответственно в гауссах (Гс) и в эрстедах (Э). Индукция магнитного поля связана с напряжённостью магнитного поля соотношением

$$B=\mu\mu_0 H, \qquad (1.1)$$

где B и H – индукция и напряжённость магнитного поля, Тл и А/м соответственно; μ – магнитная проницаемость среды (относительная); μ_0 – магнитная проницаемость вакуума или магнитная постоянная, Гн/м.

Магнитная постоянная μ_0 в системе СИ равна $4\pi\cdot10^{-7}$ Гн/м, в системе СГСМ – единице.

Магнитная проницаемость (относительная) вакуума, воздуха и воды соответственно равна 1,0; 1,00000037 и 0,999991. Поэтому в вакууме, воздухе и в воде (принимая $\mu=1$) индукция и напряжённость магнитного поля будут связаны соотношением

$$B=\mu_0 H. \qquad (1.2)$$

Величина μ_0 является константой и служит для перехода от единиц измерения напряженности магнитного поля к единицам измерения индукции магнитного поля в вакууме, в воздухе, в воде и в других средах с $\mu\sim1$. Поэтому в вакууме и в других средах, не обладающих магнитными свойствами, как напряжённость, так и индукцию магнитного поля можно использовать в качестве количественной характеристики магнитного поля. Эти величины будут иметь одинаковый физический смысл, и связь между их единицами измерения будет прямой. Для барабанных магнитных сепараторов можно использовать как индукцию, так и напряжённость магнитного поля в зоне разделения сепаратора (в Тл или в кА/м). На промышленных предприятиях иногда используют единицы СГСМ – эрстеды или гауссы (редко). Для перехода от значений напряжённости к индукции

и наоборот следует пользоваться формулой (1.2).

Соотношение между единицами напряжённости магнитного поля в системах СИ и СГСМ следующее: 1 А/м = $4\pi \cdot 10^{-3}$ Э ≈ (1/80) Э.

Соотношение между единицами индукции магнитного поля в системах СИ и СГСМ следующее: 1 Тл = 10^4 Гс.

Если зона разделения сепаратора заполнена ферромагнитной средой, что характерно для высокоградиентных и феррогидростатических сепараторов, то в качестве силовой характеристики магнитного поля следует использовать индукцию магнитного поля.

Задача № 1.1

В паспорте барабанного сепаратора, в котором осуществляется разделение в воздушной среде ($\mu \sim 1$), приведена максимальная индукция магнитного поля на поверхности барабана, равная 0,25 Тл.

Перевести 0,25 Тл в Гс, кА/м и Э. Выполнить обратный переход от кА/м и Э к Тл и Гс.

Решение

0,25 Тл · 10^4 = 2500 Гс = 2500 Э;

0,25 Тл / ($4\pi \cdot 10^{-7}$) = 0,25 Тл · 800000 = 200000 А/м = 200 кА/м;

200000 А/м · ($4\pi \cdot 10^{-3}$) = 200000 А/м / 80 = 2500 Э.

Решение (обратный переход)

2500 Э / ($4\pi \cdot 10^{-3}$) = 2500 Э · 80 = 200000 А/м = 200 кА/м;

200 кА/м = 200000 А/м = 200000 · ($4\pi \cdot 10^{-7}$) = 200000 / 800000 = 0,25 Тл; 2500 Гс = 2500 Э = 0,25 Тл / 10^4. Номер

Задания и варианты приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Задания и варианты для задачи № 1.1

Перевести значение индукции магнитного поля из Тл в Гс и в значение напряжённости магнитного поля (в кА/м и Э)				Перевести значение напряжённости магнитного поля из Э в кА/м и в значение индукции магнитного поля (в Тл и Гс)			
Номер варианта	*B*, Тл	Номер варианта	*B*, Тл	Номер варианта	*H*, кА/м	Номер варианта	*H*, кА/м
1	0,1	11	1,1	21	80	31	880
2	0,2	12	1,2	22	160	32	960
3	0,3	13	1,3	23	240	33	1040
4	0,4	14	1,4	24	320	34	1120
5	0,5	15	1,5	25	400	35	1200
6	0,6	16	1,6	26	480	36	1280
7	0,7	17	1,7	27	560	37	1360
8	0,8	18	1,8	28	640	38	1440
9	0,9	19	1,9	29	720	39	1520
10	1,0	20	2,0	30	800	40	1600

1.2. Определение напряжённости (индукции) магнитного поля на поверхности барабана (ленты), коэффициента неоднородности магнитного поля и шага полюсов открытой многополюсной системы по экспериментальным измерениям с помощью тесламетра

Индукция и напряженность магнитного поля – силовые характеристики магнитного поля, поэтому они являются основной паспортной характеристикой магнитного сепаратора. Чем выше индукция или напряженность магнитного поля, тем с большей силой частица будет притягиваться к магнитной системе сепаратора.

Индукцию или напряженность магнитного поля определяют с помощью измерительного прибора, называемого тесламетр. Для барабанного сепаратора ($\mu \sim 1$) измерения выполняют на поверхности барабана (над серединой полюса) и на различном расстоянии (3-5 значений) с помощью щупа с датчиком Холла. Обычно в качестве максимального расстояния принимают расстояние от поверхности барабана до дна ванны (глубину ванны) для мокрых сепараторов ПБМ или максимальную высоту слоя исходного материала для сухих сепараторов ПБС.

Изменение индукции магнитного поля по нормали к поверхности барабана (полюсов) определяется равенством

$$B_\Delta = B_0 e^{-c\Delta}, \qquad (1.3)$$

где B_Δ – индукция на расстоянии Δ от барабана (полюса), Тл; B_0 – напряженность на поверхности барабана (Δ=0), Тл; c – коэффициент неоднородности магнитного поля, м$^{-1}$.

При расположении полюсов по цилиндрической поверхности (барабан) коэффициент неоднородности поля

$$c=\pi/S+1/R, \qquad (1.4)$$

где S – шаг полюсов многополюсной магнитной системы, м; R – радиус цилиндрической поверхности, м.

При расположении полюсов в плоскости ($R\to\infty$) коэффициент неоднородности поля

$$c=\pi/S. \qquad (1.5)$$

Формула (1.3) и формулы (1.4) и (1.5), связывающие коэффициент неоднородности магнитного поля и шаг полюсов, являются приблизительными, и их можно использовать для электромагнитных систем и систем из ферритбариевых постоянных магнитов.

Задача № 1.2

Для сепаратора ПБМ-П-90/250 выполнены измерения индукции магнитного поля:

Расстояние, мм:	0	15	30	50
Индукция, Тл:	0,16	0,11	0,08	0,05

Построить зависимость, характеризующую уменьшение индукции магнитного поля при удалении от поверхности барабана сепаратора. Рассчитать:

- теоретическое значение индукции на поверхности футерованного барабана (толщина футеровки 5 мм) и на дне ванны;
- коэффициент неоднородности магнитного поля;
- шаг полюсов многополюсной магнитной системы.

При решении использовать миллиметры в качестве единиц длины.

Решение

Графическая экспериментальная зависимость (1.3) с теоретическим уравнением приведена на рис. 1.2.

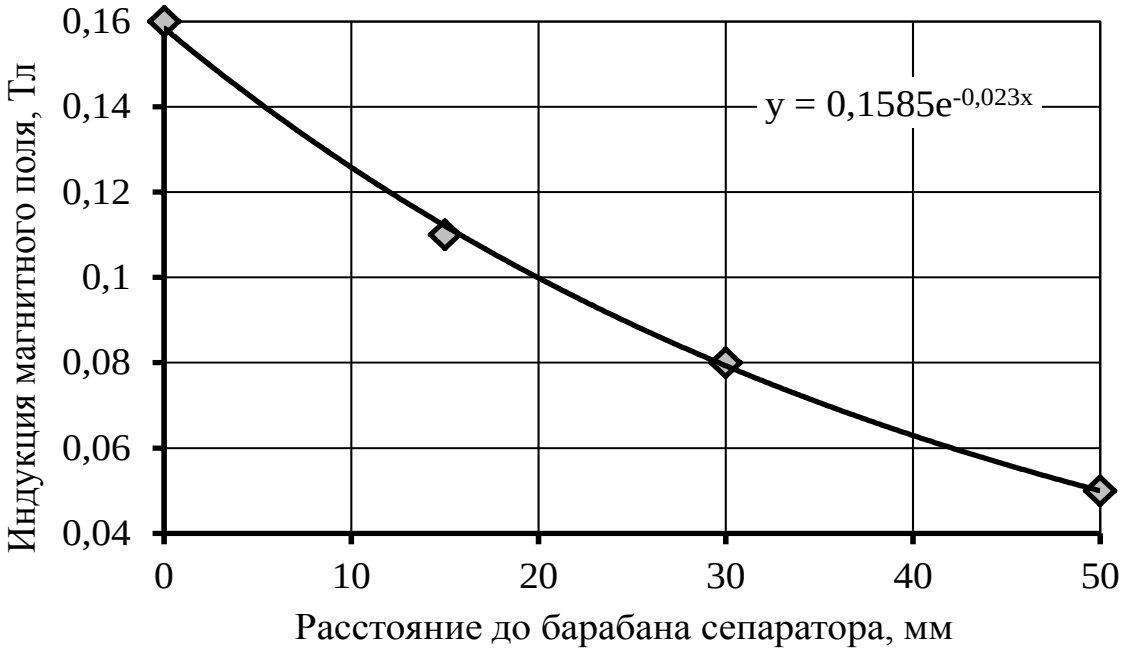


Рис.1.2. Зависимость индукции магнитного поля от расстояния до поверхности барабана сепаратора

Для нахождения величин B_0 и c необходимо выполнить линеаризацию уравнения (1.3) и воспользоваться методом наименьших квадратов. Для линеаризации уравнения (1.3) необходимо взять натуральный логарифм правой и левой частей

$$\ln(B_\Delta)=\ln(B_0)-c\Delta.$$

Используя метод наименьших квадратов, запишем систему уравнений:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{N}\ln(B_i)=\ln(B_0)N-c\sum_{i=1}^{N}\Delta_i; \\ \sum_{i=1}^{N}\ln(B_i)\Delta_i=\ln(B_0)\sum_{i=1}^{N}\Delta_i-c\sum_{i=1}^{N}\Delta_i^2, \end{cases}$$

где i и N – номер и количество экспериментальных данных (N=4 в задаче № 1.2).

Решением системы уравнений будут являться неизвестные коэффициенты $\ln(B_0)$ и c. Для нахождения $\ln(B_0)$ и c рассчитываем необходимые суммы:

$\sum\Delta_i$=95; $\sum\Delta_i^2$=3625; $\sum(\ln(B_{\Delta i}))$= -9,56; $\sum(\ln(B_{\Delta i})\cdot\Delta_i)$= -258,67.

Коэффициент неоднородности магнитного поля c=0,023 мм$^{-1}$. Величина $\ln(B_0)$= -1,84. Для нахождения B_0 число «e» возводим в степень $\ln(B_0)$ и получаем B_0=0,1585 Тл.

По уравнению (1.3) и найденным значениям c и B_0 строим тео-

ретическую зависимость (см. рис. 1.1).

Используя формулу (1.4), находим шаг полюсов (при R=450 мм для сепаратора ПБМ-П-90/250): S=151 мм.

Теоретическое значение индукции на поверхности футеровки барабана с толщиной 5 мм и на дне ванны (50 мм) рассчитываем по уравнению (1.3) при найденных значениях B_0, c и величин x=5 мм и x=50 мм. Получаем B_5=0,14 Тл и B_{50}=0,05 Тл.

Задание для задачи № 1.2

Варианты задачи № 1.2 приведены в табл. 1.2.

Задача № 1.2 выполняется бригадой из 3-5 студентов. Каждой бригаде выдаётся 3-5 вариантов (каждому студенту – один вариант).

Каждый студент выполняет: построение зависимости, характеризующей уменьшение индукции магнитного поля при удалении от поверхности барабана сепаратора (см. рис. 1.1); расчёт величин B_0, c; построение теоретической зависимости; расчёт шага полюсов магнитной системы; расчёт индукции магнитного поля на поверхности футеровки барабана с толщиной 5 мм и на дне ванны.

Каждая бригада строит зависимость индукции магнитного поля на дне ванны сепаратора от шага полюсов магнитной системы и делает вывод по полученной зависимости.

Таблица 1.2

Варианты для задачи № 1.2

Номер варианта	Расстояние Δ, мм				Номер варианта	Расстояние Δ, мм			
	0	15	30	50		0	30	60	100
	Индукция, Тл					Индукция, Тл			

1	0,16	0,07	0,04	0,01	16	0,16	0,07	0,04	0,01
2	0,16	0,08	0,05	0,02	17	0,16	0,08	0,05	0,02
3	0,16	0,09	0,06	0,03	18	0,16	0,09	0,06	0,03
4	0,16	0,10	0,07	0,04	19	0,16	0,10	0,07	0,04
5	0,16	0,11	0,08	0,05	20	0,16	0,11	0,08	0,05
6	0,18	0,09	0,06	0,03	21	0,18	0,09	0,06	0,03
7	0,18	0,10	0,07	0,04	22	0,18	0,10	0,07	0,04
8	0,18	0,11	0,08	0,05	23	0,18	0,11	0,08	0,05
9	0,18	0,12	0,09	0,06	24	0,18	0,12	0,09	0,06
10	0,18	0,13	0,1	0,07	25	0,18	0,13	0,1	0,07
11	0,20	0,09	0,03	0,01	26	0,20	0,09	0,03	0,01
12	0,20	0,10	0,06	0,02	27	0,20	0,10	0,06	0,02
13	0,20	0,11	0,07	0,03	28	0,20	0,11	0,07	0,03
14	0,20	0,12	0,08	0,04	29	0,20	0,12	0,08	0,04
15	0,20	0,13	0,09	0,05	30	0,20	0,13	0,09	0,05

2. РАСЧЁТ МАГНИТНОЙ СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩЕЙ НА ЧАСТИЦУ

Удельная магнитная сила (отнесённая к единице массы), действующая на частицу кубической формы с размером d, находящейся на расстоянии Δ от поверхности полюса, Н/кг:

$$f_{\text{м}} = \frac{F_{\text{м}}}{m} = \frac{a\mu_0\chi H_0^2}{2d} e^{-2c\Delta}(1-e^{-2cd}), \qquad (2.1)$$

где $F_{\text{м}}$ – магнитная сила, Н; m – масса частицы, кг; a – поправочный коэффициент, зависящий от крупности (высоты) частицы: a=1,1 (при d<5 мм), a=1,5 (при d=5-25 мм), a=2 (при d>25 мм); d – высота (размер) частицы, м; μ_0 – магнитная проницаемость вакуума или магнитная постоянная, Гн/м; $\mu_0=4\pi\cdot10^{-7}$; χ – удельная магнитная восприимчивость частицы, м^3/кг; H_0 – напряжённость магнитного поля на рабочей поверхности магнитной системы, А/м; c – коэффициент неоднородности магнитного поля, м$^{-1}$; Δ – расстояние от рабочей поверхности магнитной системы до частицы, мм.

Задача № 2

Частица с размером d=30 мм и с удельной восприимчивостью $\chi=4\cdot10^{-4}$ м^3/кг находится на неподвижном конвейере под подвесным железоотделителем с плоской многополюсной системой. Расстояние L между лентой конвейера и рабочей поверхностью магнитной системы равно 0,15 м. Напряжённость магнитного поля на рабочей по-

верхности магнитной системы равна 160 кА/м. Шаг полюсов магнитной системы железоотделителя равен 0,25 м.

Рассчитать удельную магнитную силу, действующую на частицу по формуле (2.1). Вывести формулу для расчёта удельной магнитной силы с помощью индукции магнитного поля. Рассчитать удельную магнитную силу по полученной формуле и сравнить результаты.

Сделать вывод: притянется ли частица к магнитной системе железоотделителя? Принять, что на частицу значимо действуют сила тяжести и магнитная сила.

Решение

При расчётах значения всех величин использовать в системе СИ.

По формуле (1.5) рассчитываем коэффициент неоднородности магнитного поля, c=12,57 м$^{-1}$. Расстояние $\Delta=L-d$=0,15–0,03=0,12 м от рабочей поверхности магнитной системы до частицы находится путём вычитания из расстояния между лентой конвейера и рабочей поверхностью магнитной системы значения высоты (размера) частицы d. По формуле (2.1) находим значение удельной магнитной силы, действующей на частицу, $f_м(H)$=11,13 Н/кг.

Используя формулы (1.2) и (2.1), выводим формулу для расчёта удельной магнитной силы с помощью индукции магнитного поля. Переводим заданное значение напряжённости в индукцию магнитного поля: 160 кА/м=0,2 Тл. Рассчитываем удельную магнитную силу ($f_м(B)$=11,13 Н/кг) и сравниваем результаты: $f_м(H)= f_м(B)$.

Сравниваем удельную магнитную силу и ускорение свободного падения – если $f_м > g$, то частица притянется к магнитной системе железоотделителя, если $f_м < g$, то частица останется на ленте конвейера. Такое сравнение допустимо, так как размерности Н/кг и м/с^2 эквивалентны.

Задание для задачи № 2

Варианты задачи № 2 приведены в табл. 2.1.

Задача № 2 выполняется бригадой из 3-5 студентов. Каждой бригаде выдаётся 3-5 вариантов (каждому студенту – вариант).

Таблица 2.1

Варианты для задачи № 2

Номер варианта	$\chi \cdot 10^{-4}$, м^3/кг	H_0, кА/м	d, мм	S, м	L, мм	Номер варианта	$\chi \cdot 10^{-4}$, м^3/кг	H_0, кА/м	d, мм	S, м	L, мм
1	2	160	30	0,25	0,15	16	0,7	160	30	0,25	0,1
2	3	160	30	0,25	0,15	17	0,9	160	30	0,25	0,1
3	4	160	30	0,25	0,15	18	1,1	160	30	0,25	0,1
4	5	160	30	0,25	0,15	19	1,3	160	30	0,25	0,1
5	6	160	30	0,25	0,15	20	1,5	160	30	0,25	0,1
6	1	200	30	0,25	0,15	21	0,4	200	30	0,25	0,1
7	2	200	30	0,25	0,15	22	0,6	200	30	0,25	0,1
8	3	200	30	0,25	0,15	23	0,8	200	30	0,25	0,1
9	4	200	30	0,25	0,15	24	1,0	200	30	0,25	0,1
10	5	200	30	0,25	0,15	25	1,2	200	30	0,25	0,1
11	0,5	240	30	0,25	0,15	26	0,1	240	30	0,25	0,1
12	1	240	30	0,25	0,15	27	0,3	240	30	0,25	0,1
13	2	240	30	0,25	0,15	28	0,5	240	30	0,25	0,1
14	3	240	30	0,25	0,15	29	0,7	240	30	0,25	0,1
15	4	240	30	0,25	0,15	30	0,9	240	30	0,25	0,1

Каждый студент выполняет расчёт удельной магнитной силы, действующей на частицу с заданными значениями d и χ, используя величины напряжённости и индукции магнитного поля (результаты должны быть равными), и делает вывод о притяжении (непритяжении) частицы к магнитной системе железоотделителя.

Каждая бригада строит зависимость удельной магнитной силы от величины χ и делает вывод по полученной зависимости. На этом же графике строится горизонтальная линия, соответствующая величине ускорения свободного падения. Найти абсциссу точки пересечения двух линий, равную граничному значению удельной магнитной восприимчивости $\chi_{гр}$. Сделать вывод, как будут взаимодействовать с магнитным полем частицы, имеющие $\chi > \chi_{гр}$ и $\chi < \chi_{гр}$.

3. ДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ ПРИ МАГНИТНОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕПАРАЦИИ

3.1. Движение частиц в сухих сепараторах с верхней подачей

В магнитных сепараторах с верхней подачей материала частицы руды подаются на барабан или валок и транспортируются им в зону разделения. В зависимости от суммарного действия на частицу магнитной и механической сил частица оторвется от барабана при определенном угле его поворота. Если магнитная сила, действующая на частицу, превышает результирующую механических сил, то частица попадёт в магнитный продукт. Если магнитная сила, действующая на частицу, меньше суммарных механических сил, то частица попадёт в немагнитный продукт.

При движении частицы через рабочую зону сепаратора с верхней подачей на частицу будут действовать силы: магнитная, сила тяжести, центробежная, сила трения (рис. 3.1).

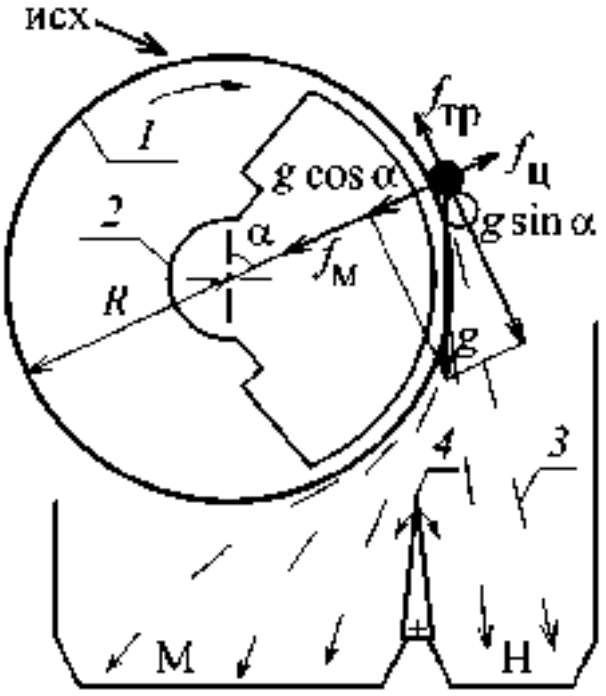


Рис. 3.1. Схема сил, действующих на частицы в магнитном сепараторе с верхней подачей материала:
1 – барабан; *2* – магнитная система; *3* – траектории движения частиц; *4* – шибер

При движении единичной частицы условие попадания частицы в магнитный продукт выглядит следующим образом [1]:

$$f_м \geq f_ц - g\cos\alpha + g\sin\alpha/\mathrm{tg}\varphi = f_ц + g\sin(\alpha-\varphi)/\sin\varphi, \qquad (3.1)$$

где $f_м$ и $f_ц$ – удельные магнитная и центробежная силы Н/кг; g – ускорение свободного падения 9,81 м/с^2; tgφ – коэффициент трения; α – угол поворота барабана (угол положения частицы на барабане), град.

Удельная центробежная сила, возникающая при движении частицы по криволинейной траектории при $d/R > 0{,}05$ равна

$$f_{ц} = \omega^2 (R + 0{,}5d)^2 / R^3, \qquad (3.2)$$

где ω – линейная скорость вращения барабана сепаратора, м/с; R – радиус барабана, м.

Условие (3.1) справедливо для движения единичной частицы с вращающимся барабаном сепаратора. В том случае, когда в обогащаемой руде содержатся магнитные частицы, сильно притянутые к барабану, они не позволяют менее богатым кускам руды смещаться по поверхности барабана (скользить) под влиянием тангенциальной составляющей силы тяжести $g\sin\alpha$. Кроме того, если сильномагнитная частица находится перед немагнитной частицей, то возникнет добавочная сила трения (трение между частицами), которая будет способствовать отрыву немагнитной частицы при большем угле поворота барабана. Поэтому величину удельной магнитной силы, необходимой для извлечения магнитных частиц, можно уменьшить на коэффициент $(1+\alpha_м)$. Удельная магнитная сила, необходимая для извлечения граничной магнитной частицы при монослойном движении материала [1]:

$$f_м \geq (f_ц - g\cos\alpha)/(1+\alpha_м), \qquad (3.3)$$

где $\alpha_м$ – содержание сильномагнитных частиц в исходной руде, д. ед.

При расчёте магнитной силы необходимо знать коэффициент неоднородности магнитного поля c или шаг S полюсов многополюсной магнитной системы. Величину оптимального шага полюсов, обеспечивающего максимальную магнитную силу, действующую на максимальный размер куска, можно определить следующим образом. Возьмём частную производную формулы (2.1) по c и приравняем её к нулю. Из полученного равенства выразим c:

$$c = \ln[(\Delta + d)/\Delta] / 2d. \qquad (3.4)$$

Используя уравнения (1.4) и (3.4), найдём S:

$$S = \frac{2\pi dR}{R\ln(1 + d/\Delta) - 2d}. \qquad (3.5)$$

Используя равенство (3.3), можно определить параметры и режимы работы магнитного сепаратора, при которых частицы с заданными магнитными свойствами попадут в магнитный продукт при заданном угле поворота барабана. К характеристикам магнитного сепаратора, которые можно определить из условия (3.3), относятся:

напряженность (индукция) магнитного поля на поверхности полюса H_0, полюсный шаг S, расстояние от поверхности полюса до частицы Δ, скорость вращения барабана v и его радиус R. Определение характеристик сепаратора необходимо проводить для частиц заданной крупности (максимальной).

Задача № 3.1

Частицы с размером (с высотой) d=30 мм движутся по барабану сепаратора ПБС-90/150 (см. рис. 3.1). Расстояние Δ между частицами и рабочей поверхностью магнитной системы Δ=10 мм. Содержание сильномагнитных частиц в исходной руде $\alpha_м$ =0,1 д. ед. Линейная скорость вращения барабана сепаратора v =1,2 м/с. Принять, что на частицу значимо действуют магнитная и центробежная силы и сила тяжести. Необходимо обеспечить попадание в магнитный продукт частиц с удельной магнитной восприимчивостью $\chi_{гр} \geq 0{,}1 \cdot 10^{-4}$ м^3/кг при угле поворота барабана α=120^0.

Определить основные параметры магнитной системы барабанного сепаратора ПБС с верхней подачей – H_0 и S. Определить напряжённость магнитного поля H_{10} на рабочей поверхности барабана при Δ=10 мм.

Решение

При расчётах значения всех величин использовать в системе СИ.

По формулам (3.4) и (3.5) рассчитываем оптимальный коэффициент неоднородности магнитного поля и оптимальный шаг полюсов: c=23,1 м$^{-1}$ и S=0,15 м. По формуле (3.3) рассчитываем удельную центробежную силу $f_ц$=3,42 Н/кг.

Подставляем в выражение (3.3) вместо $f_м$ формулу (2.1) и выводим формулу для расчёта напряжённости магнитного поля на поверхности магнитной системы. Далее выполняем расчёт: H_0=195,51 кА/м. Напряжённость магнитного поля H_{10} на рабочей поверхности барабана при Δ=x=10 мм рассчитываем по формуле (1.3), используя вместо индукции напряжённость магнитного поля – H_{10}=155,18 кА/м.

Задание для задачи № 3.1

Варианты задачи № 3.1 приведены в табл. 3.1.

Задача № 3.1 выполняется бригадой из 3-5 студентов. Каждой бригаде выдаётся 3-5 вариантов (каждому студенту – вариант).

Таблица 3.1

Варианты для задачи № 3.1

(Δ=10 мм, $\alpha_м$ =0,1 д. ед., α=120^0)

Номер варианта	d, мм	$\chi \cdot 10^{-4}$, м^3/кг	R, м	$v_г$, м/с	Номер варианта	d, мм	$\chi \cdot 10^{-4}$, м^3/кг	R, м	$v_г$, м/с
1	30	0,1	0,45	1,0	16	30	0,1	0,45	1,2
2	30	0,1	0,45	1,1	17	40	0,1	0,45	1,2
3	30	0,1	0,45	1,2	18	50	0,1	0,45	1,2
4	30	0,1	0,45	1,3	19	60	0,1	0,45	1,2
5	30	0,1	0,45	1,5	20	70	0,1	0,45	1,2
6	30	0,1	0,35	1,2	21	50	0,1	0,45	1,2
7	30	0,1	0,40	1,2	22	50	0,2	0,45	1,2
8	30	0,1	0,45	1,2	23	50	0,3	0,45	1,2
9	30	0,1	0,50	1,2	24	50	0,4	0,45	1,2
10	30	0,1	0,55	1,2	25	50	0,5	0,45	1,2
11	30	0,1	0,45	1,2	26	70	0,1	0,35	1,5
12	30	0,2	0,45	1,2	27	70	0,1	0,45	1,5
13	30	0,3	0,45	1,2	28	70	0,1	0,55	1,5
14	30	0,4	0,45	1,2	29	70	0,1	0,65	1,5
15	30	0,5	0,45	1,2	30	70	0,1	0,75	1,5

Каждый студент выполняет расчёт основных параметров магнитной системы барабанного сепаратора ПБС с верхней подачей – H_0, H_{10} и S, используя заданные величины.

Каждая бригада строит зависимость напряжённости магнитного поля H_{10} на рабочей поверхности барабана от варьируемой величины и делает вывод по полученной зависимости.

3.2. Движение частиц в сепараторах с нижней подачей

В магнитных сепараторах с нижней подачей материала частицы материала подаются под барабан сепаратора. При сепарации необходимо добиться, чтобы магнитные частицы, пройдя в горизонтальном направлении путь длиной L, равный длине ванны сепаратора (длине рабочей зоны), успели сместиться в вертикальном направлении на расстояние h, равное высоте рабочей зоны (глубине ванны) (рис. 3.2). При выполнении данного условия магнитные частицы извлекутся из общего потока материала, притянутся к магнитной системе и вынесутся барабаном в зону разгрузки. При расчете траектории рассматривается граничная частица, находящаяся на дне ванны сепаратора, поскольку если эта частица успеет пройти в вертикальном направлении путь h, находясь в рабочей зоне сепаратора, то все другие частицы с $\chi > \chi_{гр}$ успеют извлечься из потока материала независимо от их

начального положения при входе в ванну сепаратора (по высоте) [3].

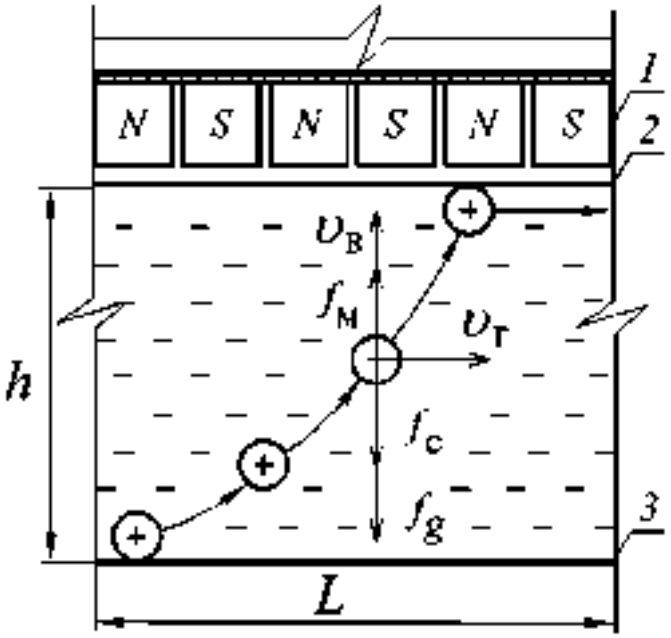


Рис. 3.2. Схема сил, действующих на частицы в мокром магнитном сепараторе с нижней подачей материала:
1 – магнитная система; *2* – обечайка барабана; *3* – дно ванны сепаратора

При мокрой магнитной сепарации (ММС) и при нижней подаче материала частицы обычно перемещаются по криволинейной траектории, вдоль поверхности барабана или валка. При этом силы, действующие в нормальном к поверхности барабана направлении, будут изменяться. Нормальная составляющая силы тяжести будет зависеть от угла положения частицы α относительно оси барабана. Магнитная и центробежная силы будут зависеть от расстояния Δ от частицы до обечайки барабана. При снижении расстояния Δ (при движении частицы вверх) магнитная и центробежная силы будут возрастать.

Учёт изменения магнитной и центробежной сил и силы тяжести в процессе движения частицы вверх не позволяет получить аналитическое решение и требует применения численных методов решения дифференциальных уравнений на ЭВМ. Поэтому для упрощения расчётов условно примем сечение ванны в виде прямоугольника, а значение магнитной силы постоянным при $\Delta=h$ (см. рис. 3.2). За начало координат принимается нижняя точка ванны сепаратора в месте начала рабочей зоны, направление оси абсцисс – слева направо (от 0 до L), направление оси ординат – снизу вверх (от 0 до h).

При таком упрощении в вертикальном направлении на частицу действуют силы: тяжести, магнитная и вязкостного сопротивления. Центробежная сила будет равна нулю.

В установившемся режиме частица движется в горизонтальном направлении со скоростью пульпы ($\upsilon_т$). На этом основании можно считать, что скорость частицы относительно скорости пульпы равна нулю, и все силы, действующие по горизонтали, скомпенсированы. Следовательно, в горизонтальном направлении частица не испытывает воздействия сил и движется равномерно со скоростью пульпы $\upsilon_т$.

Удельная сила тяжести, уменьшенная на величину силы Архимеда, вычисляется по формуле

$$f_g = g(\rho - \rho_с)/\rho, \qquad (3.6)$$

где ρ, $\rho_с$ – плотность соответственно частицы и воды, кг/м^3; g - ускорение силы тяжести, м/с^2.

В противоположном направлении на частицу действует удельная магнитная сила, которая вычисляется по формуле (2.1). При движении частицы с $\chi > \chi_{гр}$ от дна ванны к обечайке барабана удельная магнитная сила увеличивается при уменьшении Δ. Для упрощения расчётов примем величину Δ постоянной, равной глубине ванны h.

При перемещении частицы в пульпе возникает сила вязкостного сопротивления (сила сопротивления среды), зависящая от вертикальной составляющей скорости перемещения частицы и направленная против этой скорости. Для частиц крупностью менее 0,1 мм удельная сила сопротивления изменяется по закону Стокса:

$$f_с = 18\mu\upsilon_в/(\rho d^2), \qquad (3.7)$$

где μ - коэффициент динамической вязкости (для воды $\mu = 10^{-3}$ Н·с/м^2); d - диаметр частицы, м; $\upsilon_в$ - вертикальная составляющая скорости частицы, м/с.

Удельная сила вязкостного сопротивления направлена противоположно равнодействующей сил $f_м$ и f_g. При увеличении содержания твердого в пульпе увеличивается её кажущаяся вязкость и плотность и, следовательно, сила сопротивления среды. С некоторым допущением силу сопротивления будем рассчитывать по формуле (3.7) при значении μ для воды.

В начальный момент времени при поступлении частицы в рабочую зону сепаратора сила сопротивления будет равна нулю ($\upsilon_в = 0$). Частица начнет движение в вертикальном направлении (к барабану сепаратора) при $f_м > f_g$. Уравнение движения частицы в вертикальном направлении запишется следующим образом:

$$d\upsilon_в/dt = f_м - f_g - f_с. \qquad (3.8)$$

Заменим $f_м - f_g$ на a и $18\mu/(\rho d^2)$ на b. После преобразований и подстановки уравнение движения частицы в вертикальном направлении представляет собой линейное дифференциальное уравнение первого порядка:

$$dt = d\upsilon_в/(a - b\upsilon_в).$$

Решение дифференциального уравнения дает формулу для расчета перемещения частицы в вертикальном направлении:

$$y_t = \frac{a}{b}\left(t + \frac{e^{-tb}}{b}\right) - \frac{a}{b^2}\ , \qquad (3.9)$$

где y_t – текущая координата частицы, м.

Примем, что в вертикальном направлении частица прошла путь $y_t = h$. Для притяжения частицы к барабану сепаратора необходимо, чтобы частица в горизонтальном направлении за то же время t прошла путь, меньший или равный L. Время, за которое частица пройдет путь L:

$$t = L/\upsilon_г. \qquad (3.10)$$

Подставим в формулу (3.9) вместо y_t величину h, вместо t зависимость (3.10), а вместо a – разность $f_м - f_g$ и выразим значение магнитной силы:

$$f_м \geq f_g + h/\left[\frac{1}{b}\left(\frac{L}{\upsilon_г} + \frac{e^{-\frac{L}{\upsilon_г}b}}{b} - \frac{1}{b}\right)\right]\ , \qquad (3.11)$$

где b – коэффициент, равный $18\mu/(\rho d^2)$, $с^{-1}$.

Величина $f_м$, рассчитанная по формуле (3.11), будет характеризовать магнитную силу, при которой в магнитный продукт попадут частицы с $\chi \geq \chi_{гр}$, а частицы с $\chi < \chi_{гр}$ попадут в немагнитный продукт.

Задача № 3.2

Частица с размером d=0,07 мм движется в ванне сепаратора ПБМ-ПП-90/250 (см. рис. 3.2). Расстояние Δ между частицей и поверхностью барабана (глубина ванны) $\Delta = h$=50 мм. Поправочный коэффициент, связанный с флокулообразованием тонких частиц, принять a=2. Шаг полюсов (по поверхности барабана) S=0,15 м. Напряжённость магнитного поля на поверхности барабана H_0=128 кА/м.

Длина рабочей зоны ванны L=0,6 м. Плотность частиц ρ=4500 кг/м^3. Скорость пульпы (частиц) в горизонтальном направлении $\upsilon_г$ = 0,5 м/с.

Определить величину минимального значения удельной магнитной восприимчивости частицы ($\chi_{гр}$), при которой частица попадёт в магнитный продукт.

Решение

При расчётах значения всех величин использовать в системе СИ.

По формуле (3.6) рассчитываем удельную силу тяжести f_g=7,63 Н/кг. Рассчитываем коэффициент $b=18\mu/(\rho d^2)$=818,33 с$^{-1}$. По формуле (3.11) рассчитываем минимальное значение удельной магнитной силы, необходимой для извлечения частицы в магнитный продукт: $f_м$=41,68 Н/кг. По формуле (1.4) рассчитываем коэффициент неоднородности поля: c=23,17 м$^{-1}$.

Используя формулу (2.1), выводим формулу для расчёта минимального значения удельной магнитной восприимчивости частицы, при которой частица попадёт в магнитный продукт, и выполняем расчёт: $\chi_{гр}$=0,00044=4,4·10^{-4} м^3/кг.

Задание для задачи № 3.2

Варианты задачи № 3.2 приведены в табл. 3.2.

Задача № 3.2 выполняется бригадой из 3-5 студентов. Каждой бригаде выдаётся 3-5 вариантов (каждому студенту – один вариант).

Каждый студент выполняет расчёт минимального значения удельной магнитной восприимчивости частицы, при которой частица попадёт в магнитный продукт, используя заданные величины.

Каждая бригада строит зависимость минимального значения удельной магнитной восприимчивости извлекаемой частицы $\chi_{гр}$ от варьируемой величины и делает вывод по полученной зависимости.

3.3. Движение частиц в электрических сепараторах

При электрической сепарации (ЭС) на частицы действуют электрические силы. Точный расчёт электрических сил затруднителен, что связано с приблизительной оценкой показателей электрического поля, сложностью оценки электрических свойств частиц (прежде всего сростков) и величины зарядов, получаемых частицами.

Таблица 3.2

Варианты для задачи № 3.2

(Δ=50 мм; a=1,5; S=0,15 м; R=0,45 м; L=0,6 м; ρ=4500 кг/м^3)

Номер варианта	d, мм	H_0, кА/м	г., м/с	Номер варианта	d, мм	H_0, кА/м	г., м/с
1	0,02	128	0,5	16	0,02	200	0,5
2	0,04	128	0,5	17	0,04	200	0,5
3	0,06	128	0,5	18	0,06	200	0,5
4	0,08	128	0,5	19	0,08	200	0,5
5	0,10	128	0,5	20	0,10	200	0,5
6	0,10	96	0,5	21	0,07	96	0,5
7	0,10	112	0,5	22	0,07	112	0,5
8	0,10	128	0,5	23	0,07	128	0,5
9	0,10	160	0,5	24	0,07	160	0,5
10	0,10	200	0,5	25	0,07	200	0,5
11	0,10	128	0,1	26	0,10	200	0,1
12	0,10	128	0,3	27	0,10	200	0,3
13	0,10	128	0,5	28	0,10	200	0,5
14	0,10	128	0,7	29	0,10	200	0,7
15	0,10	128	0,9	30	0,10	200	0,9

Рассмотрим динамику движения в коронном барабанном сепараторе смеси из двух типов частиц – проводников и непроводников (см. рис. 3.3).

В межэлектродном пространстве между осадительным электродом *1* и коронирующим электродом *2* на заряженные частицы действуют электростатическая сила (сила Кулона) $F_э$ и пондеромоторная электрическая сила $F_п$, зависящая от неоднородности электрического поля и диэлектрической проницаемости среды и частиц. По данным работ [1, 2], сила $F_п$ в воздушной среде мала, и ею можно пренебречь. Поэтому в качестве электрической силы, обеспечивающей разделение частиц, будет являться электростатическая сила Кулона $F_э$. После выхода частицы из межэлектродного пространства на частицу будет действовать сила зеркального отображения $F_з$, также относящаяся к Кулоновым силам и способствующая удержанию частицы на барабане.

Кроме электрических сил при движении частицы через рабочую зону сепаратора на частицу будут действовать механические силы: тяжести, центробежная, трения. На мелкие частицы будет действовать сила адгезии, вызывающая прилипание пылевидных частиц к барабану (силу адгезии рассматривать не будем).

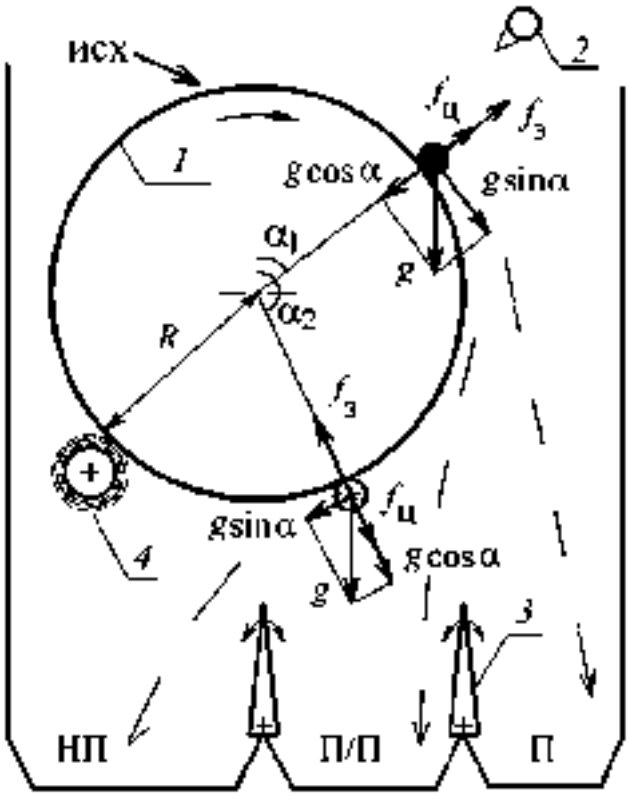


Рис. 3.3. Схема сил, действующих на частицы в барабанном коронном электрическом сепараторе:
1 – барабан-электрод; *2* – коронирующий электрод; *3* – шибер; *4* – щётка;
П, П/П и НП – проводники (●), промпродукт и непроводники (⊙)

По аналогии с разделением в магнитных сепараторах (см. условие (3.3)) примем, что при монослойной подаче материала частицы, закрепившиеся на барабане, не позволяют другим частицам смещаться по поверхности барабана (скользить) под влиянием тангенциальной составляющей силы тяжести $g\sin\alpha$. Поэтому в дальнейшем будем рассматривать баланс сил в нормальном к поверхности барабана направлении (силу трения и тангенциальную составляющую силы тяжести $g\sin\alpha$ рассматривать не будем, см. рис. 3.2).

Для барабанного коронного сепаратора можно выделить две основные зоны разделения:

1) зону зарядки частиц проводников и непроводников (межэлектродное пространство) и отталкивание от барабана проводников (при выходе из межэлектродного пространства);

2) зону удерживания частиц непроводников на барабане от окончания межэлектродного пространства до щётки *4* (см. рис. 3.3).

Рассмотрим действие сил на частицы проводников и непроводников в выделенных зонах разделения барабанного коронного сепа-

ратора. В межэлектродном пространстве проводники и непроводники получат от коронирующего электрода максимальный заряд:

$$q_{,} = 4\pi\varepsilon\varepsilon_0[1+2(\varepsilon_ч-1)/(\varepsilon_ч+2)]r^2E_к, \qquad (3.12)$$

где ε_0 – диэлектрическая проницаемость вакуума, Ф/м; ε и $\varepsilon_ч$ – диэлектрические (относительные) проницаемости воздуха (ε=1) и частицы; r – радиус частицы, м; $E_к$ – напряжённость электрического поля в межэлектродном пространстве на барабане, В/м.

Проводник мгновенно получит отрицательный заряд в поле коронного разряда, затем перезарядится на барабане и получит положительный заряд. После выхода из межэлектродного пространства положительно заряженная частица проводника оттолкнётся от барабана под действием силы электростатического поля и центробежной силы. Условие отрыва проводника от барабана выглядит следующим образом (см. рис. 3.3):

$$f_э + f_ц \geq g\cos\alpha, \qquad (3.13)$$

где $f_э$ – удельная электростатическая сила, Н/кг.

Удельная центробежная сила рассчитывается по формуле (3.2). Учитывая малый размер частиц, $f_ц$ можно рассчитать по более простой формуле:

$$f_ц = \omega^2 / R. \qquad (3.14)$$

Удельная электростатическая сила для случая, когда частица лежит на барабане:

$$f_э = F_э / m = q\,E / m = q^2 / (4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r^2 m), \qquad (3.15)$$

где q – заряд частицы-проводника после перезарядки на барабане, Кл; E – напряжённость электрического поля, создаваемого заряженной частицей, В/м.

Заряд частицы-проводника q после перезарядки на барабане будет меньше заряда $q_{,}$, и его можно рассчитать:

$$q = k_q\, q_{,}, \qquad (3.16)$$

где k_q – коэффициент уменьшения заряда.

При обогащении в коронном сепараторе условие (3.13) должно всегда выполняться – частица-проводник оторвётся от барабана при угле его поворота $\alpha_1 \approx 25\text{-}30^0$ (зависит от угла установки коронирующего электрода).

Частица-непроводник также получит отрицательный заряд в поле коронного разряда и притянется к барабану под действием элек-

тростатической силы. Частица-непроводник не будет разряжаться на барабане и сохранит свой отрицательный заряд. При выходе из межэлектродного пространства частица-непроводник будет притягиваться к барабану под действием силы зеркального отображения.

Условие притяжения частицы-непроводника к барабану выглядит следующим образом (см. рис. 3.3):

$$f_з \geq f_ц - g\cos\alpha, \qquad (3.17)$$

где $f_з$ – удельная сила зеркального отображения, Н/кг.

Удельная сила зеркального отображения для случая, когда частица лежит на барабане:

$$f_з = F_з / m = q_{ост} E / m = q^2_{ост} / (16\pi\varepsilon\varepsilon_0 r^2 m), \qquad (3.18)$$

где $q_{ост}$ – остаточный заряд частицы-непроводника после выхода из межэлектродного пространства, Кл.

Если при угле поворота барабана $\alpha_2=180^0$ ($\cos\alpha=1$) условие (3.17) будет выполнено, то частица-непроводник в дальнейшем не оторвётся от барабана и будет удалена с него щёткой *4* (см. рис. 3.3). Если при угле поворота барабана $\alpha_2=180^0$ условие (3.17) не будет выполнено, то частица-непроводник оторвётся от барабана при угле $\alpha_2<180^0$. Для этого случая угол отрыва частицы-непроводника

$$\alpha_2=\arccos\left[(f_ц - f_з)/g\right]. \qquad (3.19)$$

Используя равенства (3.13) и (3.17), можно определить параметры и режимы работы электрического сепаратора, при которых частицы с известными электрическими свойствами попадут в различные приёмники.

Задача № 3.3

Смесь частиц разделяется на коронном барабанном сепараторе (см. рис. 3.3). Напряжённость электрического поля в межэлектродном пространстве на барабане составляет 5 кВ/см. Угол установки коронирующего электрода относительно поворота барабана с R=0,17 м составляет 30^0. Линейная скорость вращения барабана υ=1 м/с.

Исходный продукт представлен частицами двух минералов – ильменита (проводник) и кварца (непроводник). Диэлектрические проницаемости (относительные) кварца и ильменита равны 5 и 55 соответственно. Размер частиц кварца и ильменита (радиус) составляет 0,2 и 0,2 мм соответственно. Плотности частиц кварца и ильменита равны 2600 и 4700 кг/м^3 соответственно. Форму частиц принять ша-

рообразной.

Коэффициент уменьшения максимального абсолютного заряда частиц ильменита после выхода из межэлектродного пространства (после перезарядки) k_q =0,7. Частицы кварца получат в поле коронного разряда максимальный заряд (k_q =1).

Принять, что после выхода из межэлектродного пространства на частицы ильменита значимо действуют электростатическая и центробежная силы и сила тяжести, а на частицы кварца – сила зеркального отображения, сила тяжести и центробежная сила.

Рассчитать суммарную удельную силу, действующую на частицы ильменита (f_{Σ}) в момент их отрыва от барабана при угле его поворота $\alpha_1=30^0$ (угол установки коронирующего электрода).

Определить, останутся ли частицы кварца на барабане при его угле поворота $\alpha_2=180^0$. Если «да», то сделать вывод, как необходимо частицы кварца разгружать с барабана. Если частицы кварца оторвутся от барабана при угле $\alpha_2<180^0$, то рассчитать угол их отрыва.

Решение

При расчётах значения всех величин использовать в системе СИ.

По формуле (3.12) рассчитываем максимальный заряд, полученный частицами кварца и ильменита в поле коронного разряда: $q_{,}$(кварц)=q(кварц)=4,7662·10^{-12} и $q_{,}$(ильменит)=6,4386·10^{-12} Кл. По формуле (3.16) рассчитываем заряд частиц ильменита после выхода из межэлектродного пространства: q(ильменит)=4,5070·10^{-12} Кл.

Рассчитываем массы частиц кварца и ильменита: 8,7127·10^{-8} и 1,5750·10^{-7} соответственно.

По формуле (3.15) рассчитываем удельную электростатическую силу, действующую на частицы ильменита: $f_э$=28,9929 Н/м. По формуле (3.14) рассчитываем удельную центробежную силу, действующую на частицы кварца и ильменита: $f_ц$=5,8824 Н/м. По формуле (3.18) рассчитываем удельную силу зеркального отображения, действующую на частицы кварца: $f_э$=14,6530 Н/м.

Используя формулу (3.13), рассчитываем суммарную удельную силу, действующую на частицы ильменита в момент их отрыва от барабана при угле его поворота $\alpha_1=30^0$. Суммарная удельная сила: $f_{\Sigma}= f_э + f_ц – g\cos\alpha$=26,3795 Н/кг.

Проверяем выполнение условия (3.17) для частиц кварца при угле поворота барабана $\alpha_2=180^0$. Условие не выполняется ($f_{\Sigma}<0$; $f_{\Sigma} = f_з – –f_ц+g\cos\alpha$= –1,0393 Н/кг), следовательно, частицы кварца оторвутся

при угле $\alpha_2<180^0$. По формуле (3.19) рассчитываем угол отрыва частиц кварца $\alpha_2=153{,}4^0$.

Задание для задачи № 3.3

Варианты задачи № 3.3 приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Варианты для задачи № 3.3

(E=5 кВ/см; $\varepsilon_{кв}$=5; $\varepsilon_{ильм}$=55; $\rho_{кв}$=2600 кг/м^3; $\rho_{ильм}$=2600 кг/м^3; k_q =1; $\alpha_1=30^0$)

Номер варианта	r, мм	R, м	v, м/с	Номер варианта	r, мм	R, м	v, м/с
1	0,05	0,17	1,0	16	0,05	0,15	1,2
2	0,10	0,17	1,0	17	0,10	0,15	1,2
3	0,15	0,17	1,0	18	0,15	0,15	1,2
4	0,20	0,17	1,0	19	0,20	0,15	1,2
5	0,25	0,17	1,0	20	0,25	0,15	1,2
6	0,2	0,11	1,0	21	0,10	0,11	1,2
7	0,2	0,13	1,0	22	0,10	0,13	1,2
8	0,2	0,15	1,0	23	0,10	0,15	1,2
9	0,2	0,17	1,0	24	0,10	0,17	1,2
10	0,2	0,19	1,0	25	0,10	0,19	1,2
11	0,2	0,17	1,0	26	0,10	0,15	1,0
12	0,2	0,17	1,1	27	0,10	0,15	1,1
13	0,2	0,17	1,2	28	0,10	0,15	1,2
14	0,2	0,17	1,3	29	0,10	0,15	1,3
15	0,2	0,17	1,4	30	0,10	0,15	1,4

Задача № 3.3 выполняется бригадой из 3-5 студентов. Каждой бригаде выдаётся 3-5 вариантов (каждому студенту – один вариант).

Каждый студент выполняет расчёт суммарной удельной силы, действующей на частицы ильменита (f_{Σ}) в момент их отрыва от барабана при угле его поворота $\alpha_1=30^0$. Каждый студент определяет угол отрыва от барабана частиц кварца α_2.

Каждая бригада строит зависимость суммарной удельной силы, действующей на частицы ильменита (f_{Σ}), и зависимость угла отрыва от барабана частиц кварца (α_2) от варьируемой величины и делает вывод по полученным зависимостям.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ МИНЕРАЛОВ

4.1. Пондеромоторный метод Фарадея и метод Гюи

Определение магнитной восприимчивости минералов основано на взвешивании образцов, помещённых в магнитное поле. Чем больше прирост «массы» образца в магнитном поле, тем выше его магнитные свойства.

Для определения магнитной восприимчивости слабомагнитных минералов применяют пондеромоторный метод, предложенный Фарадеем. Магнитную восприимчивость образца определяют косвенным методом – сравнивают магнитные силы, действующие на исследуемый образец и эталон.

Измерения выполняют три-четыре раза, а затем по средним значениям рассчитывают удельную магнитную восприимчивость образца по формуле

$$\chi_{об}=\chi_{эт}m_{эт}\Delta m_{об}/(m_{об}\Delta m_{эт}), \qquad (4.1)$$

где $\chi_{эт}$ – удельная магнитная восприимчивость эталона, м^3/кг; $m_{эт}$ – масса эталона, кг; $m_{об}$ – масса образца, кг; $\Delta m_{об}$ – кажущийся прирост массы образца в магнитном поле, кг; $\Delta m_{эт}$ – кажущийся прирост массы эталона в магнитном поле, кг.

Для определения магнитной восприимчивости сильномагнитных минералов применяют метод Гюи. Он основан на измерении силы, действующей на измельченный образец, помещённый в длинный немагнитный цилиндр. Цилиндр помещается в соленоидную катушку. Удельная магнитная восприимчивость исследуемого образца

$$\chi=2\cdot l\cdot g\cdot\Delta m/(\mu_0\cdot H^2\cdot m), \qquad (4.2)$$

где χ – удельная магнитная восприимчивость образца, м^3/кг; l – длина образца в цилиндре, м; g – ускорение свободного падения, м/с; Δm – кажущийся прирост массы образца в магнитном поле, кг; H – напряжённость магнитного поля, А/м; m – масса образца, кг.

Задача № 4.1

На магнитных весах с помощью метода Фарадея выполнены измерения удельной магнитной восприимчивости марганцевой руды.

Удельная магнитная восприимчивость эталона $\chi_{эт}=9{,}55\cdot10^{-7}$ м^3/кг. Масса эталона и образца 80 и 75 г соответственно. Масса эталона и образца в магнитном поле $m_{эт(м)}=100$ и $m_{об(м)}=79$ г соответственно.

Рассчитать удельную магнитную восприимчивость образца марганцевой руды.

Решение

При расчётах значения всех величин использовать в системе СИ.

Рассчитываем кажущийся прирост массы эталона в магнитном поле: $\Delta m_{эт}$=0,1–0,08=0,02 кг. Рассчитываем кажущийся прирост массы образца в магнитном поле: $\Delta m_{об}$=0,079–0,075=0,004 кг. По формуле (4.1) рассчитываем удельную магнитную восприимчивость образца марганцевой руды: $\chi_{об}=2{,}12\cdot10^{-7}$ м^3/кг.

Задание для задачи № 4.1

Варианты задачи № 4.1 приведены в табл. 4.1.

Задача № 4.1 выполняется бригадой из 3-5 студентов. Каждой бригаде выдаётся 3-5 вариантов (каждому студенту – один вариант).

Каждый студент выполняет расчёт удельной магнитной восприимчивости образца марганцевой руды.

Каждая бригада строит зависимость удельной магнитной восприимчивости образца марганцевой руды от прироста массы образца в магнитном поле ($\Delta m_{об}$) и делает вывод по полученной зависимости.

Таблица 4.1

Варианты для задачи № 4.1

($m_{эт}$=80 г; $m_{эт(м)}$=100 г)

Номер варианта	$m_{об(м)}$, г	$m_{об}$, г	$\chi_{эт}$, м^3/кг	Номер варианта	$m_{об(м)}$, г	$m_{об}$, г	$\chi_{эт}$, м^3/кг
1	83	80	$8{,}3\cdot10^{-7}$	16	77,5	77	$8{,}3\cdot10^{-7}$
2	85	80	$8{,}3\cdot10^{-7}$	17	78,0	77	$8{,}3\cdot10^{-7}$
3	87	80	$8{,}3\cdot10^{-7}$	18	78,5	77	$8{,}3\cdot10^{-7}$
4	89	80	$8{,}3\cdot10^{-7}$	19	79,0	77	$8{,}3\cdot10^{-7}$
5	91	80	$8{,}3\cdot10^{-7}$	20	79,5	77	$8{,}3\cdot10^{-7}$
6	77	75	$9{,}55\cdot10^{-7}$	21	80,3	80	$9{,}55\cdot10^{-7}$
7	80	75	$9{,}55\cdot10^{-7}$	22	80,6	80	$9{,}55\cdot10^{-7}$
8	83	75	$9{,}55\cdot10^{-7}$	23	80,9	80	$9{,}55\cdot10^{-7}$
9	86	75	$9{,}55\cdot10^{-7}$	24	81,2	80	$9{,}55\cdot10^{-7}$
10	89	75	$9{,}55\cdot10^{-7}$	25	84,5	80	$9{,}55\cdot10^{-7}$
11	78	77	$14{,}45\cdot10^{-7}$	26	83,1	83	$14{,}45\cdot10^{-7}$
12	80	77	$14{,}45\cdot10^{-7}$	27	83,2	83	$14{,}45\cdot10^{-7}$
13	82	77	$14{,}45\cdot10^{-7}$	28	83,3	83	$14{,}45\cdot10^{-7}$
14	84	77	$14{,}45\cdot10^{-7}$	29	83,4	83	$14{,}45\cdot10^{-7}$
15	86	77	$14{,}45\cdot10^{-7}$	30	83,5	83	$14{,}45\cdot10^{-7}$

Задача № 4.2

На магнитных весах с помощью метода Гюи выполнены измерения удельной магнитной восприимчивости магнетитовой руды.

Внутренний диаметр цилиндра и длина образца в цилиндре

d=18,5 и l=60 мм соответственно. Масса образца и масса образца в магнитном поле m=38 и $m_{(м)}$=252 г. Напряжённость магнитного поля 127 кА/м.

Рассчитать удельную и объёмную магнитную восприимчивость образца магнетитовой руды.

Решение

При расчётах значения всех величин использовать в системе СИ.

Рассчитываем кажущийся прирост массы образца в магнитном поле: Δm=252–38=214 г =0,214 кг. По формуле (4.2) рассчитываем удельную магнитную восприимчивость образца магнетитовой руды: $\chi=3{,}27\cdot10^{-4}$ м^3/кг.

Рассчитываем площадь, объём, насыпную плотность и плотность образца: $S=2{,}688\cdot10^{-4}$ м^2; $V=1{,}613\cdot10^{-5}$ м^3; $\rho_н$=2356,13 кг/м^3; $\rho=\rho_н/k_п$=4283,87 кг/м^3 (коэффициент плотности принять $k_п$=0,55). Рассчитываем объёмную магнитную восприимчивость образца: $æ=\chi\cdot\rho$=1,401.

Задание для задачи № 4.2

Варианты задачи № 4.2 приведены в табл. 4.2.

Задача № 4.2 выполняется бригадой из 3-5 студентов. Каждой бригаде выдаётся 3-5 вариантов (каждому студенту – один вариант).

Каждый студент выполняет расчёт удельной и объёмной магнитной восприимчивости образца магнетитовой руды.

Каждая бригада строит зависимость удельной магнитной восприимчивости образца магнетитовой руды от напряжённости магнитного поля и делает вывод по полученной зависимости.

4.2. Расчёт магнитной восприимчивости куска магнетитовой руды

Магнитная восприимчивость куска магнетитовой руды, содержащего определённое количество магнетита, зависит практически только от процентного содержания в нём магнетита. Объёмную магнитную восприимчивость сростка магнетита с другими минералами можно рассчитать по преобразованной формуле Г. Г. Бринга [1]:

$$æ_{ср}\approx10^{-4}\alpha^2æ_м, \qquad (4.3)$$

где α – массовая доля магнетита в сростке, %; $æ_м$ – объёмная магнитная восприимчивость частиц чистого магнетита.

Таблица 4.2

Варианты для задачи № 4.2

(m=38 г; d=18,5 мм; l=60 мм; $k_{\text{п}}$=0,55)

Номер варианта	H, кА/м	$m_{(\text{м})}$, г	Номер варианта	H, кА/м	$m_{(\text{м})}$, г
1	43	70	16	43	60
2	90	172	17	90	120
3	115	220	18	115	154
4	127	252	19	127	176
5	136	266	20	136	186
6	80	140	21	80	80
7	96	180	22	96	87
8	112	215	23	112	96
9	144	264	24	144	119
10	160	279	25	160	125
11	127	175	26	127	250
12	136	185	27	136	265
13	156	226	28	156	324
14	167	245	29	167	350
15	174	254	30	174	364

Удельная магнитная восприимчивость куска магнетитовой руды

$$\chi_{\text{ср}} \approx 1{,}13 \cdot 10^{-5} \alpha^2 / (127 + \alpha). \qquad (4.4)$$

Формула (4.4) получена после преобразования формулы (4.3) при плотности магнетита, равной 5000 кг/м^3, и плотности породы, равной 2800 кг/м^3. Удельная магнитная восприимчивость магнетита в формуле (4.4) принята равной $5 \cdot 10^{-4}$ м^3/кг [1].

Задача № 4.3

Рассчитать объёмную магнитную восприимчивость частицы чистого магнетита при плотности магнетита, равной 5000 кг/м^3, и удельной магнитной восприимчивости магнетита, равной $5 \cdot 10^{-4}$ м^3/кг. Рассчитать удельную и объёмную магнитную восприимчивость куска магнетитовой руды при массовой доле магнетита в куске руды α=50 %.

Решение

Рассчитываем объёмную магнитную восприимчивость чистого магнетита: $æ_{\text{м}} = \chi_{\text{м}} \cdot \rho_{\text{м}} = 2{,}5$. По формулам (4.3) и (4.4) рассчитываем удельную и объёмную магнитную восприимчивость куска магнетитовой руды: $æ_{\text{ср}} \approx 0{,}625$; $\chi_{\text{ср}} \approx 1{,}6 \cdot 10^{-4}$ м^3/кг.

Задание для задачи № 4.3

Варианты задачи № 4.3 приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Варианты для задачи № 4.3

Номер варианта	, %	Номер варианта	, %	Номер варианта	, %
1	0	11	34,0	21	68,0
2	3,4	12	37,4	22	71,4
3	6,8	13	40,8	23	74,8
4	10,2	14	44,2	24	78,2
5	13,6	15	47,6	25	81,6
6	17,0	16	51,0	26	85,0
7	20,4	17	54,4	27	88,4
8	23,8	18	57,8	28	91,8
9	27,2	19	61,2	29	95,2
10	30,6	20	64,6	30	100,0

Задача № 4.3 выполняется студенческой группой. Каждому студенту выдаётся один вариант.

Каждый студент выполняет расчёт объёмной и удельной магнитной восприимчивости куска магнетитовой руды в зависимости от массовой доли магнетита в куске.

Студенческая группа строит зависимости объёмной и удельной магнитной восприимчивости куска магнетитовой руды от массовой доли магнетита в куске и делает вывод по полученной зависимости.

5. РАСЧЁТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАГНИТНЫХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕПАРАТОРОВ

Производительность сухих магнитных и электрических барабанных сепараторов с верхней подачей материала определяется длиной и скоростью вращения рабочего устройства (барабана) и крупностью и плотностью исходного продукта. Производительность по исходному продукту (Q) ориентировочно можно рассчитать по формуле, т/ч [4]:

$$Q = 0{,}82 n L \upsilon \rho \frac{d_2 - d_1}{\lg(d_2 / d_1)} ab, \qquad (5.1)$$

где n – число головных (верхних) барабанов; L – рабочая длина барабана или валка, м; υ – скорость вращения головного барабана, м/с; ρ – плотность руды, т/м^3; d_1 и d_2 – наименьший и наибольший диаметры зёрен исходного продукта, мм (при d_1=0 принимается d_1=0,01d_2); a – коэффициент, зависящий от крупности питания; b – коэффициент, зависящий от соотношения между числом основных и перечистных барабанов.

Значения коэффициентов *a* и *b* при магнитном обогащении приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Значение коэффициентов *a* и *b* в формуле (5.1)

Крупность питания, мм	-10+0	-20+0	-30+0	от -40+0 до-60+0	-10+5	-20+6	-30+6	от -40+6 до -60+6
Коэффициент *a*	2,5	1,5	1,1	1,0	1,2	0,75	0,65	0,6
Отношение числа барабанов для перечистки хвостов к числу головных барабанов					0:1	1:2	1:1	2:2
Коэффициент *b*					1,0	1,25	1,5	1,5

Для барабанных электрических сепараторов коэффициенты *a* и *b* равны единице. Формула (5.1) определяет производительность сепаратора для условия, когда высота слоя исходного продукта равна d_2.

Значительный опыт эксплуатации магнитных и электрических сепараторов позволяет рассчитывать производительность всех типов сепараторов с использованием норм удельных нагрузок на 1 м ширины питания или рабочей длины барабана (валка) по формуле, т/ч:

$$Q=qK, \qquad (5.2)$$

где K – ширина потока исходного продукта, м; q – удельная производительность, т/(ч·м).

Удельная производительность сепаратора зависит от характеристики исходного продукта (крупность, плотность, массовая доля извлекаемого минерала, магнитные и электрические свойства) и от технологической задачи, решаемой с помощью сепарации.

Задача № 5.1

Рассчитать производительность магнитного сепаратора 2ПБС-90/250 при обогащении магнетитовой руды крупностью -25+0 мм с плотностью 3,4 т/м^3. Линейная скорость вращения головного барабана 1,2 м/с.

Решение

По табл. 5.1 находим значения коэффициентов: *a*=1,3; *b*=1,5. По формуле (5.1) рассчитываем производительность: *Q*=201,8 т/ч.

Задание для задачи № 5.1

Варианты задачи № 5.1 приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Варианты для задачи № 5.1

Номер варианта	*d*, мм	ρ, т/м^3	v, м/с	Номер варианта	*d*, мм	ρ, т/м^3	v, м/с
1	-10+0	3,4	1,0	16	-10+0	3,4	1,2
2	-15+0	3,4	1,0	17	-15+0	3,4	1,2
3	-20+0	3,4	1,0	18	-20+0	3,4	1,2
4	-25+0	3,4	1,0	19	-25+0	3,4	1,2
5	-30+0	3,4	1,0	20	-30+0	3,4	1,2
6	-12+0	3,2	1,0	21	-12+0	3,2	1,2
7	-12+0	3,3	1,0	22	-12+0	3,3	1,2
8	-12+0	3,4	1,0	23	-12+0	3,4	1,2
9	-12+0	3,5	1,0	24	-12+0	3,5	1,2
10	-12+0	3,6	1,0	25	-12+0	3,6	1,2
11	-20+0	3,4	1,0	26	-15+0	3,6	1,0
12	-20+0	3,4	1,1	27	-15+0	3,6	1,1
13	-20+0	3,4	1,2	28	-15+0	3,6	1,2
14	-20+0	3,4	1,3	29	-15+0	3,6	1,3
15	-20+0	3,4	1,4	30	-15+0	3,6	1,4

Задача № 5.1 выполняется бригадой из 3-5 студентов. Каждой бригаде выдаётся 3-5 вариантов (каждому студенту – один вариант). Каждый студент выполняет расчёт производительности магнитного сепаратора. Тип сепаратора задаёт преподаватель. Каждая бригада строит зависимость производительности сепаратора от варьируемого параметра и делает вывод по полученной зависимости.

Задача № 5.2

Рассчитать производительность барабанного коронно-электростатического сепаратора КЭС-2000 при обогащении чернового ильменитового концентрата крупностью -0,5+0,045 мм с плотностью 4 т/м^3. Линейная скорость вращения головного барабана 1,8 м/с.

Решение

При расчёте производительности барабанных электрических сепараторов значения коэффициентов *a* и *b* принимаем равными единице. По формуле (5.1) рассчитываем производительность: Q=5,1 т/ч.

Задание для задачи № 5.2

Варианты задачи № 5.2 приведены в табл. 5.3.

Задача № 5.2 выполняется бригадой из 3-5 студентов. Каждой бригаде выдаётся 3-5 вариантов (каждому студенту – один вариант). Каждый студент выполняет расчёт производительности электрического сепаратора. Тип сепаратора задаёт преподаватель.

Таблица 5.3

Варианты для задачи № 5.2

Номер варианта	*d*, мм	, т/м^3	, м/с	Номер варианта	*d*, мм	, т/м^3	, м/с
1	-0,1+0,045	4,0	2,0	16	-0,1+0,045	3,9	1,9
2	-0,2+0,045	4,0	2,0	17	-0,2+0,045	3,9	1,9
3	-0,5+0,045	4,0	2,0	18	-0,5+0,045	3,9	1,9
4	-1+0,071	4,0	2,0	19	-1+0,071	3,9	1,9
5	-1,5+0,1	4,0	2,0	20	-1,5+0,1	3,9	1,9
6	-0,5+0,045	3,4	2,0	21	-0,2+0,045	3,4	1,9
7	-0,5+0,045	3,6	2,0	22	-0,2+0,045	3,6	1,9
8	-0,5+0,045	3,8	2,0	23	-0,2+0,045	3,8	1,9
9	-0,5+0,045	4,0	2,0	24	-0,2+0,045	4,0	1,9
10	-0,5+0,045	4,2	2,0	25	-0,2+0,045	4,2	1,9
11	-0,3+0,071	4,0	1,6	26	-0,5+0,045	4,1	1,6
12	-0,3+0,071	4,0	1,8	27	-0,5+0,045	4,1	1,8
13	-0,3+0,071	4,0	2,0	28	-0,5+0,045	4,1	2,0
14	-0,3+0,071	4,0	2,2	29	-0,5+0,045	4,1	2,2
15	-0,3+0,071	4,0	2,4	30	-0,5+0,045	4,1	2,4

Каждая бригада строит зависимость производительности сепаратора от варьируемого параметра и делает вывод по полученной зависимости.

6. РАСЧЁТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗДЕЛЕНИЯ ПРИ МАГНИТНОМ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ОБОГАЩЕНИИ

6.1. Расчёт одной операции разделения

При генеральном опробовании технологической схемы отбираются пробы питания и продуктов разделения каждой операции. Пробы анализируются на массовую долю полезного компонента. Выходы продуктов рассчитываются. Технологическая схема рассчитывается сверху вниз. Для одной операции разделения на два продукта (рис. 6.1) справедлива система уравнений

$$\begin{cases} \gamma_1 = \gamma_2 + \gamma_3; \\ \gamma_1 \beta_1 = \gamma_2 \beta_2 + \gamma_3 \beta_2, \end{cases} \qquad (6.1)$$

где γ_1, γ_2 и γ_3 – выходы исходного продукта и продуктов разделения, %; β_1, β_2 и β_3 – массовые доли полезного компонента в исходном продукте и в продуктах разделения, %.

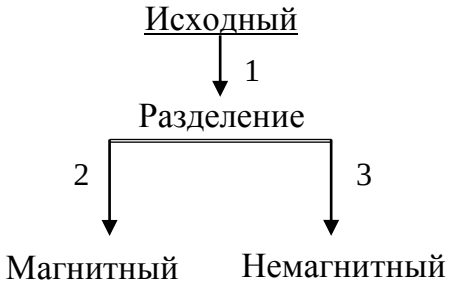


Рис. 6.1. Операция разделения на два продукта

Решая систему уравнений (6.1), можно найти выходы продуктов разделения γ_2 и γ_3 по известным значениям γ_1, β_1, β_2 и β_3:

$$\gamma_2 = \gamma_1 \frac{\beta_1 - \beta_3}{\beta_2 - \beta_3}; \qquad \gamma_3 = \gamma_1 \frac{\beta_2 - \beta_1}{\beta_2 - \beta_3}. \tag{6.2}$$

Для первой операции выход исходного продукта равен 100 %. Для последующих операций выход исходного продукта равен выходу одного из продуктов разделения предыдущей операции.

Задача № 6.1

При сухой магнитной сепарации (СМС) мелкодроблёной магнетитовой руды получают промпродукт (магнитный продукт) и хвосты (немагнитный продукт). Рассчитать γ_2 и γ_3, если известно: γ_1=90 %, β_1=34 %, β_2=40 % и β_3=10 % (см. рис. 6.1).

Решение

По формулам (6.2) рассчитываем выходы: γ_2=72 % и γ_3=18 %. Выполняем проверку по первому уравнению системы (6.1): 72+18=90 %.

Задание для задачи № 6.1

Варианты задачи № 6.1 приведены в табл. 6.1.

Задача № 6.1 выполняется бригадой из 3-5 студентов. Каждой бригаде выдаётся 3-5 вариантов (каждому студенту – один вариант). Каждый студент выполняет расчёт выходов γ_2 и γ_3.

Каждая бригада строит зависимости выходов магнитного и немагнитного продуктов (на одном графике) от варьируемого фактора и делает вывод по полученной зависимости.

Таблица 6.1

Варианты для задачи № 6.1

(γ_1=100 %)

Номер варианта	β_1, %	β_2, %	β_3, %	Номер варианта	β_1, %	β_2, %	β_3, %
1	20	40	10	16	20	30	10
2	24	40	10	17	22	30	10
3	28	40	10	18	24	30	10
4	32	40	10	19	26	30	10
5	36	40	10	20	28	30	10
6	30	32	10	21	16	17	6
7	30	34	10	22	16	18	6
8	30	36	10	23	16	19	6
9	30	38	10	24	16	20	6
10	30	40	10	25	16	21	6
11	30	35	10	26	25	27	8
12	30	35	12	27	25	27	9
13	30	35	14	28	25	27	10
14	30	35	16	29	25	27	11
15	30	35	18	30	25	27	12

6.2. Расчёт показателей разделения в трёхпродуктовом сепараторе

В трёхпродуктовых сухих магнитных или электрических сепараторах осуществляются две или три (или более) последовательные операции, то есть в одном сепараторе реализуется схема обогащения (рис. 6.2).

При опробовании таких сепараторов отбираются пробы питания и конечных продуктов разделения. Пробы анализируются на массовую долю полезного компонента. При этом внутренние продукты не опробуются, так как нет технической возможности.

Для процесса разделения в одном сепараторе на три продукта (см. рис. 6.2, *а*) справедлива система уравнений

$$\begin{cases} \gamma_1 = \gamma_2 + \gamma_4 + \gamma_5; \\ \gamma_1 \beta_1 = \gamma_2 \beta_2 + \gamma_4 \beta_4 + \gamma_5 \beta_5. \end{cases} \qquad (6.3)$$

Для расчёта показателей разделения необходимо знать выходы двух продуктов – исходного и одного из трёх конечных. Их определяют по производительности с помощью конвейерных весов. Тогда,

используя уравнения материального баланса (6.3), можно рассчитать два других неизвестных выхода. Иногда выходы всех продуктов можно определить по показателям конвейерных весов. Тогда делают проверку по выполнению материального баланса (6.3).

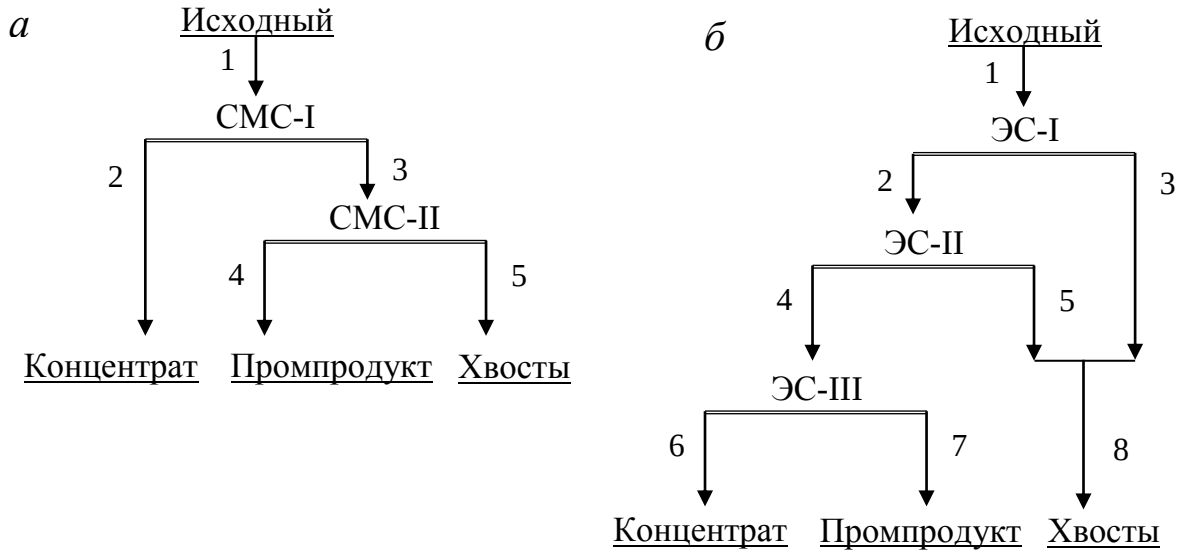


Рис. 6.2. Технологические схемы разделения в трёхпродуктовых сухих сепараторах:
а – двухбарабанный магнитный сепаратор; *б* – трёхбарабанный электрический сепаратор

Задача № 6.2

При сухой магнитной сепарации мелкодроблёной магнетитовой руды (после III стадии дробления) на трёхпродуктовом магнитном сепараторе получают аглоруду (концентрат), промпродукт и хвосты (см. рис. 6.2, *а*). Известно, что производительность исходного продукта Q_1=360 т/ч и γ_1=100 %. Если в схеме рудоподготовки дополнительно предусмотрена сухая магнитная сепарация после I или II стадии дробления, то γ_1<100 %.

Производительность по аглоруде Q_2=36 т/ч. По результатам опробования известно, что массовая доля железа в питании и в конечных продуктах разделения: β_1=35 %, β_2=50 %, β_4=36 % и β_5=10 %.

Рассчитать γ_2, γ_3, γ_4, γ_5, β_3, ε_1, ε_2, ε_4 и ε_5.

Решение

Рассчитываем $\gamma_2=100\cdot Q_2/Q_1$=10 %.

Используя первое уравнение системы (6.3), выводим формулу для расчёта γ_4:

$$\gamma_4=\gamma_1-\gamma_2-\gamma_5. \qquad (6.4)$$

Во второе уравнение системы (6.3) подставляем уравнение (6.4), выводим формулу для расчёта γ_5 и рассчитываем выход γ_5=9,23 %. По уравнению (6.4) рассчитываем выход γ_4=80,77 %.

Выход γ_3 рассчитываем по двум формулам:

$$\gamma_3=\gamma_4+\gamma_5 \text{ или } \gamma_3=\gamma_1-\gamma_2, \quad (6.5)$$

γ_3=90 %.

Массовую долю железа β_3 также рассчитываем по двум формулам:

$$\beta_3=(\gamma_4\cdot\beta_4+\gamma_5\cdot\beta_5)/\gamma_3 \text{ или } \beta_3=(\gamma_1\cdot\beta_1-\gamma_2\cdot\beta_2)/\gamma_3, \quad (6.6)$$

β_3=33,33 %.

Для конечных продуктов рассчитываем извлечения ε_1=100 %, ε_2=14,28 %, ε_4=83,08 и ε_5=2,64 % по общей формуле

$$\varepsilon_i=\gamma_i\cdot\beta_i/\beta_1, \quad (6.7)$$

где *i* – номер продукта.

Сумма $\varepsilon_2+\varepsilon_4+\varepsilon_5$ должна равняться ε_1=100 %. Выполняем эту проверку: $\varepsilon_2+\varepsilon_4+\varepsilon_5=\varepsilon_1$=100 %.

Задание для задачи № 6.2

Варианты задачи № 6.2 приведены в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Варианты для задачи № 6.2

(γ_1=100 %, Q_1=360 т/ч, Q_2=36 т/ч, β_5=10 %)

Номер варианта	β_1, %	β_2, %	β_4, %	Номер варианта	β_1, %	β_2, %	β_4, %
1	30	50	36	16	22	48	25
2	31	50	36	17	23	48	25
3	32	50	36	18	24	48	25
4	33	50	36	19	25	48	25
5	34	50	36	20	26	48	25
6	30	48	36	21	25	48	24
7	30	49	36	22	25	49	24
8	30	50	36	23	25	50	24
9	30	51	36	24	25	51	24
10	30	52	36	25	25	52	24
11	30	48	31	26	25	49	23
12	30	48	32	27	25	49	24
13	30	48	33	28	25	49	25
14	30	48	34	29	25	49	26
15	30	48	35	30	25	49	27

Задача № 6.2 выполняется бригадой из 3-5 студентов. Каждой бригаде выдаётся 3-5 вариантов (каждому студенту – один вариант). Каждый студент выполняет расчёт γ_2, γ_3, γ_4, γ_5, β_3, ε_1, ε_2, ε_4 и ε_5.

Каждая бригада строит зависимость выхода промпродукта γ_4 от варьируемого фактора и делает вывод по полученной зависимости.

6.3. Расчёт замкнутого цикла измельчения, включающего операцию магнитной сепарации

В схемах измельчения и обогащения железных руд часто во второй стадии измельчения в замкнутом цикле используют обогатительную операцию между мельницей и гидроциклонами (рис. 6.3). Использование мокрой магнитной сепарации (ММС) внутри замкнутого цикла позволяет снизить циркулирующую нагрузку за счёт вывода отвальных хвостов. Это приводит к повышению производительности мельницы и замкнутого цикла в целом.

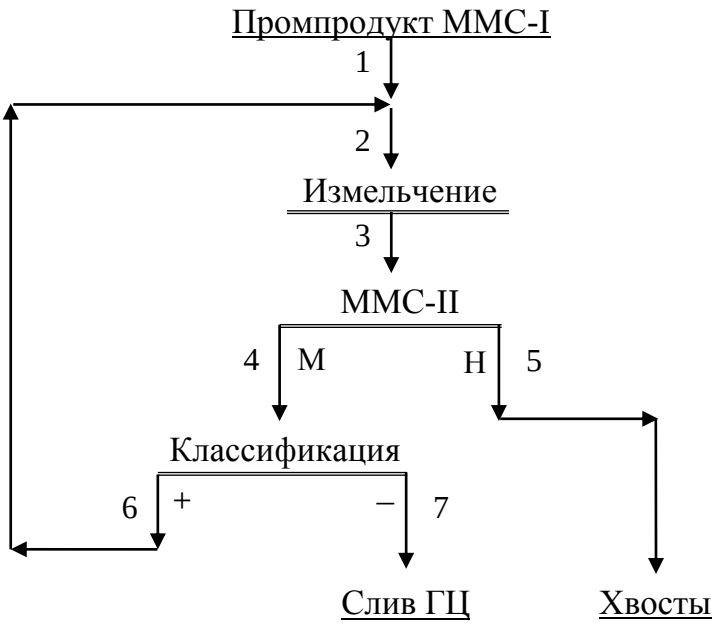


Рис. 6.3. Замкнутый цикл измельчения железной руды с обогатительной операцией

При опробовании таких замкнутых циклов измельчения отбираются пробы всех продуктов. Пробы анализируются на массовую долю железа и класса -71 (-44 мкм). Выходы продуктов рассчитываются (при известном выходе продукта № 1).

Расчёт замкнутого цикла измельчения с обогатительной операцией выполняется по массовым долям железа и расчётного класса крупности, например класса -71 мкм.

Замкнутый цикл измельчения (рис. 6.3) можно рассмотреть, как одну операцию разделения по железу. Тогда, при известных значениях γ_1, β_1, β_5 и β_7, будут справедливы уравнения (6.1) и (6.2). Применительно к рассматриваемому замкнутому циклу можно записать:

$$\gamma_7 = \gamma_1 \frac{\beta_1 - \beta_5}{\beta_7 - \beta_5}; \qquad \gamma_5 = \gamma_1 \frac{\beta_7 - \beta_1}{\beta_7 - \beta_5}, \tag{6.8}$$

где γ_i – выход *i*-го продукта, %; β_i – массовая доля железа в *i*-м продукте, %; *i* – номер продукта.

После расчёта выполняется проверка: $\gamma_1=\gamma_7+\gamma_5$.

Операцию классификации рассчитывают по массовой доле расчётного класса -71 мкм (необходимо знать β^{-71} в питании, сливе и песках гидроциклонов). Сначала принимают выход продукта № 4 равным 100 % и рассчитывают частные выходы продуктов № 5 и 7 (выходы к операции классификации). Для этого используют уравнения типа (6.1) и (6.2). Применительно к рассматриваемой операции классификации можно записать:

$$\gamma_7^{/} = \gamma_4^{/} \frac{\beta_4^{-71} - \beta_6^{-71}}{\beta_7^{-71} - \beta_6^{-71}}; \qquad \gamma_6^{/} = \gamma_4^{/} \frac{\beta_7^{-71} - \beta_4^{-71}}{\beta_7^{-71} - \beta_6^{-71}}, \tag{6.9}$$

где $\gamma_i^{/}$ – частный выход *i*-го продукта (выход к операции классификации), %; β_i^{-71} – массовая доля класса -71 мкм в *i*-м продукте.

После расчёта выполняется проверка: $\gamma^{/}_7+\gamma^{/}_6=100$ %.

Далее рассчитывают выходы продуктов № 4 и 6:

$$\gamma_4=100\cdot \gamma_7 / \gamma_7^{/}; \quad \gamma_6= \gamma_6^{/} \cdot \gamma_4 /100. \tag{6.10}$$

После расчёта выполняется проверка: $\gamma_7=\gamma_4-\gamma_6$.

Выходы второго и третьего продуктов можно рассчитать по двум формулам:

$$\gamma_2=\gamma_3=\gamma_1+\gamma_6=\gamma_4+\gamma_5. \tag{6.11}$$

Расчёт $\gamma_2=\gamma_3$ выполняется по обеим формулам, результаты должны быть равны.

Циркулирующая нагрузка (*C*) рассчитывается по формуле:

$$C=100\cdot\gamma_6 / \gamma_1, \%. \tag{6.12}$$

Для расчёта массовых долей железа в шестом, втором и третьем продуктах необходимо знать массовую долю железа в четвёртом продукте:

$$\beta_6=(\gamma_4\cdot\beta_4-\gamma_7\cdot\beta_7)/(\gamma_4-\gamma_7); \qquad (6.13)$$

$$\beta_2=\beta_3=(\gamma_1\cdot\beta_1+\gamma_6\cdot\beta_6)/(\gamma_1+\gamma_6)=(\gamma_4\cdot\beta_4+\gamma_5\cdot\beta_5)/(\gamma_4+\gamma_5). \qquad (6.14)$$

Расчёт $\beta_2=\beta_3$ выполняется по обеим формулам (6.14), результаты должны быть равны.

Для расчёта массовых долей класса -71 мкм во втором и пятом продуктах необходимо знать массовую долю класса -71 мкм в первом и третьем продуктах:

$$\beta_2^{-71}=\frac{\gamma_1\cdot\beta_1^{-71}+\gamma_6\cdot\beta_6^{-71}}{\gamma_1+\gamma_6};\quad \beta_5^{-71}=\frac{\gamma_3\cdot\beta_3^{-71}-\gamma_4\cdot\beta_4^{-71}}{\gamma_3-\gamma_4}. \qquad (6.15)$$

Заканчивают расчёт замкнутого цикла измельчения определением показателей работы мельницы – производительности по твёрдому и удельной производительности и по классу -71 мкм:

$$Q_м=Q_1\cdot\gamma_2/\gamma_1=Q_1\cdot(1+C/100), \qquad (6.16)$$

где $Q_м$ – производительность мельницы, т/ч; Q_1 – исходная производительность замкнутого цикла (продукта № 1), т/ч.

$$q^{-71}=Q_м\frac{\beta_3^{-71}-\beta_2^{-71}}{100\cdot V}, \qquad (6.17)$$

где q^{-71} – удельная производительность мельницы (на единицу её объёма) по классу -71 мкм, т·ч/м^3; V – объём мельницы, м^3.

Задача № 6.3

Вторая стадия измельчения и обогащения титаномагнетитовой руды осуществляется в замкнутом цикле измельчения, приведённом на рис. 6.3.

По результатам опробования известны массовые доли железа и класса -71 мкм в продуктах: β_1=28,1 %; β_4=50 %; β_5=5,8 %; β_7=49,3 % и $\beta_1^{-71}=12{,}4\,\%$; $\beta_3^{-71}=34{,}8\,\%$; $\beta_4^{-71}=32{,}8\,\%$; $\beta_6^{-71}=21{,}4\,\%$; $\beta_7^{-71}=72\,\%$.

Исходная производительность замкнутого цикла Q_1=104 т/ч. Выход питания замкнутого цикла от руды γ_1=42,14 %. В замкнутом цикле используется мельница МШЦ-3600х5500 с объёмом V=48 м^3.

Рассчитать γ_2, γ_3, γ_4, γ_5, γ_6, γ_7, β_2, β_3, β_6, β_2^{-71}; β_5^{-71}, C, $Q_м$ и q^{-71}.

Решение

По формулам (6.8) рассчитываем выходы: γ_7=21,6 % и γ_5=20,54 %.

По формулам (6.9) рассчитываем частные выходы: γ'_7=22,53 % и γ'_6=77,47 %. Выполняем проверку: 22,53+77,47=100 %.

По формулам (6.10) рассчитываем выходы: γ_4=95,88 % и γ_6=74,28 %. Выполняем проверку: 21,6=95,88–74,28.

По обеим формулам (6.11) находим выходы: $\gamma_2=\gamma_3$=116,42=116,42 %. Результаты одинаковые.

По формуле (6.12) рассчитываем циркулирующую нагрузку: C=176,3 %.

По формулам (6.13) и (6.14) находим массовые доли железа: β_6=50,2 % и $\beta_2=\beta_3$=42,2 %. Расчёт $\beta_2=\beta_3$ выполняем по обеим формулам (6.14), результаты равны: 42,2=42,2.

По формулам (6.15) рассчитываем массовые доли: β_2^{-71}=18,14 % и β_5^{-71}=44,14 %.

По формулам (6.16) и (6.17) рассчитываем производительность мельницы по твёрдому (по питанию) и удельную производительность и по классу -71 мкм: $Q_м$=287,33 т/ч и q^{-71}=1,0 т·ч/м^3.

Задание для задачи № 6.3

Варианты задачи № 6.3 приведены в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Варианты для задачи № 6.3

(γ_1=42,14 %, Q_1=104 т/ч, V=48 м^3, β_4=50 %; β_5=5,8 %; β_7=49,3 % и $\beta_1^{-71}=12{,}4$ %; $\beta_3^{-71}=34{,}8$ %; $\beta_4^{-71}=32{,}8$ %)

Номер варианта	β_1, %	β_6^{-71}, %	β_7^{-71}, %	Номер варианта	β_1, %	β_6^{-71}, %	β_7^{-71}, %
1	27	21	72	16	22	21	71
2	29	21	72	17	23	21	71
3	31	21	72	18	24	21	71
4	33	21	72	19	25	21	71
5	35	21	72	20	26	21	71
6	27	10	71	21	25	13	72
7	27	15	71	22	25	16	72
8	27	20	71	23	25	19	72
9	27	25	71	24	25	22	72
10	27	30	71	25	25	25	72
11	27	21	60	26	25	23	60
12	27	21	65	27	25	23	65
13	27	21	70	28	25	23	70
14	27	21	75	29	25	23	75
15	27	21	80	30	25	23	80

Задача № 6.3 выполняется бригадой из 3-5 студентов. Каждой бригаде выдаётся 3-5 вариантов (каждому студенту – один вариант). Каждый студент выполняет расчёт γ_2, γ_3, γ_4, γ_5, γ_6, γ_7, β_2, β_3, β_6, β_2^{-71}; β_5^{-71}, C, $Q_м$ и q^{-71}.

Каждая бригада строит зависимость циркулирующей нагрузки от варьируемого фактора и делает вывод по полученной зависимости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Деркач В. Г. Специальные методы обогащения полезных ископаемых: учебник для вузов. М.: Недра, 1966. 338 с.

2. Кармазин В. В., Кармазин В. И.. Магнитные и электрические методы обогащения: учебник для вузов. М.: Недра, 2012. 669 с.

3. Пелевин А. Е. Магнитные и электрические методы обогащения: учебное пособие. 3-е изд., исправленное. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. 159 с.

4. Разумов К. А., Перов В. А. Проектирование обогатительных фабрик: учебник для вузов. 4-е изд. М.: Недра, 1982. 518 с.

Учебное издание

Алексей Евгеньевич Пелевин

МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Практикум
по дисциплине «Магнитные и электрические методы обогащения полезных ископаемых»
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Редактор Л. В. Устьянцева

Компьютерная верстка А. Е. Пелевин

Подписано в печать 17.08.2015 г. Бумага писчая. Формат бумаги 60х84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ.л. 2,7 Уч.-изд. л. 2,5 Тираж 100 экз. Заказ № 92

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу
_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.08 ГРАВИТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Овчинникова Т. Ю., доц., к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры
Обогащения полезных ископаемых
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Козин В. З.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета
горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу
_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Б1.Б.2.02 ГРАВИТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация № 6
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: заочная

Автор: Овчинникова Т. Ю., доц., к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Обогащения полезных ископаемых	горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Козин В. З.	Барановский В. П.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 7 от 17.04.2019	Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ 3
ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ 4
1. ЦЕЛЬ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ 5
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ 5
3. ДИАГРАММА ЧАСТИЦ И ПОНЯТИЕ
О ШКАЛЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ 8
4. МЕТОДИКА РАСЧЁТА ШКАЛЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ
КЛАССИФИКАЦИИ ПРИ СВОБОДНОМ ПАДЕНИИ 10
5. АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЁТОВ 15

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ

Контрольная работа является средством текущего контроля при изучении дисциплины «Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых» и представляет собой самостоятельную инженерную работу студента.

Контрольная работа по основам теории гравитационных методов обогащения предназначена для освоения методик расчётов выбора шкалы сит предварительного грохочения и шкалы гидравлической классификации, а также расчёта теоретически возможных показателей обогащения получаемых классов крупности и гидравлических классов.

Во время выполнения контрольной работы студент овладевает следующими компетенциями:

ПСК-6.2: способность выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых, составлять необходимую документацию;

ПСК-6.3: способность выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по переработки и обогащению минерального сырья на основе знаний принципов проектирования технологических схем обогатительного производства и выбора основного и вспомогательного обогатительного оборудования.

Результаты обучения, достижение которых свидетельствует об освоении компетенции: знание теории гравитационных методов разделения минералов; умение выбирать схему гравитационного обогащения; владение методикой расчета диаграммы частиц.

Контрольная работа оформляется в виде сброшюрованной пояснительной записки и сдаётся для проверки преподавателю.

Оценка за контрольную работу определяется по пятибалльной шкале за правильность выполнения:

5 баллов – работа выполнена без ошибок;

4 балла – работа выполнена с ошибками, исправленными после указания на них;

3 балла – работа выполнена с ошибками, исправляемыми с помощью преподавателя;

2 балла и ниже – работа выполнена неверно

Результаты текущего контроля фиксируются преподавателем.

ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

Рассчитать шкалу гидравлической (пневматической) классификации в условиях свободного падения, если необходимо разделить смесь зёрен двух минералов. Максимальная крупность частиц смеси равна d_{max}, плотности минералов δ_1 и δ_1, коэффициенты формы ω_1 и ω_2.

Реологические характеристики среды принять при температуре 18-20 °С. При чётном номере варианта среда разделения вода, при нечётном – воздух.

Рассчитать не менее пяти точек для минерала каждой плотности. Расчёт ведётся до тех пор, пока крупность зёрен минерала не станет меньше 0,02 мм или величина скорости не будет меньше 0,001 м/с.

Для полученных значений крупности зёрен и конечных скоростей их падения построить диаграмму частиц при свободном падении.

Предложить схему обогащения рассматриваемой смеси минералов.

Варианты заданий контрольной работы

Номер варианта	d_{max}, мм	Плотность минералов, кг/м^3		Коэффициент формы		Номер варианта	d_{max}, мм	Плотность минералов, кг/м^3		Коэффициент формы	
		δ_1	δ_2	ω_1	ω_2			δ_1	δ_2	ω_1	ω_2
1	2,5	2700	5500	0,7	0,8	**16**	1,7	2700	5000	0,7	0,8
2	3,0	2700	6000	0,6	0,8	**17**	2,9	2700	5500	0,5	0,8
3	1,5	2700	6000	0,7	0,9	**18**	2,3	2700	6000	0,7	0,9
4	2,0	2700	6000	0,5	0,9	**19**	5,0	2700	6000	0,7	0,8
5	2,7	2700	6000	0,6	0,9	**20**	5,0	2700	6000	0,6	0,9
6	4,0	2700	5000	0,8	0,8	**21**	2,6	2700	4700	0,4	0,8
7	3,5	2700	5000	0,5	0,7	**22**	1,9	2700	4900	0,7	0,9
8	1,5	2700	5000	0,6	0,7	**23**	0,8	2700	5200	0,7	0,8
9	1,0	2700	4500	0,6	0,8	**24**	5,0	2700	4500	0,7	0,8
10	2,8	2700	5000	0,7	0,8	**25**	3,0	2700	6000	0,7	0,2
11	1,8	2700	3800	0,5	0,8	**26**	1,0	2700	3650	0,7	0,7
12	2,2	2700	4800	0,5	0,8	**27**	1,9	2700	4000	0,7	0,9
13	2,6	2700	7500	0,6	0,8	**28**	5,0	1400	1900	0,7	0,8
14	3,2	2700	7500	0,7	0,9	**29**	6,0	1400	2000	0,6	0,2
15	0,9	2700	5500	0,6	0,8	**30**	8,0	1400	1800	0,5	0,6

1. ЦЕЛЬ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Результатом усвоения теоретических основ гравитационных методов обогащения является умение решать конкретные практические задачи по расчёту основной характеристики минеральных частиц – *гидравлической крупности*, то есть величины конечной скорости свободного (v_o) и стесненного падения ($v_{ст}$) в той или иной среде разделения; времени достижения этих скоростей и пути, проходимом отдельной минеральной частицей от начала движения до достижения конечной скорости падения. Результаты таких расчётов могут быть использованы при расчете основных конструктивных и технологических параметров машин и аппаратов гравитационного обогащения полезных ископаемых и техногенного сырья.

Вторая группа задач, имеющих важное практическое значение, включает в себя построение диаграммы частиц и расчёт шкалы гидравлической (пневматической) классификации сырья известного минералогического состава. Сравнение различных шкал гидравлической классификации с одновременным графическим изображением диаграмм частиц при различных концентрациях твердого в пульпе позволяют оценивать возможности разделения тех или иных минералов гравитационными методами обогащения, выбирать методы обогащения и подбирать оптимальные параметры ведения процесса разделения минералов в том или ином аппарате или машине.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

В основу всех расчетов положено:

1. Характеристики минеральных частиц – параметры, которые влияют на величину скорости падения частицы в среде разделения:

- *крупность частицы*, оцениваемая эквивалентным диаметром ($d_э$) – диаметром шара, равного по объему минеральной частице, м; $d_э = \sqrt[3]{6V_ч/\pi}$, где $V_ч$ – объём частицы, м^3.
- *плотность частицы* (δ), кг/м^3;
- *форма частицы*, характеризующаяся коэффициентом сферичности – (ω), $\omega = \pi d^2_э / F_ч$, где $F_ч$ – площадь частицы, м^2.

Все три указанные выше характеристики минеральной частицы объединяются понятием *удельная поверхность частицы* – $S_{уд}$, м^2/кг,

которая рассчитывается как отношение площади поверхности частицы к её массе с учетом закона Архимеда:

$$S_{\text{уд}} = 6/\left(d_{\text{э}}\left(\delta - \Delta\right)\omega\right), \qquad (1)$$

где Δ – плотность среды разделения, кг/м^3.

2. Характеристики сред разделения. В качестве сред разделения в гравитационных методах обогащения используются: вода, воздух и тяжелые среды. Тяжелые среды имеют плотность больше, чем плотность воды, могут быть однородными – растворы солей и искусственные органические и неорганические жидкости, и неоднородными – суспензии, которые представляют собой пульпу, состоящую из воды и мелких (тонкоизмельченных) естественных или искусственных минералов – утяжелителей.

Среды разделения характеризуются реологическими параметрами: *плотностью* (Δ) в кг/м^3 и *вязкостью* (μ), Па·с.

При температуре 18-20 ºС и атмосферном давлении 760 мм ртутного столба реологические параметры:

для воды: Δ=1000 кг/м^3; μ=0,00101 Па·с;

для воздуха: Δ=1,23 кг/м^3; μ=0,00002 Па·с.

Тяжелые среды имеют плотность более 1000 кг/м^3 и вязкость более 0,001 Па·с.

3. Силы сопротивления среды. Различают две силы сопротивления среды, действующие на тело: сила динамического (ньютоновского) сопротивления среды ($P_{\text{д}}$) и сила вязкостного (стоксовского) сопротивления среды ($P_{\text{в}}$). Эти силы всегда присутствуют вместе, но доля их участия в общем сопротивлении падающему или движущемуся в среде твердому телу зависит от скорости относительного перемещения тела и среды. Величина этих сил рассчитывается по формулам:

$$P_{\text{д}} = \pi d^2 v^2 \Delta/16, \qquad (2)$$

$$P_{\text{в}} = 3\pi\mu d v. \qquad (3)$$

4. Гравитационная сила или вес тела в среде с учетом закона Архимеда рассчитывается как

$$G_0 = \pi d^3(\delta - \Delta) g/6. \qquad (4)$$

Тело начинает падать в среде под действием силы тяжести с максимальным ускорением g=9,81 м/с^2, но с появлением скорости относительного движения возникает сила сопротивления среды движущемуся телу, и, по мере увеличения скорости падения тела,

сопротивление среды увеличивается до тех пор, пока не наступит равенство

$$G_0=P_д+P_в \qquad (5)$$

При этом падающее тело достигает наибольшей скорости падения и, в дальнейшем, продолжает падать с постоянной скоростью без ускорения. Если минеральная частица падает в неограниченном пространстве среды и ей ничего не мешает падать, то такие условия называют *свободным падением*. Максимальная скорость падения частицы в таком случае называется *конечной скоростью свободного падения,* которая обозначается символом v_0 и рассчитывается, исходя из условия (5) по формуле:

$$v_0 = \frac{4(\delta-\Delta)S_{уд}}{\Delta}\left(\sqrt{\mu^2+\frac{\Delta g}{(\delta-\Delta)^2 S_{уд}^3}}-\mu\right). \qquad (6)$$

Если для какой-либо частицы известна величина v_0, то можно рассчитать величину её удельной поверхности:

$$S_{уд} = \frac{\sqrt{\Delta^2 v_0^4 + 512\mu g(\delta-\Delta)v_0} - \Delta v_0^2}{16\mu(\delta-\Delta)v_0}. \qquad (7)$$

Время достижения конечной скорости свободного падения (t_0) и путь, проходимый частицей до достижения конечной скорости падения (h_0), рассчитываются по формулам П. В. Лященко:

$$t_0 = \frac{2{,}5 v_0 \delta}{(\delta-\Delta)g} \qquad (8)$$

$$h_0 = \frac{1{,}8 v_0^2 \delta}{(\delta-\Delta)g} \qquad (9)$$

Частицы минералов, отличающиеся по крупности, плотности и форме, но имеющие одинаковую конечную скорость падения называются *равнопадающими*.

Равнопадаемость частиц оценивается отношением эквивалентных диаметров ($d_э$) равнопадающих частиц, всегда большего к меньшему, которое называют *коэффициентом равнопадаемости – е*.

3. ДИАГРАММА ЧАСТИЦ И ПОНЯТИЕ О ШКАЛЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ

Предположим, что имеем смесь частиц двух минералов плотностью δ_1 и δ_2, причём $\delta_1<\delta_2$, максимальная крупность частиц равна d_{max}, коэффициенты формы (ω) равны.

Рассчитаем скорости свободного падения частиц этих минералов для различной крупности, начиная с d_{max} и постепенно уменьшая эту крупность с определённым небольшим шагом. Затем построим графики зависимостей $v_0=f(d)$. Такие графики следует строить в логарифмической сетке, так как величины $d_э$ и v_0 могут иметь весьма широкий диапазон, когда диаметры частиц и скорости их падения отличаются на два и более порядка. Примерные графики приведены на рисунке 1.

На рисунке 1 графическое изображение зависимостей скоростей падения от размеров частей изображено в логарифмической сетке, то есть, $\lg v_0=f(\lg d)$, но на дополнительных осях показаны абсолютные значения величин v_0 и d (не в масштабе) – оси v_0 и $d_э$.

Представим, что вся смесь минералов помещена в восходящий поток воды, скорость которого равна скорости падения минерала плотностью δ_1 и крупностью d_{max}:

$$u_1=v_{01}.$$

В восходящем потоке с такой скоростью будут «тонуть», то есть двигаться вниз частицы минерала плотностью δ_2 и крупностью в диапазоне $-d_{max}+d_1$. Этот класс «тяжёлого» минерала назовём *первым гидравлическим классом* (I класс). Он состоит только из зёрен минералов плотностью δ_2. Таким образом, выделим из общей смеси минеральных частиц первый гидравлический класс, а оставшуюся смесь минералов поместим в восходящий поток воды, имеющий скорость u_2 равную v_{02} – конечной скорости падения частицы плотностью δ_1 и крупностью d_1. В этом потоке выпадут в осадок частицы плотностью δ_1 в диапазоне крупности $-d_{max}+d_1$ и частицы плотностью δ_2 в диапазоне крупности $-d_1+d_2$. Таким образом, осадок составит *второй гидравлический класс* крупности $-d_{max}+d_2$, который отличается от классов крупности, получаемых рассеиванием на ситах, тем, что в нём крупная часть ($-d_{max}+d_1$) представлена зёрнами «лёгкого» минерала (δ_1), а мелкая часть – *равнопадающими* зёрнами «тяжёлого» минерала.

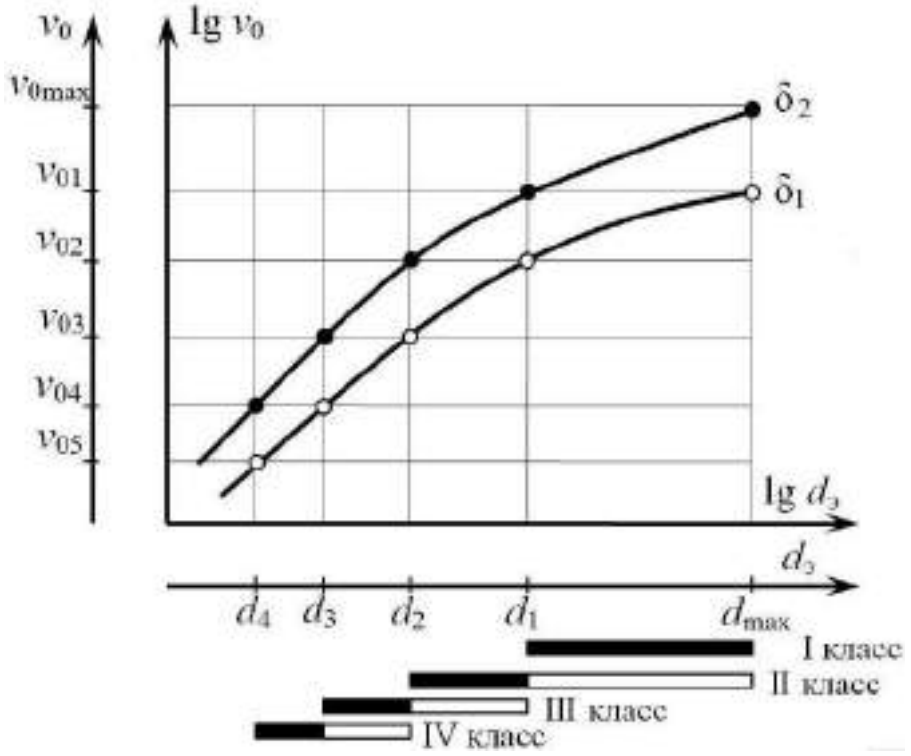


Рисунок 1 – Примерная диаграмма частиц

Эти рассуждения можно продолжать дальше, двигаясь по кривым скоростей падения вниз и определяя крупность гидравлических классов. Такие графические построения и называют *диаграммой частиц*.

Диаграмма частиц наглядно показывает состав и диапазон крупностей гидравлических классов и иллюстрирует понятия: «коэффициент равнопадаемости», «шкала гидравлической классификации», «модуль шкалы гидравлической классификации».

Для приведённого примера коэффициенты равнопадаемости для различных гидравлических классов крупности рассчитывают как

$$e_1 = d_{max} / d_1,\ e_2 = d_1 / d_2,\ e_3 = d_2 / d_3 \ldots e_n = d_{n-1} / d_n.$$

Шкала гидравлической классификации v_{01}: v_{02}: v_{03} … v_{0n}, представляет собой *ряд скоростей восходящего потока*, при котором получаются «узкие» гидравлические классы:

$$u_1 = v_{01};\ u_2 = v_{02} \ldots u_n = v_{0n}.$$

Модулем шкалы гидравлической классификации (m) называют отношение рядом стоящих скоростей восходящего потока (большей к меньшей) в шкале гидравлической классификации:

$$m_1 = v_{01}/v_{02};\ m_2 = v_{02}/v_{03};\ m_3 = v_{03}/v_{04}, \ldots m_n = v_{0n}/v_{0n+1}.$$

Следует иметь в виду, что *e* и *m* величины переменные и лишь для частиц в некоторых диапазонах крупности могут иметь примерно одинаковые значения.

4. МЕТОДИКА РАСЧЁТА ШКАЛЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ПРИ СВОБОДНОМ ПАДЕНИИ

Рассмотрим методику расчёта шкалы гидравлической классификации на конкретном примере.

Примем, что исходный продукт состоит из двух минералов.

Исходные данные:

максимальная крупность частиц	d_{max}=3,5 мм;
плотность первого минерала	δ_1=2700 кг/м^3;
плотность второго минерала	δ_2=5000 кг/м^3;
коэффициент формы первого минерала	ω_1=0,72;
коэффициент формы второго минерала	ω_2=0,80;
плотность среды	Δ=1000 кг/м^3;
динамическая вязкость среды	μ=0,001 Па·с.

Внимание: все расчёты рекомендуется выполнять с помощью табличного процессора (MS Excel).

Расчёт шкалы гидравлической классификации следует начинать с расчёта величин удельных поверхностей для частиц для частиц крупностью d_{max} обоих минералов по формуле (1), м^2/кг:

для первого минерала:

$$S_{уд}^{d_{max}} = \frac{6}{d_{max}(\delta_1 - \Delta)\omega_1} = \frac{6}{3{,}5 \cdot 10^{-3}(2700 - 1000)\cdot 0{,}72} = 1{,}4006;$$

для второго минерала:

$$S_{уд}^{d_{max}} = \frac{6}{d_{max}(\delta_2 - \Delta)\omega_2} = \frac{6}{3{,}5 \cdot 10^{-3}(5000 - 1000)\cdot 0{,}80} = 0{,}5357.$$

Затем следует рассчитать величины конечных скоростей падения этих частиц по формуле (6).

Так как эта формула будет использована многократно при расчёте каждого из циклов, необходимо предварительно создать для неё расчётную «маску» в табличном процессоре. Постоянными величинами в формуле будут являться Δ, μ, g, и δ, а переменной – $S_{уд}$. Причём, величина $S_{уд}$ будет своей для каждого вновь рассчитанного размера частиц.

Например, для первого минерала расчётная формула будет выглядеть как

$$v_0 = \frac{4\cdot(\delta_1-\Delta)\cdot S_{\text{уд}}^{d_{\max}}}{\Delta}\left(\sqrt{\mu^2+\frac{\Delta g}{(\delta_1-\Delta)^2\left(S_{\text{уд}}^{d_{\max}}\right)^3}}-\mu\right).$$

Рассчитанные в примере конечные скорости падения частиц составили, м/с

для первого минерала v_0^1=0,3256;

для второго минерала v_0^2=0,5327.

Полученные величины конечных скоростей падения первого и второго минерала следует сравнить. Меньшая скорость будет соответствовать «лёгкому» минералу.

В примере «лёгким» оказался минерал с меньшей плотностью. Однако, возможен вариант, когда «лёгким» оказывается минерал бóльшей плотности. Если коэффициент формы у частиц минерала (δ_2) будет значительно меньше коэффициента формы частиц минерала плотностью δ_1, то есть при условиях: $\delta_2 >> \delta_1$, а $\omega_1 >> \omega_2$, тогда возможно $v_0^1 < v_0^2$. В этом случае следует считать минерал плотностью δ_2 «лёгким» минералом.

В дальнейшем рекомендуется величины скоростей, соответствующие «лёгкому» минералу обозначать с верхним индексом «л», а «тяжёлому» – «т», например: $v_0^{\text{л}}$=0,3256 м/ с; $v_0^{\text{т}}$=0,5327 м/с.

Полученные значения скоростей для крупности $d_{\max}$ будут являться координатами начальных точек кривых на диаграмме частиц для первого и второго минералов.

Координаты всех последующих точек рассчитывают в циклах по следующему алгоритму:

1. Рассчитать конечную скорость падения «лёгкого» минерала $v^{\text{л}}_0$ по формуле (6), м/с

для первого цикла

$$v_{01}^{\text{л}} = \frac{4\cdot(\delta_1-\Delta)\cdot S_{\text{уд}}^{d_{\max}}}{\Delta}\left(\sqrt{\mu^2+\frac{\Delta g}{(\delta_1-\Delta)^2\left(S_{\text{уд}}^{d_{\max}}\right)^3}}-\mu\right);$$

для второго и всех последующих циклов

$$v_{0n}^{л} = \frac{4\cdot(\delta_1-\Delta)\cdot S_{уд}^{d_n}}{\Delta}\left(\sqrt{\mu^2+\frac{\Delta g}{(\delta_1-\Delta)^2\left(S_{уд}^{d_n}\right)^3}}-\mu\right);$$

2. Рассчитать удельную поверхность равнопадающей частицы «тяжёлого» минерала, имеющую конечную скорость падения равную $v^{л}_{0n}$ – $S^{т}_{уд}$ по формуле (7), м^2/кг

$$S_{уд}^{т} = \frac{\sqrt{\Delta^2\left(v_{0n}^{л}\right)^4+512\mu g(\delta_т-\Delta)v_{0n}}-\Delta\left(v_{0n}^{л}\right)^2}{16\mu(\delta_т-\Delta)v_{0n}^{л}}.$$

3. По найденной удельной поверхности равнопадающей частицы найти удельную поверхность равновеликого шара – $S^{т\ шара}_{уд}$, м^2/кг

$$S_{уд}^{т\ шар} = S_{уд}^{т}\cdot\omega_т.$$

4. Определить размер равнопадающей «тяжёлой» частицы, имеющую конечную скорость падения равную $v^{л}_{0n}$, мм

$$d_1 = 6\cdot10^3 \Big/ S_{уд}^{т\ шар}\left(\delta_т-\Delta\right).$$

5. Рассчитать коэффициент равнопадаемости:

для первого цикла

$$e_1 = d_{max} / d_1$$

для второго и всех последующих циклов

$$e_n = d_{n-1} / d_n.$$

6. Начиная со второго цикла, рассчитать модуль шкалы гидравлической классификации:

$$m_1=v_{01}/v_{02};\ m_2=v_{02}/v_{03};\ m_3=v_{03}/v_{04},\ \ldots\ m_n=v_{0n}/v_{0n+1}.$$

7. Цикл завершается расчётом по формуле (1) величины удельной поверхности частицы «лёгкого» минерала с размером d_1 – $S^{d_1}_{уд}$, м^2/кг, которая является исходной величиной для начала расчёта следующего цикла.

Расчёт рекомендуется вести в таблице вида

Номер цикла	$S^{л}_{уд}$, м^2/кг	$v^{л}_{0n}$, м/с	$S^{т}_{уд}$, м^2/кг	$S^{т\ шара}_{уд}$, м^2/кг	d_1, мм	e	m	$S^{d_1}_{уд}$, м^2/кг
1	1,4006	0,3253	1,3123	1,0498	1,4288	2,45	-	3,4308
2	3,4308	0,1916	2,8778	2,3022	0,651	2,19	1,70	7,5236
3	7,5236	0,1017	5,5124	4,4099	0,3401	1,92	1,88	14,4116
…	…	…	…	…	…	…	…	…

Рекомендуемое количество циклов не менее 5. Расчёт ведётся до тех пор, пока крупность зёрен минерала не станет меньше 0,02 мм или величина скорости не будет меньше 0,001 м/с.

После завершения расчётов следует составить массивы для построения диаграммы частиц вида $\lg v_0 = f(\lg d)$, $e = f(\lg d)$, $m = f(\lg d)$.

«Лёгкий» минерал		**«Тяжёлый» минерал**		**Коэффициент равнопадаемости**		**Модуль шкалы**	
$\lg d_i$	$\lg v_{0i}$	$\lg d_i$	$\lg v_{0i}$	$\lg d$	e	$\lg d_i$	m
$\lg d_{max}$	$\lg v^{л}_{0}$	$\lg d_{max}$	$\lg v^{т}_{0}$	$(\lg d_{max}+\lg d_1)/2$	e_1	–	-
$\lg d_1$	$\lg v^{л}_{01}$	$\lg d_1$	$\lg v^{л}_{0}$	$(\lg d_1+\lg d_2)/2$	e_2	$\lg d_1$	m_1
$\lg d_2$	$\lg v^{л}_{02}$	$\lg d_1$	$\lg v^{л}_{01}$	$(\lg d_2+\lg d_3)/2$	e_3	$\lg d_2$	m_2
…	…	…	…	…	…	…	…
$\lg d_n$	$\lg v^{л}_{0n}$	$\lg d_n$	$\lg v^{л}_{0n-1}$	$(\lg d_n+\lg d_{n+1})/2$	e_n	$\lg d_n$	m_{n-1}

Диаграмма частиц при свободном падении в водной среде для приведённого примера представлена на рисунке 2.

При построении зависимостей $e = f(\lg d)$ значения $\lg d_i$ отмечаются на графике в середине каждого класса. Например, первое значение коэффициента равнопадаемости e_1=2,45 отмечается на графике между значениями $\lg d_{max}$=0,54 и $\lg d_1$=0,15, второе e_2=2,19 между $\lg d_1$=0,15 и $\lg d_2$=-0,19 и так далее.

Зависимость $m = f(\lg d)$ строится по точкам, соответствующим $d_1, d_2, d_3, \ldots d_n$. Пример зависимостей приведён на рисунке 3.

При расчёте по заданным исходным данным скорость падения тяжёлых частиц VIII класса составила 0,0007 м/с при их крупности 0,02 мм, следовательно, по условиям задачи расчёт можно прекратить.

Результаты расчётов шкалы классификации следует представить в виде рисунков 1, 2 и таблицы 1.

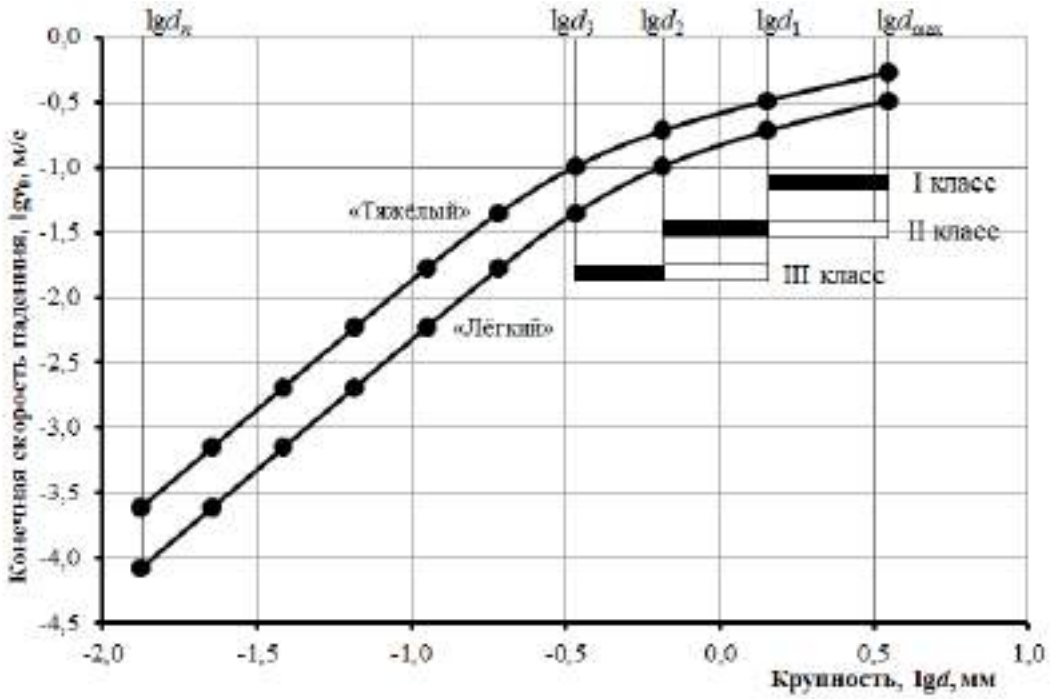


Рисунок 2 – Диаграмма частиц при свободном падении

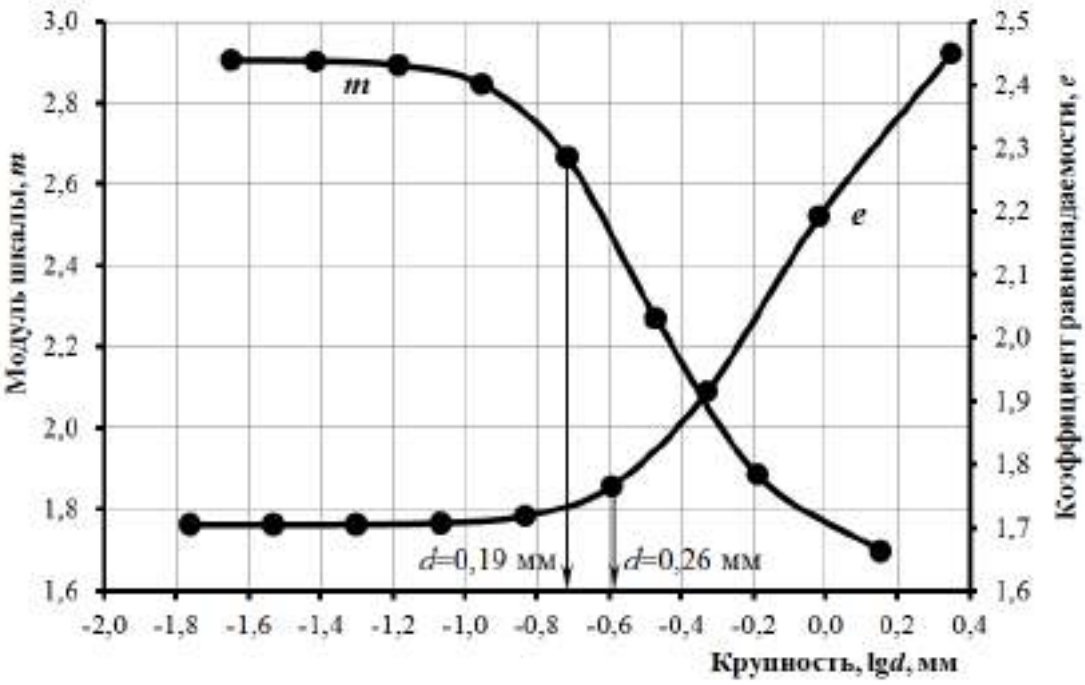


Рисунок 3 – Шкала гидравлической классификации

Таблица 1 – Результаты расчетов шкалы классификации в условиях свободного падения

Гидравлический класс, мм				Шкала классификации, м/с	*e*	*m*
№	размер класса	размер «тяжёлых» частиц	размер «лёгких» частиц			
I	$-d_{max}+d_1$	$-d_{max}+d_1$	–	$v_0^{т}$	–	–
II	$-d_{max}+d_2$	$-d_1+d_2$	$-d_{max}+d_1$	$v_0^{л}$	e_1	–
III	$-d_1+d_3$	$-d_2+d_3$	$-d_1+d_2$	$v_{02}^{л}$	e_2	m_1
IV	$-d_2+d_4$	$-d_3+d_4$	$-d_2+d_3$	$v_{03}^{л}$	e_3	m_2
V	$-d_3+d_5$	$-d_4+d_5$	$-d_3+d_4$	$v_{04}^{л}$	e_4	m_3
VI	$-d_4+d_6$	$-d_5+d_6$	$-d_4+d_5$	$v_{05}^{л}$	e_5	m_4
VII	$-d_5+d_7$	$-d_6+d_7$	$-d_5+d_6$	$v_{06}^{л}$	e_6	m_5
VII	$-d_6+d_8$	$-d_7+d_8$	$-d_6+d_7$	$v_{07}^{л}$	e_7	m_6

Расчёт шкалы гидравлической классификации с построением диаграммы частиц позволяет выбирать и оценивать технологические схемы гравитационного обогащения. Полученные данные помогают правильно выбрать шкалу предварительной классификации исходного продукта перед обогащением, выбирать и сравнивать методы получения классов – грохочением или гидравлической классификацией. Шкала гидравлической классификации в сочетании с анализом распределения полезного минерала по классам крупности, а также при наличии результатов фракционных анализов и диаграммы частиц дают возможность выбрать оптимальную схему обогащения и рассчитать теоретически возможные показатели обогащения. При расчёте параметров процессов гравитационного обогащения и конструктивных размеров машин и аппаратов следует руководствоваться результатами данных расчётов.

5. АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЁТОВ

При анализе полученных результатов прежде всего следует обращать внимание на характер изменения величин «*e*» и «*m*». По рисунку 3 видно, что значение коэффициентов равнопадаемости уменьшается с уменьшением крупности частиц, но для частиц крупностью менее 0,26 мм он остается практически постоянным. Величина модуля шкалы гидравлической классификации, наоборот, с уменьшением размеров минеральных зёрен увеличивается, и для крупностей менее 0,19 мм она практически постоянна. Отсюда можно сделать вывод, что при подготовке к обогащению руды, состоящей из

рассматриваемой смеси минералов, крупную её часть (более 1 мм) следует делить на классы крупности с модулем сит 2,2, а остальную (мелкую часть) лучше делить на гидравлические классы. При таком разделении общее количество классов будет наименьшим.

Предположим, тяжёлый минерал является ценным компонентом, а лёгкий хвостами. Также допустим, что гранулометрическая характеристика смеси лёгкого и тяжёлого минералов имеет прямолинейный вид, а тяжёлый минерал распределён по классам крупности равномерно, то есть тоже имеет прямолинейную характеристику гранулометрического состава. Тогда извлечение тяжёлого минерала (концентрата) в первый гидравлический класс, состоящий только из зёрен тяжёлого минерала составит:

$$\varepsilon = 100 \cdot \left(d_{\max} - d_1\right)/d_{\max} = 100 \cdot \left(3{,}5 - 1{,}428\right)/3{,}5 = 59{,}18\ \%..$$

Таким образом, в нашем конкретном случае, при максимальной крупности исходного 3,5 мм, теоретически возможен следующий вариант технологической схемы (рисунок 4):*

Первая операция – гидравлическая классификация с получением следующих гидравлических классов:

I класс: -3,5+1,4 мм – *концентрат* (тяжёлый минерал);

II класс: -3,5+0,7 мм, который при последующем грохочении на сите 1,4 мм разделится на

хвосты (лёгкий минерал) – класс -3,5+1,4 мм

концентрат (тяжёлый минерал) – класс -1,4+0,7 мм;

III класс: -1,4+0,35 мм, который на сите 0,7 мм также можно разделить

хвосты (лёгкий минерал) – класс -1,4+0,7 мм

концентрат (тяжёлый минерал) – класс -0,7+0,35 мм;

IV класс: -0,7+0,2 мм – на обогащение на сотрясательном концентрационном столе с получением концентрата и хвостов.

V класс: -0,35+0,02 мм – обогащение на шламовом сотрясательном концентрационном столе.

Класс -0,02+0 мм – шламы, можно признать отвальными хвостами. Извлечение в них тяжёлого минерала составит

$$\varepsilon = 100 \cdot \left(0{,}02 - 0\right)/3{,}5 \approx 0{,}65\ \%.$$

Схема обогащения представлена на рисунке 4.

* На рисунке 4 приведен один из возможных вариантов технологической схемы обогащения. Предложите свой вариант.



Рисунок 4 – Примерная схема обогащения

Дополнительно можно рассчитать расстояния h_0, проходимые самыми крупными частицами в классе, и время прохождения этого расстояния до достижения v_{0i} по формулам (8) и (9). Величины h_{0i} и t_{0i} следует учитывать при выборе типа классификатора или при его конструировании. Так как классификаторы обычно имеют обычно 4, 6 или 8 камер, то достаточно рассчитать величины h_{0i} и t_{0i} для первых четырёх (шести) гидравлических классов.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Т. Ю. Овчинникова

ГРАВИТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсовой работы
по дисциплине «Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых» для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых» специальности 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения

Екатеринбург – 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического
факультета
«12» февраля 2016 г.
Председатель комиссии
_____проф. В. П. Барановский

Т. Ю. Овчинникова

ГРАВИТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсовой работы
по дисциплине «Гравитационные методы обогащения
полезных ископаемых» для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2016

О 35

Рецензент: *Е. Ф. Цыпин*, д-р техн. наук, профессор кафедры ОПИ УГГУ

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых» «30» ноября 2015 г. (протокол № 2) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Овчинникова Т. Ю.

О 35 Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых: учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы по дисциплине «Гравитационные методы обогащения» / Т. Ю. Овчинникова; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016. – 71 с.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с учебной программой курса «Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых». В учебно-методическом пособии изложены: программа и состав курсовой работы, требования к содержанию курсовой работы, последовательность и методика её выполнения, а также приведены исходные данные и справочные материалы для выполнения курсовой работы.

Предназначено для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых» специальности 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения.

© Овчинникова Т. Ю., 2016
© Уральский государственный горный университет, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ 4
ЦЕЛЬ КУРСОВОЙ РАБОТЫ 5
ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ 5
СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ 6
ОТЧЕТНОСТЬ О ВЫПОЛНЕНИИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ 7
1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСХОДНОГО УГЛЯ 7
2. РАСЧЕТ ШИХТЫ 9
3. ВЫБОР ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ И МАШИННЫХ КЛАССОВ 11
4. РАСЧЕТ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ . 13
4.1. Расчет фракционной характеристики машинных классов 13
4.2. Построение кривых обогатимости для шихты и машинных классов 15
4.3. Определение зольности крупного и мелкого концентратов 16
4.4. Составление теоретического баланса продуктов обогащения 18
5. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОБОГАЩЕНИЯ 19
6. РАСЧЕТ КАЧЕСТВЕННО-КОЛИЧЕСТВЕННОЙ СХЕМЫ ОБОГАЩЕНИЯ 21
6.1. Расчет подготовительных операций 21
6.2. Расчет основных операций 25
6.3. Расчет заключительных операций 33
6.4. Составление практического баланса продуктов обогащения 36
7. РАСЧЕТ ВОДНО-ШЛАМОВОЙ СХЕМЫ 38
8. ВЫБОР И РАСЧЕТ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ 43
9. СОСТАВЛЕНИЕ СХЕМЫ ЦЕПИ АППАРАТОВ ЦЕХА ГРАВИТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ 44
10. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ 45
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 51
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Пример выполнения титульного листа и задания на курсовую работу. 52
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Исходные данные для выполнения курсовой работы 54
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Пример выполнения расчёта шихты 60
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Схемы обогащения угля гидравлической отсадкой 61
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Значение интеграла вероятности Гаусса 63
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Условные обозначения схемы цепи аппаратов 67
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Пример выполнения графической части 69

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ

Курсовая работа является завершающим этапом изучения курса «Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых» и представляет собой самостоятельную инженерную работу студента.

Курсовая работа выполняется в течение всего семестра во время практических аудиторных занятий и оформляется в виде единой сброшюрованной пояснительной записки. Пояснительная записка состоит из текстовой и графической частей.

В настоящей курсовой работе по заданию следует принять номера шахт, угли которых предполагается обогащать, а также выбрать технологическую схему обогащения в зависимости от версии, задание выдается преподавателем.

Студенты очной формы обучения получают задание на первом практическом занятии, номер варианта задаёт преподаватель, технологическая схема обогащения по *версии А*.

Студенты заочной формы обучения получают задание во время сессии в седьмом семестре, номер варианта принимается по последним двум цифрам номера зачётной книжки, технологическая схема обогащения по *версии Б*.

К текстовой части, выполненной на листах формата А4, предъявляются следующие требования: наличие титульного листа, задания на курсовую работу, содержания, нумерации страниц, таблиц, рисунков, подрисуночных подписей, обозначений и расшифровок кривых на графиках, обозначений осей на графиках, размерностей по осям графиков и численных результатов, получаемых в ходе расчётов по формулам, списка использованных источников.

Графическая часть выполняется на листах формата А3, снабжённых основной надписью, и включает в себя изображение качественно-количественной схемы обогащения, схемы цепи аппаратов – всего два листа.

Правила оформления курсовой работы приведены в п. 10 настоящего учебно-методического пособия.

ЦЕЛЬ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Целью курсовой работы является практическое использование студентом знаний, полученных им при изучении теории гравитационных методов обогащения, методик и правил проектирования гравитационных обогатительных фабрик, а также знаний, полученных им при прохождении вычислительной и учебной технологической практик.

При выполнении курсового проекта студент использует и закрепляет знания ранее изученных дисциплин: «Основы обогащения полезных ископаемых», «Дробление, грохочение, измельчение», «Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых».

Темой курсовой работы, как правило, является проектирование отделения гравитационного обогащения углеобогатительной фабрики с применением гидравлической отсадки или обогащения в тяжелых средах.

Проектирование углеобогатительных фабрик имеет свои особенности и может служить эталоном проектирования других гравитационных обогатительных фабрик. Поэтому приобретение знаний и навыков при проектировании углеобогатительных фабрик может быть успешно использовано при выполнении проектов других фабрик.

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Задание на курсовую работу выдается преподавателем (приложение А). Преподаватель задаёт номер варианта и производительность по исходному углю. Цифры номера варианта обозначают номера первой и второй шахт соответственно.

В задании на курсовую работу указываются исходные данные:

- годовая производительность проектируемой фабрики по исходному (рядовому) углю;
- номера шахт и доля участия углей каждой шахты, поступающих на обогащение;
- влажность исходной шихты;
- требования к качеству конечных продуктов обогащения.

Задание является основанием для выполнения курсовой работы и вшивается в пояснительную записку после титульного листа.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из пояснительной записки, включающей в себя текстовую и графическую части. Примерный состав пояснительной записки курсовой работы:

Титульный лист.
Задание на курсовую работу.
Содержание.
Введение.

1. Характеристики исходного угля.
2. Расчет шихты.
3. Выбор процесса обогащения и машинных классов.
4. Расчет теоретического баланса продуктов обогащения.
5. Выбор и обоснование технологической схемы обогащения.
6. Расчёт качественно-количественной схемы обогащения.
7. Расчет водно-шламовой схемы.
8. Выбор и расчёт основного технологического оборудования.
9. Схема цепи аппаратов цеха гравитационного обогащения.

Список использованных источников.
Графическая часть.

Титульный лист выполняется по образцу, приведённому в приложении А.

Во введении приводится краткое обоснование необходимости обогащения углей, требования к обогащаемому углю и применяемые методы обогащения.

Пункты 1-9 выполняются в течение всего семестра во время практических занятий.

В списке использованных источников приводится библиографическое описание всех источников, применявшихся при выполнении курсовой работы.

Графическая часть подшивается в конец пояснительной записки.

ОТЧЕТНОСТЬ О ВЫПОЛНЕНИИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа выполняется в течение всего семестра на практических занятиях в интерактивной форме и в виде самостоятельной работы.

В конце семестра студент, выполнивший курсовую работу, сдает её на проверку преподавателю. Преподаватель проверяет работу, дает предварительную оценку и пишет замечания по работе, если таковые имеются. При наличии существенных замечаний преподаватель может вернуть работу для исправления или доработки.

После исправления и доработки назначается защита курсовой работы, по результатам защиты выставляется окончательная оценка.

1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСХОДНОГО УГЛЯ

Долю участия углей каждой из двух шахт в исходной шихте (ИШ), поступающей на фабрику, определяют по таблице Б.1 приложения Б. Для этого берётся число, получаемое на перекрестье номеров шахт, например, для варианта номер 75 доля участия углей второй шахты в исходной шихте (ИШ) составляет 52 %. Так как в ИШ участвуют две шахты, то доля участия углей первой шахты в шихте

$$100 - 52 = 48\ \%.$$

Фракционный состав углей каждой шахты

Ситовый состав углей шахт приведён в таблице Б.2. Форма таблицы, а также выходы и зольности фракций угля по плотности приведены в таблице Б.3 приложения Б.

Для расчета фракционного и ситового составов углей и, в дальнейшем, шихты используются следующие обозначения:

γ_i, γ_j – выход класса крупности и выход фракции по плотности соответственно, %;

$i = 1…6$ – классы крупности угля, мм, всего шесть классов;

$j = 1…7$ – фракции угля по плотности, кг/м^3, всего семь фракций;

A_i^d – зольность i-го класса крупности, %;

A_{ij}^d – зольность j-й фракции по плотности в i-м классе крупности, %.

Зольности приведены в пересчете на сухую массу.

Для каждого *i*-го класса крупности необходимо рассчитать средневзвешенную зольность по формуле, %:

$$A_i^{\underline{d}} = \frac{\sum_{j=1}^{j=7} \left(\gamma_{ij} \cdot A_{ij}^{\underline{d}} \right)}{\sum_{j=1}^{j=7} \gamma_{ij}}. \qquad (1.1)$$

Найденное значение средневзвешенной зольности каждого класса записывают в таблицу 1.1. В ней приводятся характеристики всех классов крупности углей каждой из шахт без шламов, то есть без класса 1-0 мм.

Таблица 1.1 – Фракционная характеристика исходного угля

Номер шахты	**Плотность фракции, кг/м³**	**Классы крупности, мм**				
		100-25		**…**	**3-1**	
		выход, %	**зольность $A^{\underline{d}}$,%**	**…**	**выход, %**	**зольность $A^{\underline{d}}$,%**
Первая цифра варианта	< 1300	45,10	5,88	…	69,05	4,96
	1300-1400	36,20	9,89	…	16,60	12,21
	1400-1500	1,00	22,13	…	1,250	19,86
	1500-1600	1,30	30,80	…	1,15	28,49
	1600-1800	2,70	44,40	…	1,35	39,88
	1800-2000	9,20	73,55	…	6,55	74,13
	> 2000	4,50	89,30	…	4,05	90,20
	Итого	***100,00***	$A^{\underline{d}}_{i=1(100–25)}$	…	***100,00***	$A^{\underline{d}}_{i=5(3\text{-}1)}$
Вторая цифра варианта	< 1300	45,10	5,10	…	72,05	5,90
	1300-1400	35,20	9,90	…	15,60	12,80
	1400-1500	2,00	19,00	…	0,25	19,70
	1500-1600	2,30	22,90	…	0,15	25,60
	1600-1800	1,70	32,00	…	1,35	38,50
	1800-2000	10,45	73,20	…	8,25	73,40
	> 2000	3,25	88,88	…	2,35	79,05
	Итого	***100,00***	$A^{\underline{d}}_{i=1(100–25)}$	…	***100,00***	$A^{\underline{d}}_{i=5(3\text{-}1)}$

Ситовый состав углей каждой шахты

Зольность класса 1-0 мм приведена в таблице Б.2 приложения Б. Зольности классов крупности соответствуют средневзвешенным зольностям, рассчитанным по формуле (1.1) и приведённым в табли-

це 1.1. Для каждой из шахт также необходимо вычислить средневзвешенную зольность $A^{d}_{\text{шахта №1(2)}}$.

Результат расчёта необходимо представить в виде таблицы 1.2.

Таблица 1.2 – Ситовый состав углей шахт

Номер шахты	**Классы, мм**	**Выход, %**	**Зольность, %**	**Номер шахты**	**Классы, мм**	**Выход, %**	**Зольность, %**
Первая цифра варианта	**100-25**	14,81	$A^{d}_{i=1(100–25)}$	Вторая цифра варианта	**100-25**	16,38	$A^{d}_{i=1(100–25)}$
	25-13	16,82	…		**25-13**	20,43	…
	13-6	17,62	…		**13-6**	19,21	…
	6-3	16,7	…		**6-3**	12,94	…
	3-1	18,7	$A^{d}_{i=5(3-1)}$		**3-1**	17,37	$A^{d}_{i=5(3-1)}$
	1-0	15,35	18,75		**1-0**	13,67	20,20
	Итого	***100,00***	$A^{d}_{\text{шахта №1}}$		***Итого***	***100,00***	$A^{d}_{\text{шахта № 2}}$
Доля участия в шихте углей первой шахты, %				*Доля участия в шихте углей второй шахты, %*			
48				52			

2. РАСЧЕТ ШИХТЫ

По характеристикам исходного сырья составляется и рассчитывается таблица 2.1. Столбцы (2) и (5) переписываются из характеристик исходного угля таблицы 1.2, а столбцы (4) и (7) – из таблицы 1.1, строчка «Итого», зольность каждого класса крупности.

Таблица 2.1 – Ситовая характеристика углей, поступающих на обогащение

Классы крупности, мм	**Угли первой шахты**			**Угли второй шахты**			**Исходная шихта**	
	выход, %		**зольность, %**	**выход, %**		**зольность, %**	**выход, %**	**зольность, %**
	к шахте	**к ИШ**		**к шахте**	**к ИШ**			
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
100-25	14,81	7,11	…	16,38	8,52		15,63	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…
3-1	…	…	…	…	…	…	…	…
1-0	15,35	7,37	18,75	13,67	7,11	20,20	14,48	19,46
Итого	***100,00***	***48,00***	$A^{d}_{\text{шахта №1}}$	***100,00***	***52,00***	$A^{d}_{\text{шахта №2}}$	***100,00***	$A^{d}_{\text{шихты}}$

Выходы к ИШ каждого класса крупности (столбцы (3) и (6)) рассчитывают с учётом доли участия углей каждой шахты в ИШ, %:

$$\gamma_{i1(2)}^{\text{к ИШ}} = \frac{\gamma_i^{\text{к шахте}} \cdot K_{1(2)}}{100}.$$

Здесь $K_{1(2)}$ – доля участия первой (второй) шахты в шихте, %.

Исходную шихту, поступающую на обогащение, получают путем смешивания углей двух шахт в соотношении, указанном в задании, следовательно, выход каждого класса крупности ИШ (8) находят построчным суммированием столбцов (3) и (6). Зольность каждого класса крупности (9) находят как средневзвешенную, также построчно. Средневзвешенную зольность ИШ рассчитывают как сумму произведений значений в столбцах (8)-(9), поделённую на 100.

Пример: Выход класса 1-0 мм в угле первой шахты составляет 15,35 %, а в угле второй шахты – 13,67 %. Доля участия в исходной шихте углей первой шахты 48 %, а углей второй – 52 %.

Выход к шихте класса 1-0 мм первой и второй шахт:

$$\gamma_{1\text{-}0\ (1)} = 15{,}35 \cdot 48/100 = 7{,}3680\ \%,$$

$$\gamma_{1\text{-}0\ (2)} = 13{,}67 \cdot 52/100 = 7{,}1084\ \%,$$

тогда выход этого класса в ИШ:

$$\gamma_{1\text{-}0\ (\text{ш})} = 7{,}3680 + 7{,}1084 = 14{,}4764\ \%.$$

Зольность этого класса крупности в ИШ, при условии:

$$A_{(1\text{-}0)1}^{d} = 18{,}75\ \%;\quad A_{(1\text{-}0)2}^{d} = 20{,}20\ \%;$$

$$A_{(1\text{-}0)}^{d} = \frac{7{,}3680 \cdot 18{,}75 + 7{,}1084 \cdot 20{,}20}{14{,}4764} = 19{,}46\ \%.$$

Проверкой правильности выполненных расчетов служит сравнение полученной зольности класса крупности в исходной шихте с зольностями смешиваемых классов углей шахт – численное значение полученной расчетом зольности должно находиться в диапазоне зольностей классов крупности шахт, т. е.

$$18{,}75 < 19{,}46 < 20{,}20.$$

Аналогично осуществляются расчеты выходов и зольностей отдельных фракций по плотности для каждого класса крупности исходной шихты. Результаты расчетов записываются в таблицу. Форма таблицы приведена в приложении В.

Ввиду того, что расчёт исходной шихты выполняется путём повторения однотипных операций, выполнение его при помощи калькулятора может занять длительное время, поэтому рекомендуется осу-

ществлять этот и все последующие расчёты с применением персонального компьютера с использованием специальных расчётных программ, например MS Excel.

В этом случае необходимо ввести все формы исходных и расчётных таблиц в отдельный файл на один лист и выполнять дальнейшие расчёты с использованием программных средств и команд ввода и обработки данных.

В этом же пункте следует построить гранулометрическую характеристику шихты, поступающей на обогащение. Построение характеристики осуществляется по данным, приведённым в столбцах (1) и (8) таблицы 2.1. В дальнейшем построенную характеристику используют при расчёте грохота в п. 9.

3. ВЫБОР ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ И МАШИННЫХ КЛАССОВ

Выбор процесса обогащения производится на основании сравнения существующих процессов, их преимуществ и недостатков с учетом технико-экономических показателей и категорий обогатимости угля /1/.

Выбор машинных классов и процессов для их обогащения следует начать с определения категории обогатимости каждого класса крупности шихты. Для этого рассчитывают относительный выход фракции 1400-1600 кг/м^3 к беспородной массе угля в данном классе, то есть к массе всего угля, за исключением фракций плотностью >1800 кг/м^3, %:

$$\gamma^{\text{отн.}}_{1400-1600} = \frac{\gamma_{j=3} + \gamma_{j=4}}{\sum_{j=1}^{j=5} \gamma_j} \cdot 100.$$

В зависимости от относительного выхода промежуточных фракций, ископаемые угли условно подразделяют на следующие категории обогатимости, %:

Лёгкая	$\gamma_{1400\text{-}1600} = 0 \div 7$;
Средняя	$\gamma_{1400\text{-}1600} = 7 \div 10$;
Трудная	$\gamma_{1400\text{-}1600} = 10 \div 15$;
Очень трудная	$\gamma_{1400\text{-}1600} = 15 \div 20$;
Исключительно трудная	$\gamma_{1400\text{-}1600} = 20 \div 25$;
Сверхтрудная	$\gamma_{1400\text{-}1600} > 25$.

Результаты расчетов обогатимости классов угля записывают в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Обогатимость классов крупности угля

Классы крупности, мм	**Выход класса к ИШ, %**	**Зольность, %**	**Выход промежуточных фракций, %**	**Категория обогатимости**
100-25	15,63	…	17,3	очень трудная
…	…	…	…	…
3-1	…	…	9,5	средняя

На основании данных таблицы 3.1 делается предварительный выбор процесса обогащения исходя из следующих соображений:

– в случае если обогатимость классов крупности угля легкая или средняя, то предпочтение следует отдать процессу отсадки;

– для трудных категорий обогатимости предпочтение отдается обогащению в тяжелых средах, хотя отсадкой возможно обогащать угли всех категорий обогатимости, как и в тяжелых средах;

– возможен вариант, когда один из машинных классов обогащается в тяжелых средах, а другой – отсадкой.

На основании тех же данных выбирают крупность машинных классов, на которые следует разделить исходную шихту перед обогащением. При этом руководствуются следующими соображениями:

– желательно, чтобы классы крупности, группируемые в один машинный класс, имели одинаковую (или близкую) обогатимость;

– в случае если выбирается процесс отсадки для обогащения крупного и мелкого машинных классов, желательно, чтобы выход крупного машинного класса к шихте был больше выхода мелкого машинного класса на 30-50 % относительных, чтобы было возможным принять к установке для обогащения этих классов отсадочные машины одного типоразмера.

Руководствуясь вышеизложенными правилами, окончательно принимают крупность разделения угля на крупный (КМК) и мелкий (ММК) машинные классы и выбирают процессы их обогащения.

В курсовой работе студент выбирает крупность разделения на машинные классы: 100-13(6) и 13(6)-1 мм. Класс 1-0 мм обогащается отдельно методом флотации.

4. РАСЧЕТ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ

Для выбранных машинных классов угля сначала необходимо рассчитать наилучшие теоретически возможные технологические показатели обогащения. Затем эти показатели будут корректироваться исходя из практических условий осуществления технологии обогащения. Порядок расчета теоретического баланса приведен ниже.

4.1. Расчет фракционной характеристики машинных классов

Расчет выходов элементарных фракций каждого машинного класса производится суммированием выходов этих фракций к исходной шихте в классах крупности, входящих в машинный класс, а зольность фракции рассчитывается как средневзвешенная, %:

$$\gamma_{j\,\text{МК}} = \sum \gamma_{ij}, \tag{4.1}$$

$$A^{d}_{j\,\text{МК}} = \frac{\Sigma\left(\gamma_{i\,j} \cdot A^{d}_{ij}\right)}{\Sigma\gamma_{i\,j}}. \tag{4.2}$$

Результаты расчетов заносятся в таблицы 4.1 и 4.2, формы которых приведены ниже. В примере крупный машинный класс (КМК) включает в себя классы крупности 100-25 и 25-13 мм, а мелкий – все остальные, за исключением шламов (класс 1-0 мм). Значения выходов к шихте и зольностей пофракционно для каждого из классов крупности берутся из фракционной характеристики исходной шихты, рассчитанной в п. 2.

Таблица 4.1 – Расчёт фракционной характеристики КМК

Плотность фракции, кг/м^3	**Класс 100-25 мм**		**Класс 25-13 мм**		**Крупный машинный класс (КМК)**		
	выход к ИШ, %	**зольность, %**	**выход к ИШ, %**	**зольность, %**	**выход, %**		**зольность, %**
					к ИШ	**к КМК**	
< 1300	7,70	4,00	4,25	4,12	11,95	29,20	4,04
…	…	…	…	…	…	…	…
> 2000	…	…	…	…	…	..	…
Итого					**γкмк**	**100,00**	$A^{d}_{\text{КМК}}$

Таблица 4.2 – Расчёт фракционной характеристики ММК

Плотность фракции, кг/м^3	Класс 13-6 мм		Класс 6-3 мм		Класс 3-1 мм		Мелкий машинный класс (ММК)		
	выход к ИШ, %	зольность, %	выход к ИШ, %	зольность, %	выход к ИШ, %	зольность, %	выход, %		зольность, %
							к ИШ	к ММК	
< 1300	4,75	3,86	3,21	3,61	2,93	4,10	10,89	31,29	3,85
1300-1400	…	…	…	…	…	..	…	…	…
…	…	…	…	…			…	…	…
> 2000	…	…	…	…	…	..	…	…	…
Итого							$\gamma_{ммк}$	**100,00**	$A^d_{ММК}$

На основании полученных фракционных характеристик машинных классов аналогично рассчитывают фракционную характеристику шихты без шламов, далее будем обозначать такую шихту как ШБШ. Результаты расчетов записывают в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Расчёт фракционной характеристики шихты без шламов (ШБШ)

Плотность фракции, кг/м^3	КМК (100-13 мм)		ММК (16-1 мм)		ШБШ (100-1)		
	выход к ИШ, %	зольность, %	выход к ИШ, %	зольность, %	выход, %		зольность, %
					к ИШ	к ШБШ	
< 1300	11,95	4,04	10,89	3,85	22,84	30,05	4,00
1300-1400	…	…	.	…	…	..	…
…	…	…	…	…	…	…	…
> 2000	…	…	…	…	…	..	…
Итого	$\gamma_{кмк}$		$\gamma_{ммк}$		$\gamma_{шбш}$	**100,00**	$A^d_{ШБШ}$

В таблицах 4.1-4.3 выход каждой фракции к машинному классу, например к КМК, или к шихте без шламов (к ШБШ) рассчитывают по пропорции.

По данным таблиц 4.1-4.3 рассчитывают развернутые фракционные характеристики шихты, крупного и мелкого машинных классов, а результаты расчетов сводят в отдельные таблицы для каждого

класса и для шихты без шламов. Общий вид развёрнутой фракционной характеристики приведён в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Развёрнутая фракционная характеристика ШБШ (КМК, ММК)

Плотность фракции, кг/м³	**Элементарные фракции, %**			**Всплывшие фракции, %**			**Потонувшие фракции, %**		
	выход		зольность	выход		зольность	выход		зольность
	к ШБШ	к ИШ		к ШБШ	к ИШ		к ШБШ	к ИШ	
< 1300							100,0	**γмк**	$A^d_{МК}$
1300-1400									
> 2000				100,0	**γмк**	$A^d_{МК}$			
Итого	100,0	**γмк**	$A^d_{МК}$	-	-	-	-	-	-

В таблицах развёрнутых фракционных характеристик данные об элементарных фракциях переписываются из соответствующих таблиц с фракционными характеристиками, причём для машинных классов «выход к ШБШ» заменяется на «выход к классу (КМК или ММК)».

Расчёт развёрнутой фракционной характеристики подробно изучен и освоен студентом в курсе «Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых». Выходы как всплывших, так и потонувших фракций рассчитывают суммированием сверху вниз или снизу вверх. Зольность же для каждой строки рассчитывается как средневзвешенная по суммируемым фракциям.

4.2. Построение кривых обогатимости для шихты и машинных классов

Кривые обогатимости строятся для шихты и каждого машинного класса отдельно на листах миллиметровой бумаги формата А3 в осях «Зольность – Выход – Плотность разделения» в масштабе: 1 % – 2 мм. Методика построения кривых обогатимости осваивается студентом при изучении курса «Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых» и приведена в литературе /4/.

Построенные кривые вкладываются в пояснительную записку в п. 4 с номерами рисунков 4.1, 4.2 и 4.3 соответственно. На рисунках необходимо подписать оси и расшифровать обозначения кривых.

Пример выполнения кривых обогатимости приведён на рисунке 4.1.

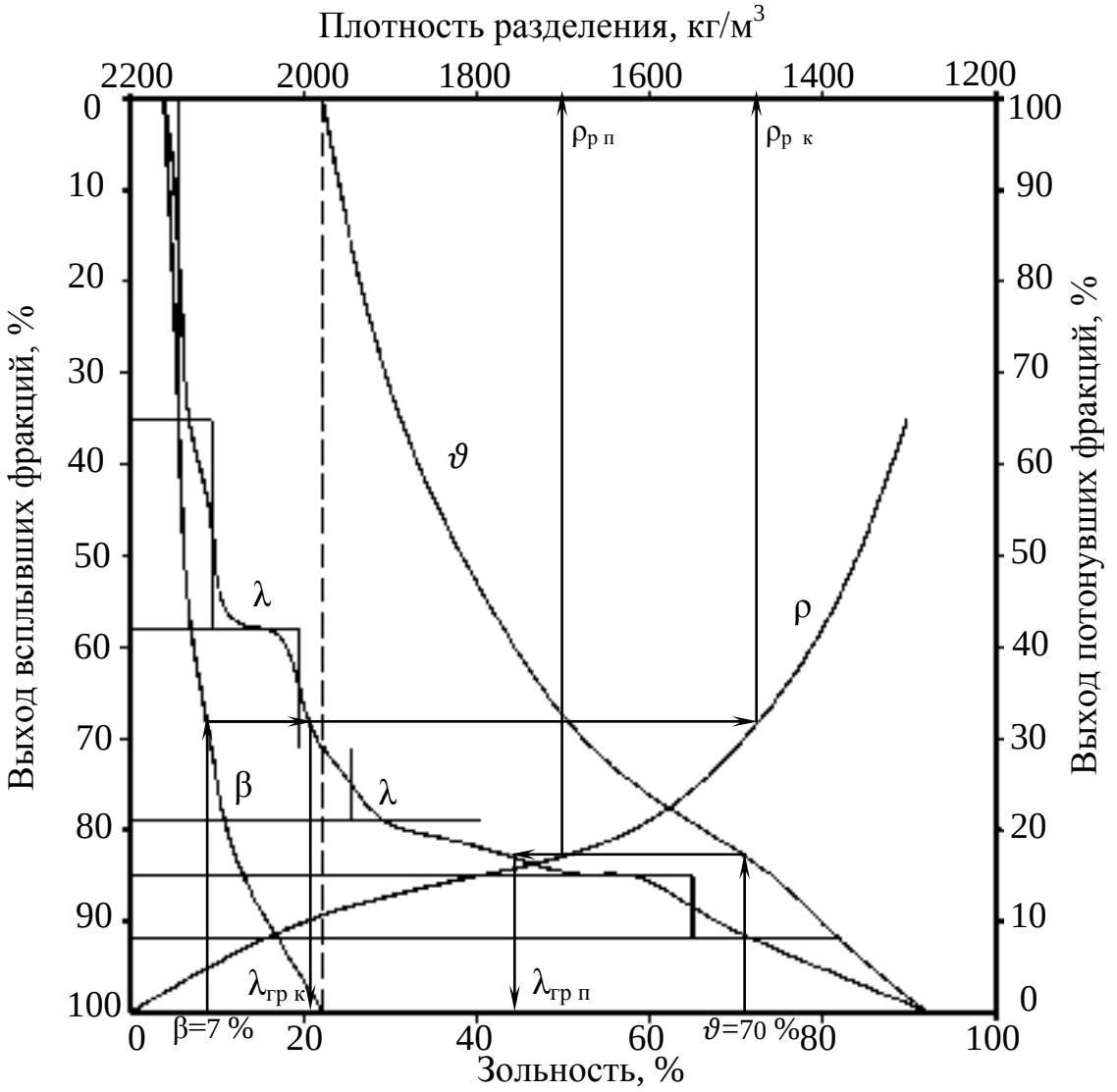


Рисунок 4.1 – Пример построения кривых обогатимости

4.3. Определение зольности крупного и мелкого концентратов

При расчете теоретического баланса продуктов обогащения следует назначать зольность породы и концентратов – крупного и мелкого. Затем по кривым обогатимости определить выходы крупной и мелкой пород, крупного и мелкого концентратов.

Зольность породы назначается равной не менее 70 % при обогащении обоих классов крупности.

Средневзвешенная зольность концентратов выбирается (назначается) с использованием данных, приведенных в таблице 4.5.

Выбранная зольность концентратов справедлива для шихты в целом. Зольности же концентратов (крупного и мелкого) могут отли-

чаться от назначенной средневзвешенной, если стремиться к получению наибольшего суммарного выхода концентрата. Чтобы получить наибольший суммарный выход крупного и мелкого концентратов, используют теорему Рейнгардта, которую можно для нашего случая сформулировать следующим образом: для получения наибольшего суммарного выхода концентратов при заданной средневзвешенной зольности необходимо выделять крупный и мелкий концентраты при одинаковой зольности граничных фракций.

Таблица 4.5 – Рекомендуемая зольность концентрата для коксования

Категория обогатимости угля	**Зольность концентрата, %**
Лёгкая	6,5-7,0
Средняя	6,0-6,5
Трудная	5,5-6,0
Очень трудная	5,2-5,5
Исключительно трудная и сверхтрудная	5,0-5,2

На рисунке 4.1 приведены построения, выполнив которые, можно определить наибольшие суммарные выходы концентратов для крупного и мелкого машинных классов. Практически это осуществляется следующим образом. Предположим, что обогащаемые угли относятся в основном к лёгкой категории обогатимости, поэтому выберем зольность для объединенного концентрата равной 7 %. На графике кривых обогатимости шихты проводим из точки A^d = 7 % вертикальную линию до пересечения с кривой β (всплывшие фракции). Далее из точки пересечения с кривой β проводим горизонтальную линию (направо) до пересечения с кривой λ (кривая элементарных фракций). Из найденной точки на кривой λ опускаем перпендикуляр на ось абсцисс (массовая доля золы) и находим зольность элементарной фракции, по которой следует разделять шихту на концентрат и смесь породы с промпродуктом.

Найденную зольность элементарной фракции переносим на график кривых обогатимости крупного и мелкого машинных классов, и на этих графиках определяем выходы и зольности крупного и мелкого концентратов обратным построением: из точки зольности элементарной фракции проводим вертикальную линию до пересечения с кривой λ, затем проводим горизонтальную линию через весь график.

Пересечение этой линии с кривой β позволяет определить зольность крупного (и аналогично мелкого) концентрата, а продлив гори-

зонтальную линию от кривой β до пересечения с осью «Выход» – выход концентрата. Найденные таким образом зольности крупного и мелкого концентратов могут иметь одинаковое значение, но чаще всего они имеют небольшое отличие, причем, как правило, зольность крупного концентрата имеет большее значение, чем зольность мелкого концентрата.

Пересечение горизонтальной линии с кривой плотностей разделения (ρ) позволяет определить необходимую плотность разделения при выделении концентрата. Аналогичным образом определяют плотности разделения при выделении крупной и мелкой пород. Полученные данные по плотностям разделения записывают в таблицу 4.6. Эти данные будут использованы в дальнейшем при расчете операций обогащения машинных классов.

Таблица 4.6 – Плотности разделения при выделении концентратов и породы ($\rho_р$)

Выделяемые продукты	**Плотность разделения, кг/м^3**
Концентраты:	
крупный	1450
мелкий	1500
Порода:	
крупная	1750
мелкая	1750

4.4. Составление теоретического баланса продуктов обогащения

По кривым обогатимости крупного и мелкого машинных классов определяют выходы и зольности концентратов и породы. По кривым обогатимости можно определить выход какого-либо продукта к этому классу, поэтому, при составлении теоретического баланса необходимо сделать пересчёт выхода продукта к классу к выходу продукта к исходной шихте по пропорции.

Выходы крупного и мелкого промпродуктов, а также их зольности рассчитывают по уравнениям балансов.

Данные расчетов теоретически возможных показателей обогащения крупного и мелкого машинных классов, полученные с помощью кривых обогатимости, записывают в таблицу 4.7. Сюда же записывают данные о количестве и качестве шламов (класс 1-0 мм), имеющихся в шихте.

Таблица 4.7 – Теоретический баланс продуктов обогащения

Продукты	**Крупность, мм**	**Выход %**		**Зольность, %**
		к классу	**к ИШ**	
Концентраты:				
крупный	100-13			
мелкий	13-1			
Итого концентрата	*100-1*	-		
Промпродукт:				
крупный	100-13			
мелкий	13-1			
Итого промпродукта	*100-1*	-		
Порода:				
крупная	100-13			
мелкая	13-1			
Итого породы	*100-1*	-		
Шлам (класс 1-0 мм)	1-0	-		
Всего	**100-0**	-	**100,00**	$A^{d}_{\text{шихты}}$

Рассчитывается последняя строка таблице 4.7 («Всего»), по которой контролируется правильность выполненных расчетов. Сумма выходов всех продуктов должна быть равна 100 %; значение средневзвешенной зольности всех продуктов (включая класс 1-0 мм) должно совпадать с зольностью исходной шихты, поступающей на обогащение.

5. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОБОГАЩЕНИЯ

Технологическая схема обогащения углей должна содержать подготовку угля к обогащению (подготовительные операции), основные операции (собственно обогащение – разделение на готовые продукты) и заключительные операции (обезвоживание продуктов обогащения, сгущение и флотация шламов).

Принципиальная схема обогащения в основном уже выбрана при установлении границы машинных классов и при расчете теоретического баланса продуктов обогащения.

Следует выбрать и обосновать более подробно:

а) схему подготовки угля к обогащению (предварительную классификацию);

б) основное обогатительное оборудование и очередность выделения концентратов, породы и промпродукта;

в) схему обработки промпродуктов;

г) схему обезвоживания продуктов обогащения.

Предварительную классификацию угля осуществляют чаще всего в две последовательные операции мокрого грохочения, причем в первой операции выделяют крупный машинный класс, а во второй – разделяют мелкий машинный класс и шламы. Схемы подготовительных операций для коксующихся углей, варианты основных операций и схемы обезвоживания продуктов обогащения и примеры технологических схем приведены в работе /1/.

Обработка промпродуктов, получаемых при обогащении как крупного, так и мелкого машинных классов, может осуществляться по одному из следующих вариантов.

Вариант 1. При обогащении углей легкой категории обогатимости возможно получение лишь двух продуктов – концентрата (угля) и породы. В случае применения отсадочной машины с получением промежуточного продукта, его возвращают в отсадочную машину в качестве циркуляционной нагрузки.

Вариант 2. В случае если выход крупного промпродукта по теоретическому балансу не превышает 3 %, промпродукт после обезвоживания является готовым продуктом. В этом случае его зольность не должна превышать 43 %. Если же выход промпродукта больше 3 %, то технологической схемой предусматривается его дообогащение.

Вариант 3. Крупный промпродукт подвергается дроблению и обесшламливанию. Затем его объединяют с мелким промпродуктом, и предусматривается контрольное обогащение с получением угля, промпродукта и породы.

Вариант 4. Крупный промпродукт после дробления объединяется с мелким машинным классом, полученный объединённый продукт после обесшламливания поступает на обогащение.

Все шламы, образующиеся в технологической схеме, объединяются, сгущаются и подаются в операцию флотации. При флотации шламов получают отвальные хвосты и концентрат.

В настоящей курсовой работе предлагается выбрать технологическую схему обогащения в зависимости от версии, принимаемой по

указанию преподавателя. Схемы с применением гидравлической отсадки для *версий А* и *Б* приведены в приложении Г.

Выбранная технологическая схема изображается на отдельном листе формата А3 в виде совмещённой качественно-количественной и водно-шламовой схемы. Пример выполнения первого листа графической части приведён в приложении Ж (рисунок Ж.1). Также на этом листе помещают таблицы «Практический баланс обогащения» и «Баланс воды», рассчитываемые в п.6-8, и данные об удельном расходе воды.

6. РАСЧЕТ КАЧЕСТВЕННО-КОЛИЧЕСТВЕННОЙ СХЕМЫ ОБОГАЩЕНИЯ

Расчёт качественно-количественной схемы обогащения является важной частью выполнения курсовой работы. Результаты расчёта качественно-количественной схемы в дальнейшем используют при расчёте водно-шламовой схемы и количества оборудования. В схеме присутствуют подготовительные операции, такие как мокрое грохочение исходной шихты и обесшламливание, основные операции – гидравлическая отсадка, дробление промпродукта, а также заключительные операции – обезвоживание продуктов разделения и флотационное обогащение шламов. Для разных версий схемы отличаются наличием (*версия А*) или отсутствием (*версия Б*) операции дробления промпродукта.

6.1. Расчет подготовительных операций

Грохочение

При грохочении часть подрешётного класса из питания грохота переходит в надрешётный продукт, следовательно, крупный машинный класс помимо собственно надрешётного продукта включает в себя часть мелкого машинного класса и первичных шламов. Доля ММК и первичных шламов, переходящих в КМК, зависит от эффективности грохочения. Эффективность грохочения в первой операции грохочения следует принять равной 0,9 д. ед.

Расчёт целесообразно выполнять в таблице 6.1.

В приведенном примере принято: эффективность грохочения – 0,9 д. ед.; шламообразование – 0,03 д. ед.; количество первичных

шламов (класс 1-0 мм) в исходной шихте равно 11,89 %, а зольность – 18,82 %.

Таблица 6.1 – Фракционный состав КМК (100-13 мм) с учетом эффективности грохочения и шламообразования

Плотность фракции, кг/м^3	Класс 100-13 мм		Класс 13-1 мм		КМК		
	выход к ИШ, %	зольность, %	выход к ИШ, %	зольность, %	выход, % к ИШ	выход, % к ИШ с учетом шламообразования	зольность, %
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*
<1300	11,58	5,52	2,97	5,43	14,55	14,11	5,50
…	…	…	…	…	…	…	…
>2000	1,97	85,78	0,29	84,94	2,25	2,18	85,67
Итого	***31,78***	***26,05***	***5,63***	***22,16***	***37,41***	***36,29***	***25,46***
Шламы:							
первичные						*1,19*	*18,82*
вторичные						*1,12*	*25,46*
Итого						***2,31***	***22,05***
Всего						***38,60***	***25,26***

Пояснения к расчёту таблицы 6.1:

Столбцы (*1*) и (*2*) заполняют, взяв без изменений столбцы «выход к ИШ» и «зольность» из таблицы 4.1 «Развёрнутая фракционная характеристика КМК». Столбец (4) показывает выход ММК, переходящего в КМК при грохочении, и для каждой фракции определяется как, %:

$$\gamma_{i13\text{-}1} = (1 - E_1)\gamma_{i13\text{-}1\ ИШ},$$

где E_1 – эффективность грохочения, д. ед. (принята равной 0,9 д. ед.); $\gamma_{13\text{-}1\ ИШ}$ − выход соответствующей фракции ММК к исходной шихте (берётся из таблицы 4.2).

Столбец (*5*) «зольность» также берётся из соответствующего столбца таблицы 4.2.

Столбец (*6*) является суммой столбцов (*2*) и (*4*).

Столбец (*8*) – зольность, рассчитывают как средневзвешенное значение для столбцов (*2*)-(*5*).

Выход первичных шламов, переходящих из исходной шихты в КМК, рассчитываем с учётом эффективности грохочения, %:

$$\gamma_{шл.\ I} = (1 - E_1)\gamma_{1\text{-}0\ ИШ},$$

где $\gamma_{1\text{-}0\ ИШ}$ – выход класса 1-0 мм в исходной шихте, %.

Полученное значение записывают в столбец (*7*) в графу «*первичные*». Зольность первичных шламов (*8*) соответствует зольности класса 1-0 мм в исходной шихте.

В процессе обогащения крупного машинного класса и транспортировки его по фабрике происходит истирание угля и промпродуктов обогащения. Образуются так называемые вторичные шламы. Образование вторичных шламов условно относят к основным технологическим операциям. Крупный машинный класс в нашем примере принято обогащать отсадкой. Дополнительный выход шламов в процессе отсадки определяется исходя из процента шламообразования по таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Нормы шламообразования при обогащении углей /1/

Операция	**Машинный класс, мм**	**Выход шламов, д. ед., при выходе класса 1-0 мм в исходной шихте, %**		
		>20	**10-20**	**<10**
Отсадка крупного угля	>8	0,05	0,03	0,015
Отсадка мелкого угля	<8	0,11-0,15	0,06-0,10	0,03-0,05
Дробление промпродукта	13-100	0,09-0,10	0,06-0,08	0,04-0,05

Допустим, содержание класса 1-0 мм в шихте 11,89 %, тогда из таблицы 6.2 выход шламов от угля, поступающего на отсадку крупного зерна, равен 0,03 д. ед., следовательно, выход крупного машинного класса без шламов составит (1-0,03)=0,97 д. ед. от выхода этого класса к исходной шихте. Для расчёта выхода КМК без шламов (столбец (*7*)) значения в столбце (*6*) умножаем на коэффициент 0,97.

Делаем расчет выходов отдельных фракций машинного класса к исходной шихте, умножая выход элементарных фракций на 0,97. Данные расчетов заносим в таблицу 6.1, столбец (*7*).

Выход вторичных шламов рассчитывают как разницу между выходом класса к ИШ и выходом с учётом шламообразования, то есть как разницу столбцов (*6*) и (*7*) по строке «Итого». Полученное значение записывают в столбец (*7*) в графу «*вторичные*». Зольность вторичных шламов (*8*) равна зольности обогащаемого класса крупности. Общий выход первичных и вторичных шламов суммируется, зольность рассчитывается как средневзвешенное значение.

Строка «Всего» рассчитывается как сумма строк «Итого» в столбце (*7*) и как средневзвешенное в столбце (*8*).

Для схемы по *версии А* предусмотрено обесшламливание дробленого продукта совместно с мелким машинным классом, следовательно, расчет таблицы 6.3 осуществляется после расчета ожидаемых результатов обогащения крупного машинного класса.

Пример расчёта операции «Обесшламливание» для *версии А* рассмотрен в соответствующем подпункте п. 6.2.

Обесшламливание (для версии Б)

Для *версии Б* ход расчёта операции «Обесшламливание» описан ниже. Расчёт выполняют в виде таблицы 6.3.

Таблица 6.3 – Фракционный состав ММК (13-1 мм) с учетом эффективности грохочения и шламообразования

Плотность фракции, кг/м^3	**ММК**		
	выход, %		**зольность, %**
	к ИШ	**к ИШ с учетом шламообразования**	
1	***2***	***3***	***4***
<1300	26,47	24,87	5,43
>2000	2,57	2,39	84,94
Итого	***50,70***	***47,15***	***22,16***
Шламы:			
первичные		*4,28*	*18,82*
вторичные		*3,55*	*22,16*
Итого		***7,83***	***20,33***
Всего		***54,98***	***21,90***

Пояснения к расчёту таблицы 6.3

Определим выход и зольность мелкого машинного класса. Для этого переписываем фракционную характеристику мелкого машинного класса, причем выход всех фракций, как и общий выход к шихте, уменьшаем на величину $(1–E_1)\cdot\gamma_{13\text{-}1}$, значение выхода записываем в столбец (*2*), зольности – в столбец (4).

Столбец (*3*) рассчитывают с учётом норм шламообразования (см. таблицу 6.2), для приведённого примера шламообразование при

отсадке мелкого угля составит 0,07 д. ед., следовательно, выход класса составляет 0,93 д. ед. от выхода класса к исходной шихте.

Обесшламливание производят на дуговых ситах, которые часто являются загрузочными устройствами (УЗ) отсадочных машин. Обозначим эффективность грохочения в операции обесшламливания E_2. Для дуговых сит величина E_2=0,6 д. ед.

Тогда выход первичных шламов, переходящих из исходной шихты в ММК, рассчитывают, %:

$$\gamma_{\text{шл. I}} = E_1 (1 - E_2)\gamma_{1\text{-}0\ \text{ИШ}}.$$

Выход вторичных шламов рассчитывают так же, как и для крупного машинного класса.

Общий выход первичных и вторичных шламов суммируется, зольность шламов рассчитывается как средневзвешенное значение.

Строка «Всего» рассчитывается как сумма строк «Итого» в столбце (*3*) и как средневзвешенное в столбце (*4*).

Значения выхода и зольности, записанные в строке «Всего», соответствуют надрешётному продукту. Выход подрешётного продукта $\gamma_{\text{шл (1-0)}}$ рассчитывают как разницу между выходом питания операции «Обесшламливание» и выхода ММК, зольность шламов рассчитывают по балансу.

6.2. Расчет основных операций

Отсадка машинных классов

Результаты разделения гидравлической отсадкой машинных классов рассчитываются по общему алгоритму, описанному ниже. Для *версии А* перед расчётом отсадки мелкого машинного класса следует выполнить расчёт операций дробления промпродукта и обесшламливания.

Расчет основных операций начинают с расчета операции обогащения крупного машинного класса с тем, чтобы определить выход крупного промпродукта. При расчете основных операций учитывается несовершенство обогатительных аппаратов, т. е. взаимозасоряемость продуктов обогащения.

При расчете схемы обогащения наибольшую трудность вызывает определение оптимальных режимов обогатительных операций. Эту задачу целесообразно решать с использованием ПК, например, в среде MS Excel.

За основу расчета вероятностного распределения отдельных фракций по плотности между продуктами обогащения принимаем кривые разделения Тромпа /1/.

Извлечение отдельных фракций в концентрат и породу (в долях единицы) рассчитывается по интегралу вероятности Гаусса:

$$F(x)=\left(\sqrt{2\pi}\right)^{-1}\int_{-\infty}^{x}e^{-\frac{x}{2}}dx, \qquad (6.1)$$

где e – основание натурального логарифма; x – случайная величина (ошибка), определяется исходя из среднего вероятного отклонения E_{pm} и погрешности разделения J, значения которых определяют в зависимости от принятого метода обогащения и крупности машинного класса.

В настоящей курсовой работе предусмотрено обогащение гидравлической отсадкой, поэтому в расчёте используется лишь погрешность разделения J, величина которой одинакова для концентрата и породы. Величина x при обогащении в водной среде определяется как

$$x=\lg\left(\left(\rho_{р\,к(п)}-1000\right)/\left(\rho_{ср}-1000\right)\right)\cdot\left(0{,}675/\lg\left(J+\sqrt{J^2+1}\right)\right), \qquad (6.2)$$

где $\rho_{р\ к(п)}$ – плотность разделения концентрата (породы), кг/м^3 (принимается по таблице 4.6); $\rho_{ср}$ – средняя плотность фракций, определяемая как среднеарифметическое между граничными значениями плотности во фракции, кг/м^3; J – погрешность разделения в аппаратах для гидравлической отсадки. Значения J принимаются по таблице 6.4 в зависимости от категории обогатимости угля и крупности обогащаемого класса. Результаты расчетов заносят в таблицу 6.5.

Таблица 6.4 – Величины J для отсадочных машин

Категория обогатимости угля	**Класс крупности, мм**	
	13-100	**1-13**
Легкая	0,12	0,14
Средняя	0,13	0,16
Трудная	0,15	0,18
Очень трудная	0,16	0,20
Исключительно трудная	0,17	0,22
Сверхтрудная	0,18	0,24

Значения интеграла вероятности Гаусса при различных значениях x приведены в приложении Д.

Таблица 6.5 – Расчет отсадки крупного машинного класса, J=0,15 (обогатимость трудная)

Средняя плотность фракции $\rho_{ср}$, кг/м^3	Исходный		Концентрат (при $\rho_к$=1350 кг/м^3)				Промпродукт (при $\rho_п$=1925 кг/м^3)				Порода	
	выход к шахте, %	зольность, %	x	$F(x)$	выход к шахте, %	зольность, %	x	$F(x)$	выход к шахте, %	зольность, %	выход к шахте, %	зольность, %
1250	14,11	5,50	1,52	0,9357	13,21	5,50	5,91	1,0000	0,91	5,50	0,00	5,50
1350	9,21	8,82	0,00	0,5000	4,61	8,82	4,39	1,0000	4,61	8,82	0,00	8,82
1450	1,90	19,45	-1,14	0,1271	0,24	19,45	3,25	0,9994	1,66	19,45	0,00	19,45
1550	1,16	29,08	-2,04	0,0207	0,02	29,08	2,35	0,9906	1,13	29,08	0,01	29,08
1700	1,07	41,80	-3,13	0,0009	0,00	41,80	1,26	0,8962	0,96	41,80	0,11	41,80
1900	6,65	69,60	-4,27	0,0010	0,01	69,60	0,12	0,5478	3,64	69,60	3,00	69,60
2000	2,18	85,67	-4,74	0,0000	0,00	85,67	-0,35	0,3632	0,79	85,67	1,39	85,67
Итого	**36,29**	**25,46**	-	-	**18,08**	**6,57**	-	-	**13,69**	**34,48**	**4,52**	**73,75**

Пояснения к расчёту таблицы 6.5

В таблице 6.5 приводятся все продукты, участвующие в операции отсадки: исходный, концентрат, промпродукт и порода.

Полагаем, что при отсадке шламы, присутствующие в исходном для отсадки продукте, полностью переходят в концентрат, поэтому в столбцы, относящиеся к исходному продукту, записывают данные, получаемые при расчёте таблицы 6.1: «выход к ИШ с учетом шламообразования» и «зольность», столбцы (*7*) и (*8*) соответственно.

Разделение исходного продукта происходит в двух отделениях отсадочной машины. В породном отделении выделяют породу по заданной граничной плотности разделения для породы ($\rho_{р\ п}$), в промпродуктовом отделении происходит разделение на промпродукт и концентрат по заданной граничной плотности разделения для породы ($\rho_{р\ к}$). При разделении полагаем, что зольности фракций по плотности получаемых продуктов равны зольностям тех же фракций исходного продукта.

Долю от исходного продукта, переходящего в концентрат, для каждой фракции определяют по величине интеграла вероятности Гаусса. Графическое описание интегральной зависимости вероятности распределения Гаусса приведено на рисунке 6.1.

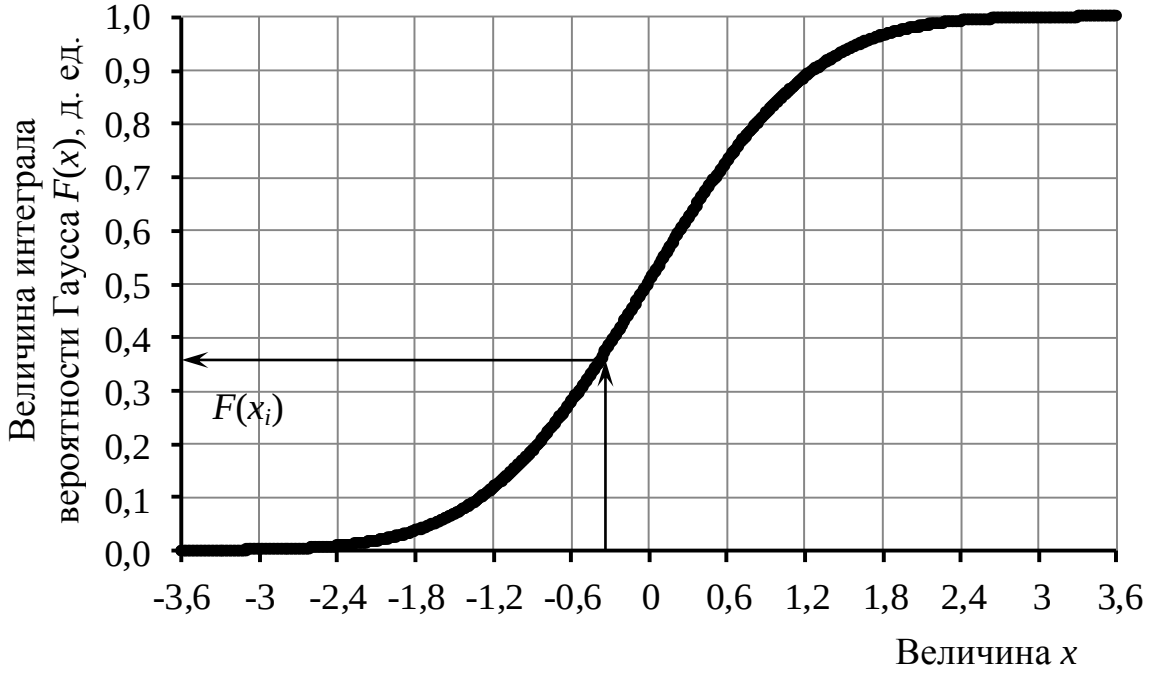


Рисунок 6.1 – Интегральная зависимость вероятности распределения Гаусса

Величину x рассчитывают по формуле (6.2) для всех фракций по плотности для концентрата и промпродукта при соответствующих значениях граничной плотности разделения. По приложению Д определяют величину интеграла вероятности Гаусса, полученное значение записывают в соответствующую ячейку таблицы 6.5, если значение величины x находится вне диапазона -3,6÷3,6, то значения $F(x)$ при $x > 3{,}6$ заменяют на 1, а значения $F(x)$ при $x < -3{,}6$ – на 0.

Выходы фракций концентрата, промпродукта и породы рассчитывают по формулам:

$$\gamma_{j\,к} = \gamma_{j\,исх} \cdot F(x_{j\,к});$$

$$\gamma_{j\,пп} = (\gamma_{j\,исх} - \gamma_{j\,к}) F(x_{j\,пп});$$

$$\gamma_{j\,п} = \gamma_{j исх} - \gamma_{jк} - \gamma_{j\,пп},$$

где $x_{j\,к}$ – величина, определяемая по формуле (6.2), для плотности разделения $\rho_к$ каждой j-ой фракции; $x_{j\,пп}$ – величина для плотности разделения $\rho_п$ каждой j-ой фракции.

Зольности для каждого из полученных продуктов рассчитывают как средневзвешенное значение по всем фракциям этого продукта и записывают в строке «Итого». Например, зольность концентрата

$$A^d_к = \frac{\sum_{j=1}^{j=7} \left(\gamma_{j\,к} \cdot A^d_j\right)}{\sum_{j=1}^{j=7} \gamma_{j\,к}} = \frac{13{,}21 \cdot 5{,}50 + \ldots + 0{,}00 \cdot 85{,}67}{18{,}08} = 6{,}57\,\%.$$

Расчёт отсадки, как крупного, так и мелкого классов, может быть выполнен неоднократно.

При выполнении расчёта процесса отсадки необходимо добиться оптимальных условий разделения продуктов:

$$C_к \gamma_к + C_{пп} \gamma_{пп} \rightarrow \max;$$

$$A^d_{пп\,min} \le A^d_{пп} \le A^d_{пп\,max}; \quad A^d_к \le A^d_{к\,зад}; \quad A^d_х \ge A^d_{п\,зад}.$$

где $C_к$, $C_{пп}$ – весовые коэффициенты, учитывающие условную стоимость продуктов (например, $C_к$=1, $C_{пп}$=0,3); заданные зольности концентрата, породы и диапазон изменения зольности промпродукта приведены в задании на курсовую работу (приложение А).

В общем случае достаточно добиться зольности, близкой к зольности концентрата машинного класса, принятой при составлении теоретического баланса (см. таблицу 4.7).

Для достижения результата расчёт выполняется для нескольких вариантов граничной плотности разделения, отправной точкой явля-

ется значение граничной плотности, определённое по кривым обогатимости для концентрата и породы (см. таблицу 4.6).

Дробление промпродукта

Для схемы по *версии А* предусмотрено дробление промпродукта с целью раскрытия сростков и доведения крупного промпродукта до крупности мелкого машинного класса для совместного их обогащения отсадкой.

На дробление направляют крупный промпродукт, полагая, что шламов в нём нет. Операция дробления преобразует фракционный состав продукта, поэтому необходимо определить фракционный состав крупного промпродукта после дробления. Зольность фракций до и после операции дробления остаётся неизменной.

Расчёт осуществляют в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Фракционный состав промпродукта

Плотность фракции, кг/м^3	**До дробления, %**		**После дробления, %**				
			выход				**зольность**
	выход к ИШ	**зольность**	**уг. фр.**	**пор. фр.**	**пп. фр.**	**дроблёного**	
<1300	0,91	5,50	0,91	0	0,00	2,25	5,50
1300-1400	4,61	8,82	4,61	0	0,00	4,61	8,82
1400-1500	1,66	19,45	0,68	0,14	0,84	0,84	19,45
1500-1600	1,13	29,08	0,40	0,17	0,56	0,56	29,08
1600-1800	0,96	41,80	0,26	0,22	0,48	0,48	41,80
1800-2000	3,64	69,60	0,00	3,64	0,00	3,64	69,60
>2000	0,79	85,67	0,00	0,79	0,00	1,32	85,67
Итого	**13,70**	**34,48**	–	–	–	**13,70**	**34,48**

Пояснения к расчёту таблицы 6.6

Операция дробления промпродукта предназначена для раскрытия сростков. Дроблёный продукт будет состоять из угольной, породной и промпродуктовой фракций.

Фракции промпродукта до дробления с плотностью меньше 1400 кг/м^3 после дробления полностью переходят в угольную фракцию, а фракции с плотностью больше 1800 кг/м^3 полностью переходят в породную фракцию.

Основная часть сростков находится во фракциях с плотностями более 1400 и менее 1800 кг/м^3, после дробления сростки этих фракций перераспределяются между угольной и породной фракциями, некоторое количество сростков остаётся в промпродуктовой фракции.

Коэффициент раскрытия сростков при дроблении крупного промпродукта составляет 0,5 /1/.

Выходы получаемых после дробления фракций рассчитывают по формулам:

Угольная фракция $$\gamma_{j\ \text{уг.фр.}} = 0{,}5\gamma_{j\ \text{пп}} \frac{A^{\underline{d}}_{>2000} - A^{\underline{d}}_{j}}{A^{\underline{d}}_{>2000} - A^{\underline{d}}_{<1300}},$$

Породная фракция $$\gamma_{j\ \text{пор. фр.}} = 0{,}5\ \gamma_{j\ \text{пп}} - \gamma_{j\ \text{уг. фр.}}$$

Промпродуктовая фракция $$\gamma_{j\ \text{пп. фр.}} = \gamma_{j\ \text{пп}} - \gamma_{j\ \text{уг. фр.}} - \gamma_{j\ \text{пор. фр.}}$$

На примере фракции 1400-1500 кг/м^3 рассмотрим перераспределение сростков в операции дробления.

Выход угольной фракции

$$\gamma_{1400\text{–}1500\text{уг.фр.}} = 0{,}5\gamma_{1400\text{–}1500\text{пп}} \frac{A^{\underline{d}}_{>2000} - A^{\underline{d}}_{1400\text{–}1500}}{A^{\underline{d}}_{>2000} - A^{\underline{d}}_{<1300}} =$$

$$\gamma_{1400\text{–}1500\text{уг.фр.}} = 0{,}5 \cdot 1{,}66 \frac{85{,}67 - 19{,}45}{85{,}67 - 5{,}50} = 0{,}68\ \%.$$

Выход породной фракции

$$\gamma_{1400\text{-}1500\ \text{пор. фр.}} = 0{,}5\ \gamma_{1400\text{-}1500\ \text{пп}} - \gamma_{1400\text{-}1500\ \text{уг. фр.}} =$$
$$= 0{,}5 \cdot 1{,}66 - 0{,}68 = 0{,}14\ \%.$$

Выход промпродуктовой фракции:

$$\gamma_{1400\text{-}1500\ \text{пор. фр.}} = \gamma_{1400\text{-}1500\ \text{пп}} - \gamma_{1400\text{-}1500\ \text{уг. фр.}} - \gamma_{1400\text{-}1500\ \text{пор. фр.}} =$$
$$= 1{,}66 - 0{,}68 - 0{,}14 = 0{,}84\ \%.$$

Полагается, что после дробления раскрытые угольные фракции из промежуточных фракций (1400-1800 кг/м^3) объединяются с самой лёгкой фракцией, раскрытые породные фракции – с самой тяжёлой, промпродуктовые фракции переходят в промежуточные фракции дроблёного промпродукта.

Полученный дроблёный продукт объединяется с подрешётным классом грохота и совместно обесшламливается.

Обесшламливание (для версии А)

Расчёт операции обесшламливания осуществляют с учётом эффективности грохочения на дуговом сите и норм шламообразования

при дроблении и последующем обогащении мелкого машинного класса.

Обесшламливание производят на дуговых ситах, которые часто являются загрузочными устройствами (УЗ) отсадочных машин. Обозначим эффективность грохочения в операции обесшламливания E_2. Для дуговых сит E_2=0,6 д. ед.

По таблице 6.2 принимают норму шламообразования при отсадке мелкого машинного класса и при дроблении крупного промпродукта. Расчёт ведут в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Фракционный состав ММК (13-1 мм) с учетом эффективности грохочения на дуговом сите и шламообразования

Плотность фракции, кг/м^3	**Дроблёный промпродукт**		**Класс 13-1 мм**		**ММК**		
					выход, %		
	выход к ИШ, %	**зольность, %**	**выход к ИШ, %**	**зольность, %**	**к ИШ**	**к ИШ с учетом шламообразования**	**зольность, %**
1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***
<1300	2,25	5,50	26,74	5,43	28,99	26,68	5,44
…	…	…	…	…	…		
>2000	1,32	85,67	2,57	84,94	3,89	3,58	85,19
Итого	***13,70***	***34,48***	***50,70***	***22,16***	***64,40***	***59,24***	***24,78***
				Шламы:			
				первичные		*4,28*	*18,82*
				дробления		*0,38*	*34,48*
				вторичные		*5,15*	*24,78*
				Итого		***9,81***	***22,56***
				Всего		**69,06**	**24,46**

Примечание: в приведенном примере принято: эффективность грохочения на дуговом сите – 0,6 д. ед.; шламообразование при дроблении крупного промпродукта – 0,07 д. ед.; шламообразование при отсадке мелкого класса – 0,08 д. ед.; количество первичных шламов (класс 1-0 мм) в исходной шихте равно 11,89 %, а зольность – 18,82 %.

Пояснения к расчёту таблицы 6.7

Фракционную характеристику дроблёного промпродукта переписывают из таблицы 6.6, а фракционную характеристику подрешётного продукта грохота (класс 13-1 мм) – из таблицы 4.2 «Развёрнутая

фракционная характеристика ММК», причём выход уменьшают с учётом эффективности грохочения (см. п. 6.1).

Выход ММК в исходной шихте, приведённый в столбце (*6*), рассчитывают как сумму выходов столбцов (*2*) и (*4*). Зольность в столбце (*8*) рассчитывают как средневзвешенное значение для дроблёного продукта и класса 13-1 мм.

Столбец (*7*) – выход ММК с учётом шламообразования рассчитывают так же, как рассмотрено в п. 6.1, приняв соответствующую мелкому классу норму шламообразования.

В мелкий класс перейдёт часть первичных шламов и часть шламов, образовавшихся при дроблении промпродукта.

Выход первичных шламов, переходящих из исходной шихты в ММК, рассчитаем с учётом эффективности грохочения на грохоте и на дуговом сите, %:

$$\gamma_{\text{шл. I}} = E_1 \cdot (1 - E_2) \cdot \gamma_{\text{1-0 ИШ}},$$

где $\gamma_{\text{1-0 ИШ}}$ – выход класса 1-0 мм в исходной шихте, %.

Выход шламов дробления, переходящих из промпродукта в ММК, %:

$$\gamma_{\text{шл. Д}} = n_{\text{ш Д}} (1 - E_2) \cdot \gamma_{\text{пп}},$$

где $\gamma_{\text{пп}}$ – выход крупного промпродукта, %, $n_{\text{ш Д}}$ – норма шламообразования при дроблении (принимается по таблице 6.2).

Выход вторичных шламов находят как разницу между выходом ММК к ИШ и выходом ММК к ИШ с учётом шламообразования.

Значения выхода и зольности, записанные в строке «Всего», соответствуют надрешётному продукту. Выход подрешётного продукта $\gamma_{\text{шл (1-0)}}$ рассчитывают как разницу между выходом питания операции «Обесшламливание» и выхода ММК, зольность шламов рассчитывают по балансу.

6.3. Расчет заключительных операций

Обезвоживание крупного концентрата на грохотах

Условно принимаем, что все шламы, поступающие в операцию обогащения крупного класса, после отсадки попадают в концентрат.

Поэтому выход и зольность концентрата после операции отсадки КМК рассчитывают по формулам:

$\gamma_{КМК\,к} = \gamma_к + \gamma_{шл\,КМК}$; $\quad A^{d}_{КМК\,к} = \dfrac{\gamma_к \cdot A^{d}_к + \gamma_{шл} \cdot A^{d}_{шл\,КМК}}{\gamma_{КМК\,к}}$,

где $\gamma_к$ – выход концентрата, получаемый после отсадки КМК, % (см. таблицу 6.5); $\gamma_{шл\,КМК}$ – выход шламов КМК, % (см. таблицу 6.1. «Итого шламов»); $A^{d}_к$, $A^{d}_{шл\,КМК}$ – зольности полученного после отсадки концентрата и шламов соответственно, %.

Полученный концентрат со шламами является питанием операции обезвоживания на грохотах, при этом шламы выделяются в подрешётный продукт, так называемые шламовые воды, а получаемый надрешётный продукт является конечным продуктом – крупным концентратом.

Шламы из крупного концентрата невозможно удалить полностью, в зависимости от эффективности грохота часть шламов останется в надрешётном продукте.

Эффективность грохочения обезвоживающего грохота 0,9 д. ед., следовательно, выход обезвоженного крупного концентрата рассчитывают как

$$\gamma_{КК} = \gamma_к + 0{,}1 \cdot \gamma_{шл.\,КМК},$$

а его зольность

$$A^{d}_{КК} = \left(\gamma_к \cdot A^{d}_к + 0{,}1 \cdot \gamma_{шл.\,КМК} \cdot A^{d}_{шл.\,КМК}\right) / \gamma_{КК}.$$

Так как обезвоживание крупного и мелкого концентрата осуществляется на аналогичном оборудовании, назовём подрешётный продукт обезвоживания КМК шламовыми водами 1, а ММК – шламовыми водами 2.

Определим количество шлама, удаляемого со шламовыми водами 1, %:

$$\gamma_{шв1} = \gamma_{шл.\,КМК} \cdot E_{ОГ},$$

где $\gamma_{шл.\,КМК}$ – выход шламов КМК (см. таблицу 6.1 «Итого шламов»); $E_{ОГ}$ – эффективность грохочения обезвоживающего грохота принимаем равной 0,9 д. ед.

Зольность шламовых вод 1 соответствует зольности шламов КМК.

Обезвоживание мелкого концентрата

Обезвоживание мелкого концентрата осуществляется в две последовательные операции: на грохотах и в центрифугах. Обезвожива-

ние на грохотах рассчитывается аналогично обезвоживанию крупного концентрата. Зольность шламовых вод 2 соответствует зольности шламов ММК.

При обезвоживании в центрифугах условно принимаем, что весь шлам, попавший в концентрат после обезвоживания на грохоте, удаляется вместе с фугатом, поэтому выход и зольность обезвоженного мелкого концентрата соответствуют значениям, полученным при отсадке ММК, а остаток является фугатом:

$$\gamma_{\text{шл. фуг}} = \gamma_{\text{шл. ММК}} - \gamma_{\text{шв2}}.$$

Зольность фугата соответствует зольности шламов ММК.

Сгущение

Расчет операции сгущения шламов сводится к определению суммарного выхода всех шламов, поступающих в данную операцию, и их средневзвешенной зольности. Результаты сводятся в таблицу 6.8. Условно принимаем, что весь шлам при сгущении уходит в сгущенный продукт, а слив не содержит твердых частиц.

Зольность шламовых вод соответствует зольности удаляемых шламов КМК и ММК. Зольность фугата равна зольности шламовых вод 2. Зольность сгущаемых шламов рассчитывается как средневзвешенное.

Таблица 6.8 – Сводная таблица шламов, поступающих на сгущение

Наименование продукта по схеме	**Выход к шихте, %**	**Зольность, %**
Шлам 1-0 мм	$\gamma_{\text{шл (1-0)}}$	$A^{d}_{\text{шл. (1–0)}}$
Шламовые воды 1	$\gamma_{\text{шв1}}$	$A^{d}_{\text{шл. КМК}}$
Шламовые воды 2	$\gamma_{\text{шв2}}$	$A^{d}_{\text{шл. ММК}}$
Фугат	$\gamma_{\text{шл. фуг}}$	$A^{d}_{\text{шл. ММК}}$
Всего шламов:	$\Sigma\gamma$	$A^{d}_{\text{шл. срв}}$

Флотация шламов

Шламы после сгущения поступают в операцию обогащения флотацией. Принимаем только основную флотацию. Расчет этой операции сводится к определению выхода концентрата и хвостов по уравнениям баланса:

$$\gamma_{\text{к}} + \gamma_{\text{хв}} = \gamma_{\text{исх}};$$

$$\gamma_{\text{к}} \cdot A^{d}_{\text{к}} + \gamma_{\text{хв}} \cdot A^{d}_{\text{хв}} = \gamma_{\text{исх}} \cdot A^{d}_{\text{исх}}.$$

Зольность концентрата назначается в диапазоне 8-10 %, но не менее зольности концентратов, получаемых при обогащении машинных классов. Зольность хвостов назначается в диапазоне 70-75 %.

6.4. Составление практического баланса продуктов обогащения

При расчёте качественно-количественной схемы целесообразно параллельно с расчётом операций составлять общую таблицу, вид которой представлен в таблице 6.9.

Расчёт в таблице выполняется слева направо, сначала заполняются данные для части «ПОСТУПАЕТ», затем в части «ВЫХОДИТ» заполняют данные для известного продукта, а неизвестный рассчитывают по разнице между строкой «Итого» и соответствующими значениями в известном продукте. Например, в операции «Грохочение» известным является класс 100-13 мм (КМК) – его выход и зольность соответствуют значениям «Всего» в таблице 6.1. В операции «Обесшламливание» известным является ММК – его выход и зольность соответствуют значениям «Всего» в таблице 6.3 для *версии Б* или таблице 6.7 для *версии А*.

В операциях отсадки КМК и ММК в части «ВЫХОДИТ» заполняют данные о породе и промпродукте, перенося их из таблиц «Расчёт отсадки МК», выход и зольность концентрата заполняют с учётом шламов, переходящих в концентрат, а рассчитывают строку «Итого» в качестве проверки.

В операции «Сгущение» для продукта «Слив» в строке значений проставляют нули, так как слив не содержит твёрдых частиц.

Для окончательного расчета таблицы 6.9 необходимо рассчитать часовую производительность фабрики /2/ или /1/:

$$Q_{\text{ч}} = \frac{Q_{\text{г}}}{n \cdot m \cdot k_{\text{в}}} \cdot k_{\text{н}},$$

где $Q_{\text{г}}$ – годовая производительность (по заданию), т/год; n – количество рабочих дней в году, для углеобогатительных фабрик принято 300 дней; m – количество чистого времени работы оборудования в сутки, для углеобогатительных фабрик принято 20 часов; $k_{\text{в}}$ – коэффициент использования оборудования $k_{\text{в}}$=0,685; $k_{\text{н}}$ – поправочный коэффициент, $k_{\text{н}}$=1,15.

Производительность (т/ч) по каждому продукту рассчитывают как

$$Q_i=\gamma_i Q_{\text{ч}}/100.$$

Таблица 6.9 – Результаты расчёта качественно-количественной схемы

ПОСТУПАЕТ				ВЫХОДИТ			
Наименование продукта	**Производительность, т/ч**	**Выход, %**	**Зольность, %**	**Наименование продукта**	**Производительность, т/ч**	**Выход, %**	**Зольность, %**
ГРОХОЧЕНИЕ							
Исходная шихта		100,00	$A^d_{исх.ш.}$	1. Класс 100-13 мм (КМК)			
				2. Класс 13-0 мм			
Итого:		**100,00**	$A^d_{исх.ш.}$	**Итого:**			
ОТСАДКА КРУПНОГО МАШИННОГО КЛАССА							
1. Класс 100-13 мм (КМК)				3. Крупный концентрат			
				1. Крупный промпродукт			
				5. Крупная порода			
Итого:				**Итого:**			
ДРОБЛЕНИЕ КРУПНОГО ПРОМПРОДУКТА							
4. Крупный промпродукт **Итого:**				**6.** Дроблёный промпродукт **Итого:**			
ОБЕСШЛАМЛИВАНИЕ							
2. Класс 13-0 мм 6. Дроблёный промпродукт				7. ММК 8. Шлам 1-0 мм			
Итого:				**Итого:**			
ОТСАДКА МЕЛКОГО МАШИННОГО КЛАССА							
7. ММК				9. Мелкий концентрат			
				10. Промпродукт			
				11. Мелкая порода			
Итого:				**Итого:**			
.... и т. д.							

По окончании всех расчетов составляют таблицу 6.10 с практическим балансом продуктов обогащения.

Таблица 6.10 – Практический баланс продуктов обогащения

Продукты	**Выход**		**Зольность, %**
	%	**т/ч**	
Концентраты: крупный мелкий флотации			
Итого концентрата:			
Промпродукт (мелкий)			
Порода: крупная мелкая хвосты флотации			
Итого хвостов:			
Всего:	**100,00**	$\boldsymbol{Q_ч}$	$A^{d}_{\text{шихты}}$

Средневзвешенная зольность всех конечных продуктов обогащения, рассчитанная в практическом балансе (строка «Всего»), должна быть равна зольности исходной шихты (см. таблицу 2.1).

7. РАСЧЕТ ВОДНО-ШЛАМОВОЙ СХЕМЫ

Расчет водно-шламовой схемы осуществляется с целью определения общего расхода воды, необходимого для осуществления технологического процесса обогащения угля, удельного расхода воды, расхода свежей воды, а также для расчета объемов пульпы различных продуктов, протекающих через машины и аппараты. Последние данные используются при расчете количества машин и аппаратов, необходимых для осуществления принятой схемы обогащения.

Водно-шламовую схему рассчитывают на основании данных расчета качественно-количественной схемы обогащения (см. таблицу 6.9), в которой производительность (Q_i, т/ч) приведена по сухой массе угля.

При расчете водно-шламовой схемы используют следующие обозначения:

Q – количество продукта по сухой массе угля, т/ч;
W – количество воды, поступающей с продуктом, м^3/ч;

R – отношение жидкого к твёрдому в операции или продукте, численно равное отношению процента жидкого к проценту твёрдого;

V – объем пульпы, м^3/ч;

L – количество воды, добавляемое в операцию, м^3/ч;

ρ – плотность твердого в продукте, соответствует средней плотности фракции, т/м^3.

Основные соотношения для любого продукта:

$$W = R \cdot Q; \qquad (7.1)$$

$$V = W + Q/\rho = Q \cdot (R + 1/\rho). \qquad (7.2)$$

Величина ρ рассчитывается как средневзвешенная плотность продукта по фракционной характеристике этого продукта:

$$\rho_{ср} = \frac{\sum \gamma_j \cdot \rho_{j\,ср}}{\sum \gamma_j},$$

где $\rho_{j\,ср}$ – среднеарифметическая плотность фракции, т/м^3.

Для расчета водно-шламовой схемы следует принять исходные данные по разжижению или влажности отдельных продуктов обогащения, а также по удельным расходам воды в отдельных операциях.

В таблицах 7.1-7.3 приведены ориентировочные величины влажности некоторых продуктов обогащения, нормы расхода свежей и оборотной воды, подаваемой дополнительно в операции /1, 2/.

Расчет водно-шламовой схемы осуществляется в таблице 7.4. Расчёт таблицы начинают с заполнения граф, содержащих информацию о количестве продукта по сухой массе угля. Далее по данным таблицы 7.1 заполняют графы «Массовая доля жидкого» (Ж, %) для тех продуктов, где это известно, и рассчитывают массовую долю твёрдого (Т, %) и R, как отношение массовой доли жидкого к массовой доле твёрдого. Затем по формуле (7.1) определяют количество воды в продукте и по формуле (7.2) рассчитывают объём продукта.

Заполнение таблицы 7.4 осуществляют пооперационно, слева направо, начиная расчёт с части «ПОСТУПАЕТ». В каждой операции в первую очередь рассчитывают продукты с известной влажностью, затем определяют количество воды, дополнительно подаваемой в операцию, продукт с неизвестной влажностью, находящийся в части «ВЫХОДИТ», рассчитывают по разнице строки «Итого» и соответствующих значений известного продукта.

Таблица 7.1 – Влажность продуктов обогащения, %

Продукт, крупность	**Аппарат для обезвоживания**	**Влажность**
Надрешетный продукт, +10 (13) мм	Грохот (мокрое грохочение)	30-40
Обесшламленный продукт:		
+13 мм	Грохот	7-8
0-13 мм		18-20
Крупный концентрат, +8 мм	Грохот	7-9
	Бункер	6-7
Мелкий концентрат, 0-8 мм	Элеватор	18-20
	Бункер	11-13
	Грохот	
	щель 1 мм	15-16
	щель 0,5 мм	17-18
	Центрифуга	7-9
Промпродукт +8 (13) мм	Элеватор	12-14
0-8 (13) мм	Элеватор	18-20
	Центрифуга	8-9
Порода	Бункер	11-14
	Элеватор	13-25
Шлам 0-2 мм	Грохот (щель 0,5 мм)	23-27
	Центрифуга	23-24
0-1 мм	Центрифуга	23-27
	Вакуум-фильтр	20-23
Угольный флотоконцентрат	Вакуум-фильтр	20-23
	Центрифуга	26-29
Флотационные хвосты	Центрифуга	26-29
Шлам наружных отстойников	Отстойники	25-35
Кек пресс-фильтров	Пресс-фильтр	13-18

Примечание: чем больше плотность, тем больше значение влажности.

Таблица 7.2 – Расход свежей и оборотной воды при обогащении угля

Операция	Расход воды, $м^3/т$	
	свежей	оборотной
Обесшламливание перед отсадкой	-	1,0-2,5
Отсадка угля		
крупного	-	5-6
мелкого	-	4,5-5
неклассифицированного	-	3,0-4,5
контрольного	-	4,5-5,0
Обезвоживание на грохотах		
крупного концентрата	до 0,25	-
мелкого концентрата	0,2-0,3	-
шлама	0,3-1,0	-
Флотоконцентрат (смыв в основной флотации)	1,5-2,0	-
Общий удельный расход воды по фабрике	6,0-9,0	

Таблица 7.3 – Содержания твердого по массе в питании операций и продуктах, %

Операция	Содержание твердого в пульпе (продукте)
Отсадка	30-40
Основная флотация шламов	20-25
Фильтрование флотационных угольных концентратов без предварительного сгущения	30-40
Центрифугирование мелкого угольного концентрата	80-85
Сгущенный продукт при сгущении угольных шламов	25-35

На фабрике принимаем замкнутый цикл водно-шламового хозяйства, при котором свежую воду подают на ополаскивание концентратов в операциях обезвоживания на грохотах и в операцию флотации, в остальные операции подают оборотную воду, получаемую из слива сгустителя.

На основании таблицы 7.4 составляют баланс воды, в котором учитывают потери воды с продуктами обогащения, воду, подаваемую в операции, и воду, удаляемую из операций. Пример расчёта баланса воды приведён в таблице 7.5.

Таблица 7.4 – Результаты расчёта водно-шламовой схемы

ПОСТУПАЕТ								ВЫХОДИТ							
Наименование продуктов	Твёрдое		Жидкое		Всего	*R*	Объём	Наименование продуктов	Твёрдое		Жидкое		Всего	*R*	Объём
	Т, %	*Q*, т/ч	*Ж*, %	*W*, м³/ч	*Q+W*, т/ч	*Ж/Т*	*V*, м³/ч		*Т*, %	*Q*, т/ч	*Ж*, %	*W*, м³/ч	*Q+W*, т/ч	*Ж/Т*	*V*, м³/ч
ГРОХОЧЕНИЕ (мокрое)															
Исходная шихта	93,00	489,66	7,00	36,86	526,52	0,08	374,51	1. Класс 100-13 мм	60,00	205,24	40,00	136,82	342,06	0,67	274,90
Вода оборотная	-	-	100,00	587,59	587,59	-	587,59	2. Класс 13-0 мм	36,84	284,42	63,16	487,62	772,05	1,71	683,99
Итого	***43,951***	***489,66***	***56,05***	***624,45***	***1114,11***	***1,28***	***962,10***	***Итого***	***43,95***	***489,66***	***56,05***	***624,45***	***1114,11***	***1,28***	***962,10***
ОТСАДКА КРУПНОГО МАШИННОГО КЛАССА															
1. Класс 100-13 мм	60,00	205,24	40,00	136,82	342,06	0,67	274,90	3. Конц. крупный	22,31	105,82	77,69	368,57	474,39	3,48	447,29
								4. Промпр. крупный	87,00	74,88	13,00	11,19	86,07	0,15	57,73
Вода оборотная	-	-	246,28	246,28	246,28	-	246,28	5. Порода крупная	88,00	24,54	12,00	3,35	27,88	0,14	16,16
Итого	***34,88***	***205,24***	***65,12***	***383,11***	***588,34***	***1,87***	***521,19***	***Итого***	***34,88***	***205,24***	***65,12***	***383,11***	***588,34***	***1,87***	***521,19***
ДРОБЛЕНИЕ ПРОМПРОДУКТА															
4. Промпр. крупный	87,00	74,88	13,00	11,19	86,07	0,15	57,73	6. Промпр. дроблёный	87,00	74,88	13,00	11,19	86,07	0,15	57,73
Итого	***87,00***	***74,88***	***13,00***	***11,19***	***86,07***	***0,15***	***57,73***	***Итого***	***87,00***	***74,88***	***13,00***	***11,19***	***86,07***	***0,15***	***57,73***
ОБЕСШЛАМЛИВАНИЕ															
2. Класс 13-0 мм	36,84	284,42	63,16	487,62	772,05	1,71	683,99	7. Класс 13-1 мм	80,00	...	20,00	...	...	...	...
6. Промпр. дроблёный	87,00	74,88	13,00	11,19	86,07	0,15	57,73	8. Класс 1-0 мм	...	...	...	...	...	...	...
Вода оборотная	-	-	100,00	359,30	359,30	-	359,30								
Итого	***29,51***	***359,30***	***70,49***	***858,11***	***1217,42***	***2,39***	***1101,02***	***Итого***	***29,51***	***359,30***	***70,49***	***858,11***	***1217,42***	***2,39***	***1101,02***
и т. д.															
ОБЕЗВОЖИВАНИЕ НА ГРОХОТЕ КРУПНОГО МАШИННОГО КЛАССА															
3. Конц. крупный	22,3	105,82	77,69	368,57	474,39	3,48	447,29	12. Конц. крупный	93,00	...	7,00	...	...	...	...
Вода свежая	-	-	100	21,16	21,16	-	21,16	13. Шламовые воды 1	...	...	...	...	...	...	...
Итого	***21,4***	***105,82***	***78,6***	***389,734***	***495,6***	***0,27***	***468,5***	***Итого***	***21,4***	***105,82***	***78,6***	***389,734***	***495,6***	***0,27***	***468,5***
и т. д.															

Таблица 7.5 – Баланс воды

ПОСТУПАЕТ		**ВЫХОДИТ**	
Наименование продукта или операции	**Расход воды *W*, м^3/ч**	**Наименование продукта или операции**	**Расход воды *W*, м^3/ч**
Исходная шихта	$W_и$	Концентрат крупный	
Мокрое грохочение		Концентрат мелкий	
Отсадка КМК		Концентрат флотации	
Обесшламливание		Промпродукт (мелкий)	
Отсадка ММК		Порода крупная	
Обезвоживание КМК		Порода мелкая	
Обезвоживание ММК		Хвосты флотации	
Флотация		Слив сгустителя	$W_{оборот}$
Всего:	***W***	**Всего:**	***W***

Используя данные таблицы 7.5, рассчитывают и фиксируют в тексте пояснительной записки следующие показатели:

– общий расход воды, м^3/ч:

$$W_{общ} = W - W_и,$$

где W – общее количество воды, поступающей в схему; $W_и$ – количество воды, поступающей с исходной шихтой;

– расход оборотной воды, м^3/ч:

$$W_{оборот} = W_{слив\ сгустителя};$$

– расход свежей воды, м^3/ч:

$$W_{свеж} = W_{общ} - W_{оборот};$$

– удельный расход оборотной воды, м^3/т:

$$q_{оборот} = W_{оборот}/Q_и,$$

где $Q_и$ – количество твёрдого, поступающего с исходной шихтой, т/ч;

– удельный расход свежей воды, м^3/т:

$$q_{свеж} = W_{свеж}/Q_и;$$

– общий удельный расход воды по фабрике, м^3/т:

$$q_{общ} = 1{,}1 \cdot (q_{оборот} + q_{свеж}).$$

Общий удельный расход воды по фабрике должен быть в пределах 6-9 м^3/т.

8. ВЫБОР И РАСЧЕТ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

При расчете количественной схемы обогащения был выбран тип обогатительного оборудования – отсадочные машины. Выбраны так-

же способы обезвоживания продуктов обогащения, а также способы предварительной классификации угля. Поэтому остается лишь выбрать типоразмеры каждой единицы оборудования и рассчитать количество, необходимое для выполнения операции. Для этого используются результаты расчета качественно-количественной и водно-шламовой схем.

При расчете оборудования рекомендуется применять коэффициент неравномерности нагрузки равный 1,15-1,25 /1/.

Расчет количества аппаратов и машин осуществляется в основном по удельным производительностям.

Удельные производительности (по твердому и пульпе), а также техническая характеристика машин и аппаратов приведены в работах /1, 3/. Этими данными и следует пользоваться при расчете количества оборудования. При этом следует выбирать наиболее производительные машины и аппараты, так чтобы количество машин для одной операции было минимальным и достаточным. Коэффициент загрузки желательно иметь в пределах 0,75-1,0.

9. СОСТАВЛЕНИЕ СХЕМЫ ЦЕПИ АППАРАТОВ ЦЕХА ГРАВИТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ

В курсовой работе необходимо привести описание схемы цепи аппаратов с указанием оборудования в соответствии с чертежом. В приложении Е (рисунки Е.1, Е.2) приведены условные обозначения основного и вспомогательного оборудования для цехов гравитационного обогащения.

Кроме того, составляется спецификация оборудования, помещаемая на чертёж или, при нехватке свободного места на чертеже, на отдельный лист.

Спецификация выполняется в виде таблицы с определёнными значениями ширины строк и столбцов (приложение Е, рисунок Е.3). В таблице каждому виду оборудования присваивается порядковый номер (графа «Поз.»), указывается его название, причём существительное ставится первым, например «Машина отсадочная», масса. В графе «Примечание» для конвейеров указывается ширина ленты, для грохотов – размер отверстий сит, для грузоподъёмного оборудования – грузоподъёмность.

Пример выполнения схемы цепи аппаратов приведён в приложении Ж (рисунок Ж.2).

Схема цепи аппаратов – это графическое изображение пути следования руды и продуктов обогащения через последовательно установленное технологическое оборудование с указанием также вспомогательного оборудования. Типы и количество оборудования должны быть изображены полностью, также приводятся данные по необходимому грузоподъёмному оборудованию.

Схема цепи аппаратов и спецификация оборудования помещаются на лист 2 графической части курсовой работы.

10. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа представляется на кафедру в виде сброшюрованной пояснительной записки, оформленной на листах формата А4.

Содержание пояснительной записки:

- титульный лист (приложение А, рисунок А.1);
- задание (см. приложение А, рисунок А.2);
- содержание;
- текстовая часть;
- графическая часть (лист 1 «Совмещённая качественно-количественная схема и водно-шламовая схема», лист 2 «Схема цепи аппаратов») оформляется на листах формата А3;
- список использованных источников.

Пояснительная записка (ПЗ) курсовой работы является официальным документом и оформляется по определенным правилам в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95.

Оформление заголовков, рисунков и таблиц следует выполнять так же, как в предлагаемом пособии.

1. Титульный лист выполняется по образцу на бумаге размером 297х210 мм (формат А4). Лицо, выполнившее работу, ставит подпись на титульном листе напротив своей фамилии и дату сдачи. Лицо, проверившее работу, также расписывается на титульном листе.

2. Первой страницей ПЗ является титульный лист. Лист с заданием является вторым. Номера страниц на первых двух листах не ставятся. В содержании записывают наименования основных разделов и подразделов, указывая их начальные страницы (листы).

3. ПЗ следует выполнять в машинописном виде, например в редакторе MS Word. Текст выполняется на русском языке, без грамматических и орфографических ошибок.

4. При оформлении в редакторе MS Word текст рекомендуется выполнять со следующими характеристиками:

– поля: левое – 25 мм, правое 15 – мм, верхнее и нижнее – 20 мм;

– гарнитура Times New Roman; кегль 14;

– междустрочный интервал: 1,15 (1,25);

– выравнивание текста по ширине, без переносов. Каждый новый абзац начинается с отступа 1,25 см.

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться без абзацного отступа со слова «где», двоеточие после него не ставится.

В формулах латинские буквы выполняются курсивом; греческие – обычным шрифтом. Нижний и верхний индексы – без пробела между ним и основной величиной. В индексах латинские буквы – курсивом; русские, греческие буквы и римские цифры – обычным шрифтом.

5. Номер страницы указывается внизу в центре. Нумерацию страниц начинают с цифры 3.

6. Текст разбивается на разделы, подразделы, пункты и т. д., которым присваивается порядковый номер (арабская цифра с точкой), причем подразделы обозначаются внутри своего раздела, пункты – внутри подраздела. Количество уровней пронумерованных заголовков не более трёх, при введении подпунктов номер им не присваивается, написание подпункта выполняют жирным курсивом с выравниванием по ширине.

Заголовки разделов выполняют прописными буквами, выделение жирным шрифтом. Допускается выравнивание по центру.

Заголовки подразделов выполняют жирным шрифтом с прописной строчными буквами.

Между заголовком раздела и заголовком подраздела/пункта и началом основного текста вводится пустая строка (12 пт). Выравнивание заголовков по ширине с абзацным отступом 1,25 см. Точки в конце заголовков и подзаголовков/пунктов не ставятся.

Если в тексте перечисляются какие-то условия, факторы и т. п.,

то они обозначаются арабскими цифрами с точкой или круглой скобкой либо маркерами.

7. Наименования разделов, подразделов, пунктов должны быть краткими, но ёмкими.

8. Наименования (термины), которые приводятся в тексте и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

9. В тексте ***не допускается***:

- применять математические знаки «-/+», следует писать «минус/плюс», кроме обозначений классов крупности;

- применять знак ∅, следует писать слово «диаметр»;

- употреблять математические знаки без цифр. Например, < (меньше или равно), > (больше или равно), ≠ (не равно), % (процент), ‰ (промилле), № (номер).

- применять различные научно-технические термины для одного и того же понятия;

- применять обозначения физических величин без цифр. Например, «...измеряется в м ...» вместо «...измеряется в метрах...»;

- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, пунктуации и государственными стандартами.

В документе следует применять стандартизированные единицы физических величин (в системе СИ). Наряду с единицами СИ при необходимости в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению. Например: «…1,5 т/м^3 (1,5 г/см^3)…». Применение в одном документе разных систем обозначения физических величин не допускается.

Числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и единиц счета от единицы до девяти – словами. Например: «… испытания ***пяти*** труб, каждая длиной ***10*** м; отобрать ***14*** труб…».

Если в документе приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же физической величине, то ее указывают после последнего числового значения: «…1,5; 1,7; 22,3 мм».

Недопустимо, чтобы числовое значение находилось на одной строке, а обозначение единицы физической величины этого числового значения – на другой.

10. Условные буквенные обозначения величин, а также условные графические обозначения должны соответствовать международным и

государственным стандартам.

11. Нельзя допускать в тексте бытовой путаницы в терминах: «вес» и «масса»; «удельный вес» и «плотность». Одни из них относятся к «силовой» характеристике, а другие – к качественно-количественной.

Безграмотно писать «5 тн», ибо правильное условное обозначение тонн – т.

12. Если в ПЗ используется материал из какой-либо книги, отчета и т. д., обязательно делается ссылка на источник в виде порядкового номера по списку использованных источников. Причем номер источника выделяется двумя косыми чертами либо квадратными скобками. Например, «...Как показано у Сидорова В. А. /10/, влияние на производительность...», «...По результатам опробования [6]...». Для всего документа следует избрать либо косые, либо скобки, использование того и другого одновременно недопустимо.

13. Иллюстративный материал (схемы, рисунки, таблицы) располагаются в тексте сразу же после первого упоминания их или на ближайшей странице.

14. Наименование схемы, рисунка делается под рисунком и располагается симметрично относительно поля рисунка. Под наименованием рисунка после двоеточия помещают расшифровку обозначений и поясняющие записи.

Рисунок вставляется после первого упоминания о нем в тексте. В тексте слово «рисунок» пишется полностью с указанием порядкового номера. Нумерация рисунков может быть сквозной по всему тексту ПЗ (при количестве рисунков в одном разделе не более трёх) либо сквозной по разделу. Во втором случае номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера рисунка, разделённых точкой, как в предлагаемом пособии.

Если на рисунке представлена какая-либо зависимость, следует полностью подписывать оси и выполнять оси и зависимости толще, чем вспомогательные линии.

При изображении на рисунке гранулометрической характеристики руды, построенной по результатам ситового анализа, ось абсцисс следует называть «Размер отверстий сит d, мм», во всех остальных случаях – «Крупность d, мм».

15. На все рисунки, таблицы в тексте должны быть ссылки типа: «…данные таблицы 2.3…»; «В соответствии с рисунком 1…»

16. Номер рисунков и таблиц обозначают арабскими цифрами. Нумерация рисунков, таблиц и формул в документе может быть как сквозной, так и по разделам. Сквозная нумерация уместна, если количество таблиц, формул и/или рисунков не более десяти на весь документ. Нумерация по разделам применяется в том случае, если в каждом разделе более трёх таблиц, формул и/или рисунков. В этом случае первая цифра означает номер раздела, вторая – порядковый номер рисунка, формулы или таблицы, начиная с 1. Например, пятая таблица во втором разделе отчета будет обозначена как «Таблица 2.5». Если таблица (рисунок) одна (один) на весь документ, то это «Таблица 1» («Рисунок 1»).

17. Оформление рисунков

17.1. ***Рисунки с изображением схем***

На технологических схемах операции обогащения указываются утолщенными линиями (так называемыми «полочками») с соответствующей краткой надписью. Нельзя заменять наименования операции какими-либо условными обозначениями. Допустимо полочку подчеркивать тонкой линией: *сплошной* для любых операций и *пунктирной* для операций грохочения, классификации. Длину полок следует выдерживать **одинаковой** по всей схеме.

Циклы (стадии) можно обозначать на принципиальных схемах с помощью полочек (как операции) или в виде прямоугольников, внутри которых помещается наименование цикла (стадии).

Поток продуктов указывают тонкими линиями, которые могут пересекаться только под прямым углом. Направление потоков обозначают стрелками. Место пересечения стрелок обозначается полукругом на горизонтальной стрелке.

Расположение продуктов разделительных операций должно быть однообразным в пределах одного рисунка: слева – концентрат, справа – хвосты и т. д.

17.2. ***Рисунки с изображением схемы цепи аппаратов***

Схема цепи аппаратов выполняется в виде условных обозначений оборудования. Масштаб изображения выбирается таким образом, чтобы заполнить не менее 70-75 % листа. Оборудование изображается соразмерно. Все единицы основного и вспомогательного оборудования (кроме грузоподъёмного) соединяются между собой стрелками.

18. Таблицы следует располагать в тексте сразу же после первого упоминания их или на следующей странице. В тексте слово

«таблица» пишется полностью с указанием порядкового номера. Заголовок таблицы выполняется без абзацного отступа с выравниванием «по ширине». Точка в конце заголовка не ставится. Между основным текстом, заголовком таблицы и самой таблицей – пустая строка. Размер шрифта в таблице должен быть меньше размера основного текста (например, основной текст – 14, в таблице – 13 (12) и меньше).

При переносе таблицы на следующую страницу пишется «Продолжение таблицы» и полностью переносится шапка. Если таблица заканчивается, пишется «Окончание таблицы» и также переносится шапка. Заголовки граф таблицы начинают с прописных букв. Недопустима графа (колонка) «№-№ п/п»; если необходимо, то в графе «Показатель» (т. е. в боковике) каждую строку начинают порядковым номером. Названия показателей в шапке (боковике) таблицы пишут полностью с указанием единиц измерения.

19. Приложения

В тексте на все приложения, если таковые имеются, должны быть ссылки.

Каждое приложение обозначается цифрами или заглавными буквами русского алфавита, начиная с А и исключая Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ъ, Ы. Возможно обозначение и буквами латинского алфавита (исключая I и O). Если приложение одно, то это приложение А.

Размещение приложений в конце документа и в порядке появления ссылок на них в тексте.

Каждое приложение начинается с новой страницы. Вверху помещается (по центру листа) слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» с последующей буквой.

Приложение должно иметь заголовок, записываемый симметрично по следующему тексту (строчными буквами).

20. Список использованных источников оформляется по следующему образцу. При заполнении списка рекомендуется алфавитный порядок источников.

Например:

1. Артюшин С. П. Проектирование углеобогатительных фабрик. – М.: Недра, 1974. – 204 с.
2. ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам»
3. http://www.nkmz.com

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артюшин С. П. Проектирование углеобогатительных фабрик. – М.: Недра, 1974. – 204 с.

2. Меринов Н. Ф. Гравитационные методы обогащения: методические указания по выполнению курсового проекта. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. – 40 с.

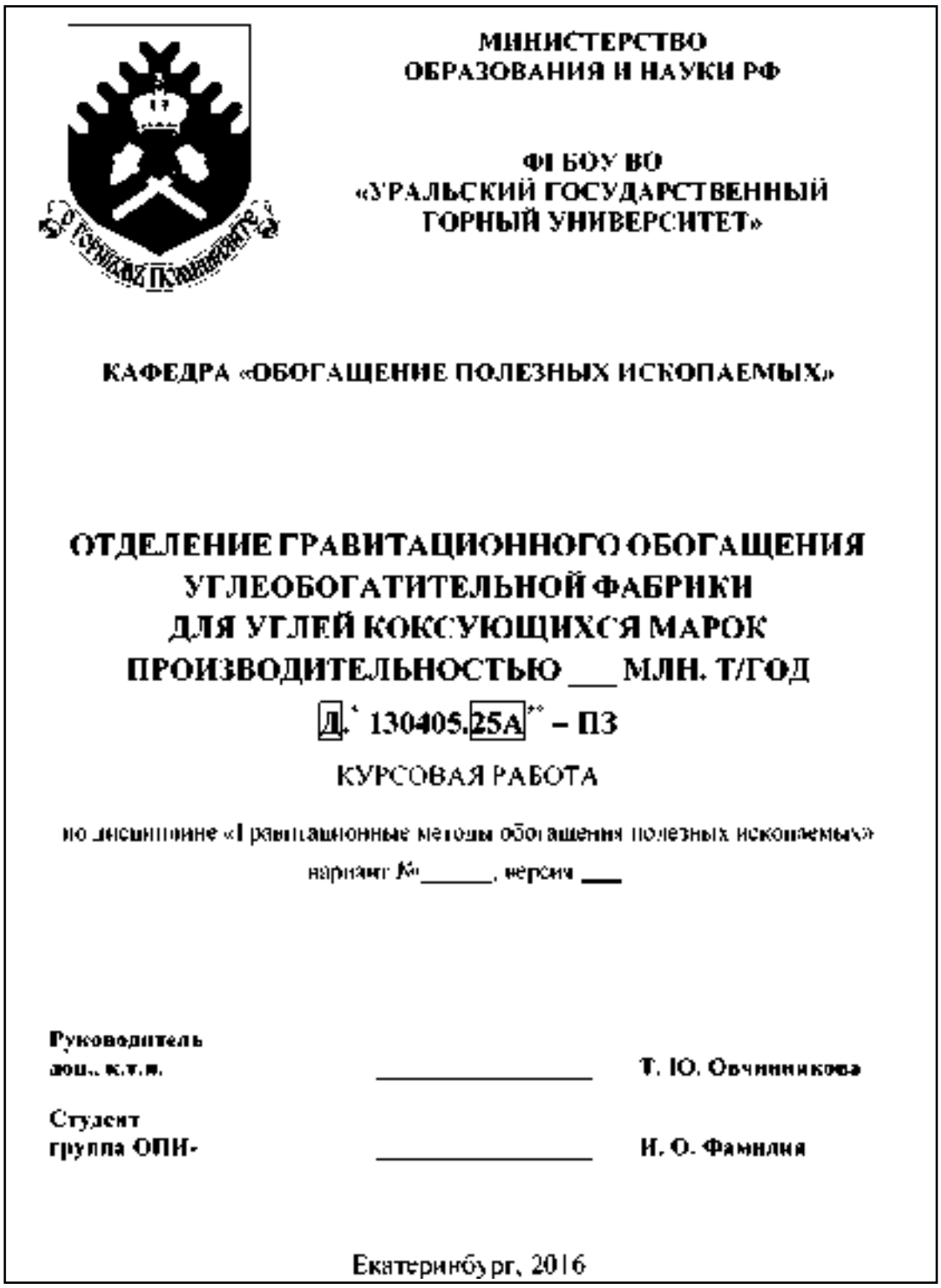
3. Оборудование для обогащения угля: справочное пособие. – М.: Недра, 1979. – 335 с.

4. Разумов К. А., Перов В. А. Проектирование обогатительных фабрик. – М.: Недра, 1982. – 518 с.

6. Шохин В. Н., Лопатин А. Г. Гравитационные методы обогащения. – М.: Недра, 1980. – 400 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Пример выполнения титульного листа и задания на курсовую работу



МИНИСТЕРСТВО
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФГБОУ ВО
«УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА «ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»

ОТДЕЛЕНИЕ ГРАВИТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ
УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ
ДЛЯ УГЛЕЙ КОКСУЮЩИХСЯ МАРОК
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ___ МЛН. Т/ГОД

Д.* 130405.25А** – ПЗ

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых»

вариант №_____, версия ___

Руководитель
доц., к.т.н. _____ Т. Ю. Овчинникова

Студент
группа ОПИ- _____ И. О. Фамилия

Екатеринбург, 2016

* для студентов дневной формы обучения Д, заочной – З;
** номер варианта и версия по заданию (А – для дневной формы обучения, Б – для заочной.

Рисунок А.1 – Титульный лист

Министерство образования и науки
Российской Федерации

ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Кафедра «Обогащение полезных ископаемых»

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

по дисциплине «Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых»

вариант №_____, версия ___

выдано студенту _____ группа ОПИ-_____

Тема курсовой работы: «Отделение гравитационного обогащения углеобогатительной фабрики для углей коксующихся марок производительностью _____млн т/год»

Исходные данные

Производительность по исходному углю, млн. т/год	
Номер первой шахты	
Номер второй шахты	
Доля участия в шихте углей первой шахты, % Доля участия в шихте углей второй шахты, %	
Влажность исходной шихты, %	

Требования к качеству конечных продуктов обогащения

Зольность концентратов, %	7
Зольность породы, не менее, %	70
Зольность промпродукта, %	30-40
Влажность угольных концентратов, %	7

Содержание курсовой работы: Пояснительная записка, включающая текстовую и графическую части (совмещённая качественно-количественная и водно-шламовая схема, схема цепи аппаратов). Чертежи выполнить на формате А3.

Сроки выполнения:

Задание выдал. _____ / Т. Ю. Овчинникова /
дата, подпись

Задание получил. _____ / И. О. Фамилия /
дата, подпись

Рисунок А.2 – Задание на курсовую работу

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Исходные данные для выполнения курсовой работы

Таблица Б.1 – Доля участия каждой из шахт в шихте

Номер первой шахты	**Доля участия в шихте углей второй шахты в шихте, %**									
	номер второй шахты									
	1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***	***10***
1	93	29	47	63	10	70	80	90	88	54
2	61	54	85	13	80	19	82	31	11	15
3	95	15	40	28	36	72	67	72	17	91
4	33	17	42	31	28	48	14	45	68	32
5	23	82	44	26	25	26	12	21	26	23
6	43	86	79	72	23	57	93	18	82	61
7	69	70	12	71	52	90	18	39	46	36
8	48	75	53	84	87	32	70	60	89	20
9	88	27	68	55	58	41	52	22	13	49
10	21	39	16	12	73	27	44	84	82	43

Таблица Б.2 – Ситовый состав углей

Номер шахты	**Классы, мм**	**Выход, %**	**Зольность, %**	**Номер шахты**	**Классы, мм**	**Выход, %**	**Зольность, %**
1	**100-25**	14,81		**6**	**100-25**	16,38	
	25-13	16,82			**25-13**	20,43	
	13-6	17,62			**13-6**	19,21	
	6-3	16,7			**6-3**	12,94	
	3-1	18,7			**3-1**	17,37	
	1-0	15,35	18,75		**1-0**	13,67	20,20
	Итого	***100,00***			***Итого***	***100,00***	
2	**100-25**	16,89		**7**	**100-25**	14,83	
	25-13	22,45			**25-13**	15,14	
	13-6	19,12			**13-6**	17,16	
	6-3	15,97			**6-3**	16,23	
	3-1	14,54			**3-1**	20,41	
	1-0	11,03	19,19		**1-0**	16,23	17,49
	Итого	***100,00***			***Итого***	***100,00***	

Окончание таблицы Б.2

Номер шахты	**Классы, мм**	**Выход, %**	**Зольность, %**	**Номер шахты**	**Классы, мм**	**Выход, %**	**Зольность, %**
3	**100-25**	15,8		**8**	**100-25**	14,4	
	25-13	20,5			**25-13**	13,5	
	13-6	14,4			**13-6**	20,5	
	6-3	13,5			**6-3**	13	
	3-1	13			**3-1**	15,8	
	1-0	22,8	22,32		**1-0**	22,8	22,43
	Итого	***100,00***			***Итого***	***100,00***	
4	**100-25**	13,94		**9**	**100-25**	10,73	
	25-13	14,54			**25-13**	17,89	
	13-6	10,73			**13-6**	14,54	
	6-3	17,89			**6-3**	22,45	
	3-1	22,45			**3-1**	13,94	
	1-0	20,45	20,30		**1-0**	20,45	19,99
	Итого	***100,00***			***Итого***	***100,00***	
5	**100-25**	16,22		**10**	**100-25**	17,89	
	25-13	18,33			**25-13**	13,94	
	13-6	20,44			**13-6**	22,45	
	6-3	18,55			**6-3**	14,54	
	3-1	13,11			**3-1**	20,45	
	1-0	13,35	23,60		**1-0**	10,73	18,85
	Итого	***100,00***			***Итого***	***100,00***	

Таблица Б.3 – Фракционная характеристика углей

Номер шахты	Плотность фракции, кг/м^3	Классы крупности, мм									
		100-25		25-13		13-6		6-3		3-1	
		выход, γ, %	зольность, A^d,%	выход, γ, %	зольность, A^d,%	выход, γ, %	зольность, A^d,%	выход, γ, %	зольность, A^d,%	выход, γ, %	зольность, A^d,%
1	< 1300	45,10	5,88	54,35	5,37	64,50	5,73	50,00	5,75	69,05	4,96
	1300-1400	36,20	9,89	24,60	8,38	21,40	9,71	28,05	8,95	16,60	12,21
	1400-1500	1,00	22,13	1,35	19,49	0,75	20,82	1,80	21,17	1,25	19,86
	1500-1600	1,30	30,80	0,90	27,60	0,75	28,13	1,65	31,12	1,15	28,49
	1600-1800	2,70	44,40	1,20	40,30	1,20	45,11	0,90	44,38	1,35	39,88
	1800-2000	9,20	73,55	10,80	71,20	7,80	72,14	12,60	74,74	6,55	74,13
	> 2000	4,50	89,30	6,80	88,88	3,60	87,19	5,00	90,19	4,05	90,20
	Итого	**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**	
2	< 1300	45,10	5,10	55,70	5,40	60,50	5,70	51,00	5,10	72,05	5,90
	1300-1400	35,20	9,90	20,25	6,90	21,40	9,90	28,00	8,20	15,60	12,80
	1400-1500	2,00	19,00	1,35	18,30	1,35	19,00	1,80	18,30	0,25	19,70
	1500-1600	2,30	22,90	2,70	25,60	1,75	26,80	1,70	28,40	0,15	25,60
	1600-1800	1,70	32,00	1,20	39,80	1,20	40,04	0,90	38,50	1,35	38,50
	1800-2000	10,45	73,20	12,50	71,80	9,35	62,25	13,60	74,60	8,25	73,40
	> 2000	3,25	88,88	6,30	83,45	4,45	79,83	3,00	81,30	2,35	79,05
	Итого	**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**	
3	< 1300	32,50	5,15	33,50	4,88	40,90	4,62	61,07	5,10	63,00	4,91
	1300-1400	28,50	8,49	26,50	7,62	20,20	8,31	10,43	9,90	7,80	9,76
	1400-1500	8,90	13,98	4,50	14,98	3,80	13,43	5,20	12,18	4,00	10,82
	1500-1600	3,90	31,00	3,00	24,80	8,50	22,81	3,70	21,12	3,50	23,41
	1600-1800	1,20	53,10	5,50	38,32	2,10	34,30	6,10	32,23	6,70	30,40
	1800-2000	22,00	72,60	22,00	63,18	20,10	65,81	11,30	63,36	10,00	62,26
	> 2000	3,00	81,95	5,00	84,10	4,40	78,35	2,20	79,49	5,00	83,48
	Итого	**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**	

Продолжение таблицы Б.3

Номер шахты	Плотность фракции, кг/м^3	Классы крупности, мм									
		100-25		25-13		13-6		6-3		3-1	
		выход, γ, %	зольность, A^d,%	выход, γ, %	зольность, A^d,%	выход, γ, %	зольность, A^d,%	выход, γ, %	зольность, A^d,%	выход, γ, %	зольность, A^d,%
4	< 1300	44,10	6,10	58,70	5,21	60,30	5,36	51,00	5,39	71,05	5,10
	1300-1400	36,20	8,20	22,25	7,00	22,40	9,87	30,00	7,48	16,50	12,41
	1400-1500	1,90	21,00	1,35	18,00	0,35	19,42	0,80	17,29	0,25	19,23
	1500-1600	1,30	28,39	1,70	26,21	0,75	26,72	0,70	28,39	0,15	26,18
	1600-1800	1,70	36,21	1,20	39,49	1,20	41,28	0,90	38,88	0,35	39,39
	1800-2000	11,70	63,80	10,30	69,41	8,80	67,23	14,60	74,45	7,60	73,37
	> 2000	3,10	79,75	4,50	84,59	6,20	81,33	2,00	85,50	4,10	80,12
	Итого	**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**	
5	< 1300	30,30	5,82	31,50	5,25	38,70	5,77	58,07	5,55	64,30	5,06
	1300-1400	28,50	8,29	26,30	7,45	20,20	9,88	12,33	8,47	7,80	12,82
	1400-1500	8,90	20,31	4,50	18,57	3,80	19,99	5,20	17,39	4,00	19,21
	1500-1600	3,90	32,20	3,00	25,14	9,90	26,10	3,70	28,21	3,50	25,41
	1600-1800	1,20	38,30	5,50	39,72	2,10	39,40	6,10	39,42	6,70	38,26
	1800-2000	22,00	60,01	24,00	69,18	22,10	67,90	11,50	75,03	10,00	73,42
	> 2000	5,20	80,80	5,20	82,14	3,20	84,45	3,10	85,61	3,70	86,15
	Итого	**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**	
6	< 1300	44,10	6,12	58,50	5,03	60,50	4,80	50,50	5,33	71,05	3,86
	1300-1400	36,20	7,38	21,25	7,51	22,10	8,30	30,00	8,88	18,30	8,92
	1400-1500	1,90	14,52	1,35	14,86	1,35	13,18	0,80	11,30	0,25	10,28
	1500-1600	1,30	29,18	1,70	22,18	0,75	24,20	0,70	22,80	0,15	24,63
	1600-1800	1,70	53,43	1,20	35,30	1,20	33,03	0,90	33,20	0,35	33,40
	1800-2000	10,70	69,68	10,80	66,90	8,80	65,80	12,60	61,42	7,60	60,86
	> 2000	4,10	85,41	5,20	79,31	5,30	83,13	4,50	85,91	2,30	84,40
	Итого	**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**	

Продолжение таблицы Б.3

Номер шахты	Плотность фракции, кг/м³	Классы крупности, мм									
		100-25		25-13		13-6		6-3		3-1	
		выход, γ, %	зольность, A^d,%	выход, γ, %	зольность, A^d,%	выход, γ, %	зольность, A^d,%	выход, γ, %	зольность, A^d,%	выход, γ, %	зольность, A^d,%
7	< 1300	31,30	6,02	34,20	4,93	40,70	4,71	61,07	5,90	66,00	5,00
	1300-1400	28,50	8,92	24,50	6,98	20,20	8,10	10,43	9,86	5,80	9,71
	1400-1500	8,90	13,73	4,50	14,22	3,80	12,90	5,20	11,18	4,50	11,82
	1500-1600	3,90	31,25	3,00	22,43	8,90	22,43	3,20	22,80	3,50	21,20
	1600-1800	2,20	49,18	5,50	36,18	2,10	33,10	6,10	31,40	6,70	32,40
	1800-2000	22,00	63,44	24,00	63,26	21,10	64,80	10,50	63,20	10,00	61,80
	> 2000	3,20	79,70	4,30	84,55	3,20	77,38	3,50	80,80	3,50	79,34
	Итого	**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**	
8	< 1300	44,40	4,98	55,40	4,85	61,50	4,76	52,00	5,12	70,05	4,86
	1300-1400	36,20	8,47	24,25	7,69	20,20	8,13	26,30	9,15	15,60	9,88
	1400-1500	1,00	14,58	1,35	14,98	1,35	13,95	0,80	12,18	1,25	1,92
	1500-1600	1,30	31,26	0,70	23,71	1,75	23,10	1,70	22,23	1,15	22,97
	1600-1800	1,70	52,87	1,20	34,52	1,20	33,00	0,90	32,34	1,35	31,30
	1800-2000	11,70	71,68	12,80	66,95	8,80	64,12	14,60	63,45	7,60	62,15
	> 2000	3,70	86,00	4,30	82,00	5,20	80,13	3,70	79,81	3,00	81,92
	Итого	**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**	
9	< 1300	29,50	6,13	31,50	5,18	36,50	5,43	55,07	5,13	62,30	5,08
	1300-1400	26,50	10,18	22,50	6,43	20,20	9,99	12,43	8,92	7,80	12,07
	1400-1500	8,90	18,25	4,50	19,20	3,80	18,85	5,20	17,39	4,00	19,05
	1500-1600	3,90	37,20	3,40	29,30	9,90	28,80	3,70	28,28	3,50	29,63
	1600-1800	1,80	39,00	5,50	41,10	2,10	46,10	6,70	38,05	6,70	39,49
	1800-2000	22,00	68,20	24,00	68,75	22,10	68,23	11,50	73,20	10,00	70,02
	> 2000	7,40	79,98	8,60	83,57	5,40	86,31	5,40	88,35	5,70	86,55
	Итого	**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**	

Окончание таблицы Б.3

Номер шахты	Плотность фракции, кг/м^3	Классы крупности, мм									
		100-25		25-13		13-6		6-3		3-1	
		выход, γ, %	зольность, A^d,%	выход, γ, %	зольность, A^d,%	выход, γ, %	зольность, A^d,%	выход, γ, %	зольность, A^d,%	выход, γ, %	зольность, A^d,%
10	< 1300	31,50	5,95	32,50	4,90	35,90	5,70	55,07	5,52	62,00	5,20
	1300-1400	26,50	9,32	25,50	7,35	21,20	9,86	12,43	9,10	7,80	12,20
	1400-1500	8,90	20,43	4,50	17,28	3,80	18,25	5,20	16,20	4,00	19,37
	1500-1600	3,90	31,21	3,00	26,43	9,90	28,37	3,70	29,70	3,50	24,85
	1600-1800	1,20	55,41	5,50	38,27	2,10	41,00	6,10	39,70	6,70	39,96
	1800-2000	22,10	65,37	22,10	73,77	21,70	67,20	11,50	75,90	11,20	72,00
	> 2000	5,90	82,70	6,90	87,12	5,40	82,30	6,00	84,73	4,80	85,05
	Итого	**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**		**100,00**	

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Пример выполнения расчёта шихты

Таблица В.1 – Фракционная характеристика шихты

Классы крупности, мм	Плотность фракций, кг/м³	Угли шахты 1			Угли шахты 2			Шихта		
		выход γ, %		зольность A^d, %	выход γ, %		зольность A^d, %	выход γ, %		зольность, A^d, %
		к классу	к шихте		к классу	к шихте		к классу	к шихте	
100-25	<1300	31,30	2,44	6,02	30,30	2,49	5,82	30,78	4,93	5,92
	1300-1400	28,50	2,22	8,92	28,50	2,34	8,29	28,50	4,56	8,60
	1400-1500	8,90	0,69	13,73	8,90	0,73	20,31	8,90	1,42	17,11
	1500-1600	3,90	0,30	31,25	3,90	0,32	32,20	3,90	0,62	31,74
	1600-1800	2,20	0,17	49,18	1,20	0,10	38,30	1,68	0,27	45,21
	1800-2000	22,00	1,71	63,44	22,00	1,81	60,01	22,00	3,52	61,68
	>2000	3,20	0,25	79,70	5,20	0,43	80,80	4,24	0,68	80,39
Итого		**100,00**	**7,79**	**24,46**	**100,00**	**8,22**	**25,05**	**100,00**	**16,00**	**24,76**
25-13	<1300	34,20	3,01	4,93	31,50	3,36	5,25	32,80	6,37	5,10
	1300-1400	24,50	2,16	6,98	26,30	2,80	7,45	25,44	4,96	7,25
	1400-1500	4,50	0,40	14,22	4,50	0,48	18,57	4,50	0,88	16,60
	1500-1600	3,00	0,26	22,43	3,00	0,32	25,14	3,00	0,58	23,91
	1600-1800	5,50	0,48	36,18	5,50	0,59	39,72	5,50	1,07	38,12
	1800-2000	24,00	2,11	63,26	24,00	2,56	69,18	24,00	4,67	66,50
	>2000	4,30	0,38	84,55	5,20	0,55	82,14	4,77	0,93	83,12
Итого		**100,00**	**8,80**	**25,52**	**100,00**	**10,66**	**28,26**	**100,00**	**19,46**	**27,02**
13-6	и т. д.									
1-0	–	–	–	–	–	–	–	–	18,26	22,77
Всего	–	–	–	–	–	–	–	–	**100,00**	**22,83**

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Схемы обогащения угля гидравлической отсадкой



Рисунок Г.1 – Технологическая схема обогащения для *версии А*



Рисунок Г.2 – Технологическая схема обогащения для *версии Б*

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Значение интеграла вероятности Гаусса

x	$F(x)$	x	$F(x)$	x	$F(x)$	x	$F(x)$
-3,60	0,00001	-3,17	0,00062	-2,74	0,00296	-2,31	0,01043
-3,59	0,00001	-3,16	0,00065	-2,73	0,00306	-2,30	0,01071
-3,58	0,00002	-3,15	0,00067	-2,72	0,00316	-2,29	0,01100
-3,57	0,00003	-3,14	0,00070	-2,71	0,00326	-2,28	0,01130
-3,56	0,00003	-3,13	0,00073	-2,70	0,00336	-2,27	0,01160
-3,55	0,00004	-3,12	0,00076	-2,69	0,00347	-2,26	0,01191
-3,54	0,00005	-3,11	0,00080	-2,68	0,00358	-2,25	0,01223
-3,53	0,00006	-3,10	0,00083	-2,67	0,00369	-2,24	0,01255
-3,52	0,00006	-3,09	0,00086	-2,66	0,00381	-2,23	0,01288
-3,51	0,00007	-3,08	0,00090	-2,65	0,00393	-2,22	0,01322
-3,50	0,00008	-3,07	0,00093	-2,64	0,00405	-2,21	0,01357
-3,49	0,00009	-3,06	0,00097	-2,63	0,00418	-2,20	0,01393
-3,48	0,00010	-3,05	0,00101	-2,62	0,00431	-2,19	0,01429
-3,47	0,00011	-3,04	0,00105	-2,61	0,00444	-2,18	0,01466
-3,46	0,00012	-3,03	0,00109	-2,60	0,00457	-2,17	0,01504
-3,45	0,00013	-3,02	0,00113	-2,59	0,00471	-2,16	0,01542
-3,44	0,00014	-3,01	0,00117	-2,58	0,00486	-2,15	0,01582
-3,43	0,00015	-3,00	0,00122	-2,57	0,00500	-2,14	0,01622
-3,42	0,00016	-2,99	0,00126	-2,56	0,00515	-2,13	0,01664
-3,41	0,00017	-2,98	0,00131	-2,55	0,00531	-2,12	0,01706
-3,40	0,00019	-2,97	0,00136	-2,54	0,00547	-2,11	0,01749
-3,39	0,00020	-2,96	0,00141	-2,53	0,00563	-2,10	0,01793
-3,38	0,00021	-2,95	0,00146	-2,52	0,00580	-2,09	0,01838
-3,37	0,00023	-2,94	0,00151	-2,51	0,00597	-2,08	0,01884
-3,36	0,00024	-2,93	0,00157	-2,50	0,00614	-2,07	0,01931
-3,35	0,00026	-2,92	0,00162	-2,49	0,00632	-2,06	0,01978
-3,34	0,00027	-2,91	0,00168	-2,48	0,00651	-2,05	0,02027
-3,33	0,00029	-2,9	0,00174	-2,47	0,00669	-2,04	0,02077
-3,32	0,00030	-2,89	0,00180	-2,46	0,00689	-2,03	0,02128
-3,31	0,00032	-2,88	0,00186	-2,45	0,00709	-2,02	0,02180
-3,30	0,00034	-2,87	0,00193	-2,44	0,00729	-2,01	0,02233
-3,29	0,00035	-2,86	0,00200	-2,43	0,00750	-2,00	0,02286
-3,28	0,00037	-2,85	0,00206	-2,42	0,00771	-1,99	0,02342
-3,27	0,00039	-2,84	0,00214	-2,41	0,00793	-1,98	0,02398
-3,26	0,00041	-2,83	0,00221	-2,40	0,00815	-1,97	0,02455
-3,25	0,00043	-2,82	0,00228	-2,39	0,00838	-1,96	0,02513
-3,24	0,00045	-2,81	0,00236	-2,38	0,00862	-1,95	0,02573
-3,23	0,00047	-2,80	0,00244	-2,37	0,00886	-1,94	0,02634
-3,22	0,00050	-2,79	0,00252	-2,36	0,00911	-1,93	0,02696
-3,21	0,00052	-2,78	0,00260	-2,35	0,00936	-1,92	0,02759
-3,20	0,00054	-2,77	0,00269	-2,34	0,00962	-1,91	0,02823
-3,19	0,00057	-2,76	0,00278	-2,33	0,00988	-1,90	0,02889
-3,18	0,00059	-2,75	0,00287	-2,32	0,01015	-1,89	0,02956

x	$F(x)$	x	$F(x)$	x	$F(x)$	x	$F(x)$
-1,88	0,03024	-1,42	0,07838	-0,96	0,16963	-0,51	0,30662
-1,87	0,03093	-1,41	0,07985	-0,95	0,17217	-0,50	0,31014
-1,86	0,03164	-1,40	0,08135	-0,94	0,17474	-0,49	0,31368
-1,85	0,03236	-1,39	0,08287	-0,93	0,17733	-0,48	0,31724
-1,84	0,03310	-1,38	0,08441	-0,92	0,17994	-0,47	0,32081
-1,83	0,03384	-1,37	0,08597	-0,91	0,18258	-0,46	0,32440
-1,82	0,03461	-1,36	0,08755	-0,90	0,18524	-0,45	0,32800
-1,81	0,03538	-1,35	0,08916	-0,89	0,18792	-0,44	0,33162
-1,80	0,03617	-1,34	0,09078	-0,88	0,19063	-0,43	0,33526
-1,79	0,03697	-1,33	0,09243	-0,87	0,19336	-0,42	0,33891
-1,78	0,03779	-1,32	0,09410	-0,86	0,19612	-0,41	0,34258
-1,77	0,03863	-1,31	0,09579	-0,85	0,19890	-0,40	0,34626
-1,76	0,03947	-1,30	0,09750	-0,84	0,20170	-0,39	0,34996
-1,75	0,04034	-1,29	0,09924	-0,83	0,20453	-0,38	0,35367
-1,74	0,04121	-1,28	0,10100	-0,82	0,20738	-0,37	0,35740
-1,73	0,04211	-1,27	0,10278	-0,81	0,21025	-0,36	0,36114
-1,72	0,04302	-1,26	0,10458	-0,80	0,21315	-0,35	0,36489
-1,71	0,04394	-1,25	0,10641	-0,79	0,21607	-0,34	0,36866
-1,70	0,04488	-1,24	0,10826	-0,78	0,21901	-0,33	0,37243
-1,69	0,04584	-1,23	0,11013	-0,77	0,22198	-0,32	0,37622
-1,68	0,04681	-1,22	0,11203	-0,76	0,22497	-0,31	0,38003
-1,67	0,04780	-1,21	0,11394	-0,75	0,22798	-0,30	0,38384
-1,66	0,04881	-1,20	0,11589	-0,74	0,23101	-0,29	0,38767
-1,65	0,04983	-1,19	0,11785	-0,73	0,23407	-0,28	0,39150
-1,64	0,05087	-1,18	0,11984	-0,72	0,23715	-0,27	0,39535
-1,63	0,05192	-1,17	0,12185	-0,71	0,24025	-0,26	0,39921
-1,62	0,05300	-1,16	0,12389	-0,70	0,24337	-0,25	0,40307
-1,61	0,05409	-1,15	0,12595	-0,69	0,24651	-0,24	0,40695
-1,60	0,05520	-1,14	0,12803	-0,68	0,24968	-0,23	0,41083
-1,59	0,05633	-1,13	0,13014	-0,67	0,25287	-0,22	0,41473
-1,58	0,05747	-1,12	0,13227	-0,66	0,25608	-0,21	0,41863
-1,57	0,05863	-1,11	0,13442	-0,65	0,25931	-0,20	0,42254
-1,56	0,05982	-1,10	0,13660	-0,64	0,26256	-0,19	0,42646
-1,55	0,06102	-1,09	0,13880	-0,63	0,26583	-0,18	0,43038
-1,54	0,06224	-1,08	0,14103	-0,62	0,26912	-0,17	0,43432
-1,53	0,06347	-1,07	0,14328	-0,61	0,27243	-0,16	0,43825
-1,52	0,06473	-1,06	0,14556	-0,60	0,27576	-0,15	0,44220
-1,51	0,06601	-1,05	0,14785	-0,59	0,27912	-0,14	0,44615
-1,50	0,06730	-1,04	0,15018	-0,58	0,28249	-0,13	0,45011
-1,49	0,06862	-1,03	0,15252	-0,57	0,28588	-0,12	0,45407
-1,48	0,06995	-1,02	0,15490	-0,56	0,28929	-0,11	0,45803
-1,47	0,07130	-1,01	0,15729	-0,55	0,29272	-0,10	0,46200
-1,46	0,07268	-1,00	0,15971	-0,54	0,29617	-0,09	0,46597
-1,45	0,07407	-0,99	0,16215	-0,53	0,29963	-0,08	0,46995
-1,44	0,07549	-0,98	0,16462	-0,52	0,30312	-0,07	0,47393
-1,43	0,07692	-0,97	0,16712	-0,96	0,16963	-0,06	0,47791

x	$F(x)$	x	$F(x)$	x	$F(x)$	x	$F(x)$
-0,05	0,48190	0,41	0,66077	0,87	0,80906	1,33	0,90891
-0,04	0,48588	0,42	0,66443	0,88	0,81177	1,34	0,91053
-0,03	0,48987	0,43	0,66806	0,89	0,81445	1,35	0,91214
-0,02	0,49386	0,44	0,67168	0,90	0,81711	1,36	0,91372
-0,01	0,49785	0,45	0,67529	0,91	0,81975	1,37	0,91528
0,00	0,50184	0,46	0,67888	0,92	0,82236	1,38	0,91682
0,01	0,50583	0,47	0,68245	0,93	0,82495	1,39	0,91834
0,02	0,50982	0,48	0,68601	0,94	0,82752	1,40	0,91983
0,03	0,51380	0,49	0,68954	0,95	0,83006	1,41	0,92131
0,04	0,51779	0,50	0,69307	0,96	0,83257	1,42	0,92277
0,05	0,52177	0,51	0,69657	0,97	0,83506	1,43	0,92420
0,06	0,52576	0,52	0,70005	0,98	0,83753	1,44	0,92562
0,07	0,52974	0,53	0,70352	0,99	0,83998	1,45	0,92701
0,08	0,53371	0,54	0,70697	1,00	0,84240	1,46	0,92838
0,09	0,53769	0,55	0,71040	1,01	0,84479	1,47	0,92974
0,10	0,54166	0,56	0,71381	1,02	0,84716	1,48	0,93107
0,11	0,54562	0,57	0,71720	1,03	0,84951	1,49	0,93239
0,12	0,54958	0,58	0,72057	1,04	0,85183	1,50	0,93368
0,13	0,55354	0,59	0,72392	1,05	0,85413	1,51	0,93496
0,14	0,55749	0,60	0,72726	1,06	0,85641	1,52	0,93622
0,15	0,56143	0,61	0,73057	1,07	0,85866	1,53	0,93745
0,16	0,56537	0,62	0,73386	1,08	0,86088	1,54	0,93867
0,17	0,56930	0,63	0,73713	1,09	0,86309	1,55	0,93987
0,18	0,57323	0,64	0,74038	1,10	0,86527	1,56	0,94105
0,19	0,57715	0,65	0,74361	1,11	0,86742	1,57	0,94222
0,20	0,58106	0,66	0,74682	1,12	0,86955	1,58	0,94336
0,21	0,58496	0,67	0,75001	1,13	0,87166	1,59	0,94449
0,22	0,58885	0,68	0,75317	1,14	0,87374	1,60	0,94560
0,23	0,59274	0,69	0,75632	1,15	0,87580	1,61	0,94669
0,24	0,59662	0,70	0,75944	1,16	0,87784	1,62	0,94776
0,25	0,60048	0,71	0,76254	1,17	0,87985	1,63	0,94882
0,26	0,60434	0,72	0,76562	1,18	0,88184	1,64	0,94986
0,27	0,60819	0,73	0,76868	1,19	0,88380	1,65	0,95088
0,28	0,61202	0,74	0,77171	1,20	0,88574	1,66	0,95189
0,29	0,61585	0,75	0,77472	1,21	0,88766	1,67	0,95288
0,30	0,61966	0,76	0,77771	1,22	0,88956	1,68	0,95385
0,31	0,62346	0,77	0,78068	1,23	0,89143	1,69	0,95481
0,32	0,62725	0,78	0,78362	1,24	0,89328	1,70	0,95575
0,33	0,63103	0,79	0,78654	1,25	0,89511	1,71	0,95667
0,34	0,63480	0,80	0,78944	1,26	0,89691	1,72	0,95758
0,35	0,63855	0,81	0,79231	1,27	0,89869	1,73	0,95847
0,36	0,64229	0,82	0,79516	1,28	0,90045	1,74	0,95935
0,37	0,64601	0,83	0,79799	1,29	0,90218	1,75	0,96021
0,38	0,64973	0,84	0,80079	1,30	0,90390	1,76	0,96106
0,39	0,65342	0,85	0,80357	1,31	0,90559	1,77	0,96190
0,40	0,65711	0,86	0,80633	1,32	0,90726	1,78	0,96271

x	$F(x)$	x	$F(x)$	x	$F(x)$	x	$F(x)$
1,79	0,96352	2,25	0,98778	2,71	0,99653	3,17	0,99909
1,80	0,96431	2,26	0,98809	2,72	0,99663	3,18	0,99912
1,81	0,96508	2,27	0,98839	2,73	0,99673	3,19	0,99914
1,82	0,96584	2,28	0,98869	2,74	0,99682	3,20	0,99917
1,83	0,96659	2,29	0,98898	2,75	0,99691	3,21	0,99919
1,84	0,96733	2,30	0,98926	2,76	0,99700	3,22	0,99921
1,85	0,96805	2,31	0,98954	2,77	0,99708	3,23	0,99924
1,86	0,96875	2,32	0,98981	2,78	0,99717	3,24	0,99926
1,87	0,96945	2,33	0,99007	2,79	0,99725	3,25	0,99928
1,88	0,97013	2,34	0,99033	2,80	0,99733	3,26	0,99930
1,89	0,97080	2,35	0,99058	2,81	0,99741	3,27	0,99932
1,90	0,97145	2,36	0,99083	2,82	0,99748	3,28	0,99933
1,91	0,97210	2,37	0,99107	2,83	0,99755	3,29	0,99935
1,92	0,97273	2,38	0,99130	2,84	0,99762	3,3	0,99937
1,93	0,97335	2,39	0,99153	2,85	0,99769	3,31	0,99939
1,94	0,97396	2,40	0,99176	2,86	0,99776	3,32	0,99940
1,95	0,97455	2,41	0,99198	2,87	0,99782	3,33	0,99942
1,96	0,97514	2,42	0,99219	2,88	0,99789	3,34	0,99943
1,97	0,97571	2,43	0,99240	2,89	0,99795	3,35	0,99945
1,98	0,97627	2,44	0,99260	2,90	0,99801	3,36	0,99946
1,99	0,97682	2,45	0,99280	2,91	0,99807	3,37	0,99947
2,00	0,97736	2,46	0,99299	2,92	0,99812	3,38	0,99949
2,01	0,97789	2,47	0,99318	2,93	0,99818	3,39	0,99950
2,02	0,97841	2,48	0,99337	2,94	0,99823	3,40	0,99951
2,03	0,97892	2,49	0,99355	2,95	0,99828	3,41	0,99953
2,04	0,97942	2,5	0,99372	2,96	0,99833	3,42	0,99954
2,05	0,97990	2,51	0,99389	2,97	0,99838	3,43	0,99955
2,06	0,98038	2,52	0,99406	2,98	0,99843	3,44	0,99956
2,07	0,98085	2,53	0,99422	2,99	0,99847	3,45	0,99957
2,08	0,98131	2,54	0,99438	3,00	0,99852	3,46	0,99958
2,09	0,98176	2,55	0,99453	3,01	0,99856	3,47	0,99959
2,10	0,98220	2,56	0,99469	3,02	0,99860	3,48	0,99960
2,11	0,98263	2,57	0,99483	3,03	0,99864	3,49	0,99961
2,12	0,98305	2,58	0,99498	3,04	0,99868	3,50	0,99962
2,13	0,98346	2,59	0,99511	3,05	0,99872	3,51	0,99962
2,14	0,98387	2,60	0,99525	3,06	0,99876	3,52	0,99963
2,15	0,98426	2,61	0,99538	3,07	0,99879	3,53	0,99964
2,16	0,98465	2,62	0,99551	3,08	0,99883	3,54	0,99965
2,17	0,98503	2,63	0,99564	3,09	0,99886	3,55	0,99965
2,18	0,98540	2,64	0,99576	3,10	0,99889	3,56	0,99966
2,19	0,98576	2,65	0,99588	3,11	0,99892	3,57	0,99967
2,20	0,98612	2,66	0,99599	3,12	0,99895	3,58	0,99968
2,21	0,98646	2,67	0,99611	3,13	0,99898	3,59	0,99968
2,22	0,98680	2,68	0,99622	3,14	0,99901	3,60	0,99969
2,23	0,98714	2,69	0,99632	3,15	0,99904	3,61	0,99969
2,24	0,98746	2,70	0,99643	3,16	0,99907	3,62	0,99970

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Условные обозначения схемы цепи аппаратов

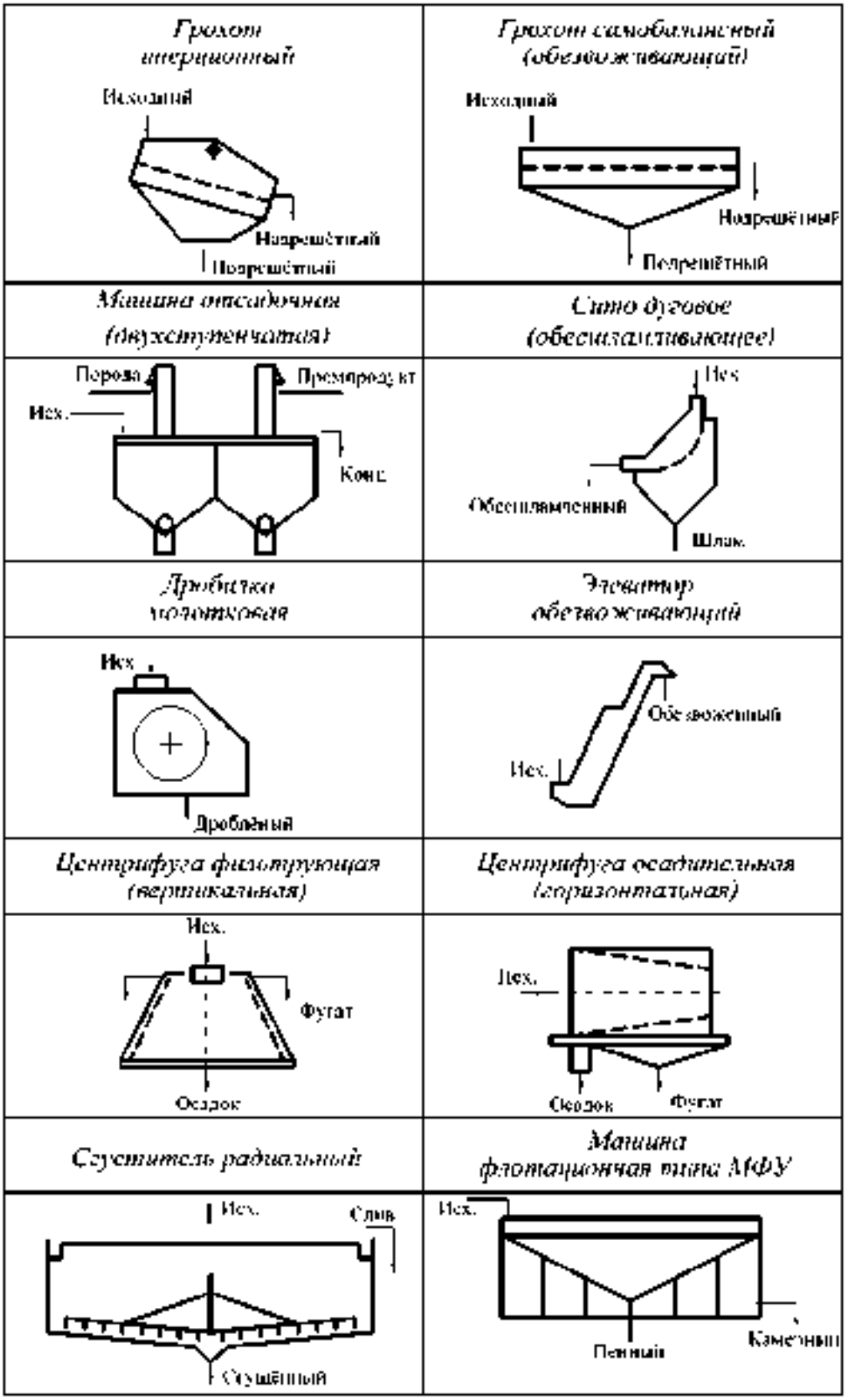


Рисунок Е.1 – Основное оборудование

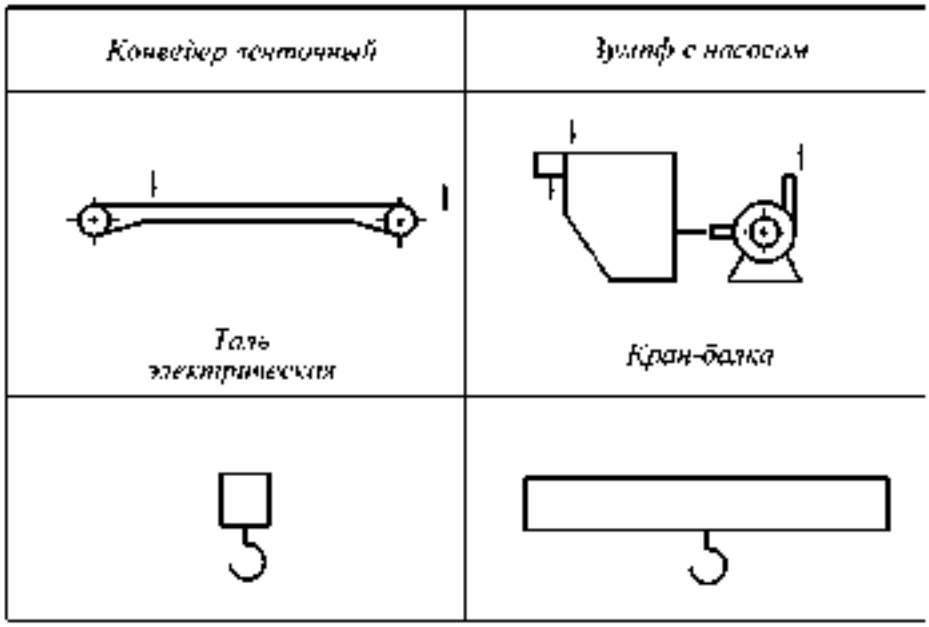


Рисунок Е.2 – Вспомогательное оборудование

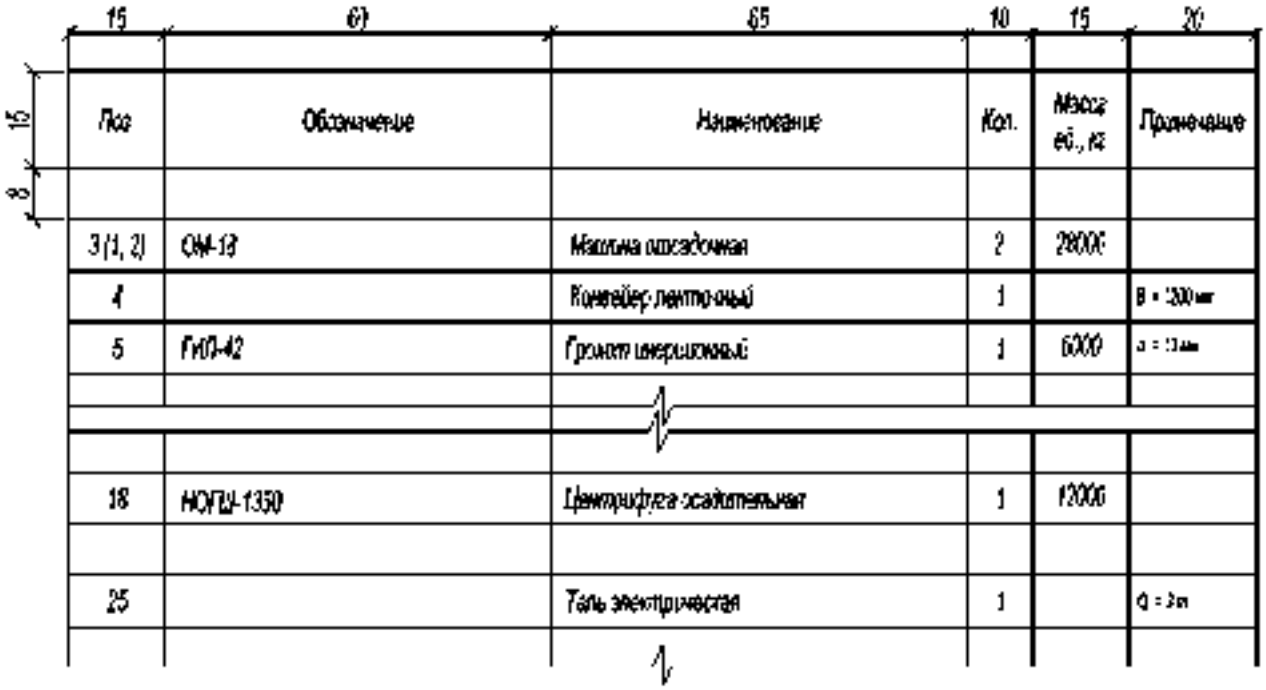


Рисунок Е.3 – Пример выполнения спецификации оборудования

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Пример выполнения графической части

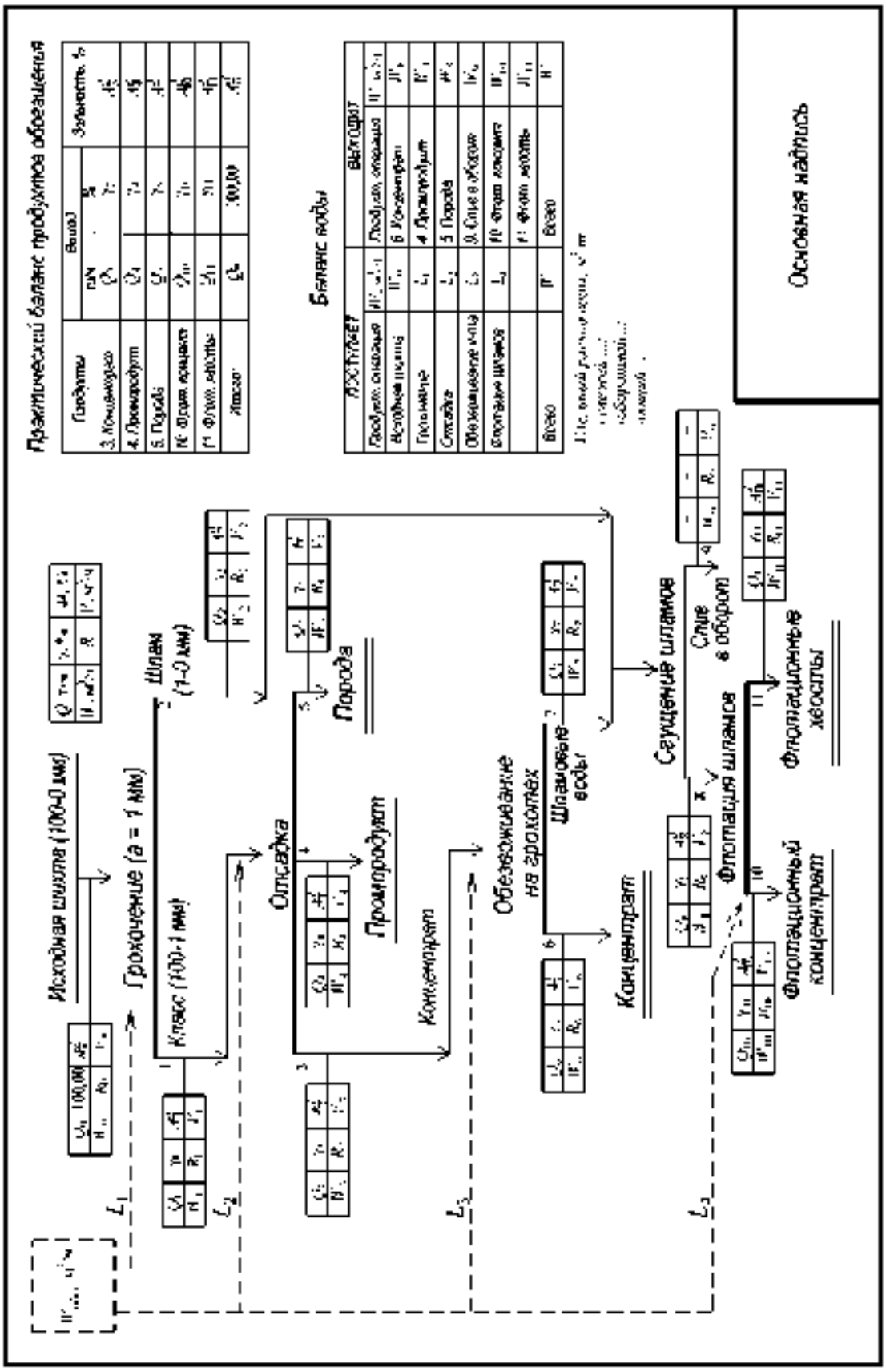


Рисунок Ж.1 – Пример выполнения совмещённой качественно-количественной и водно-шламовой схемы

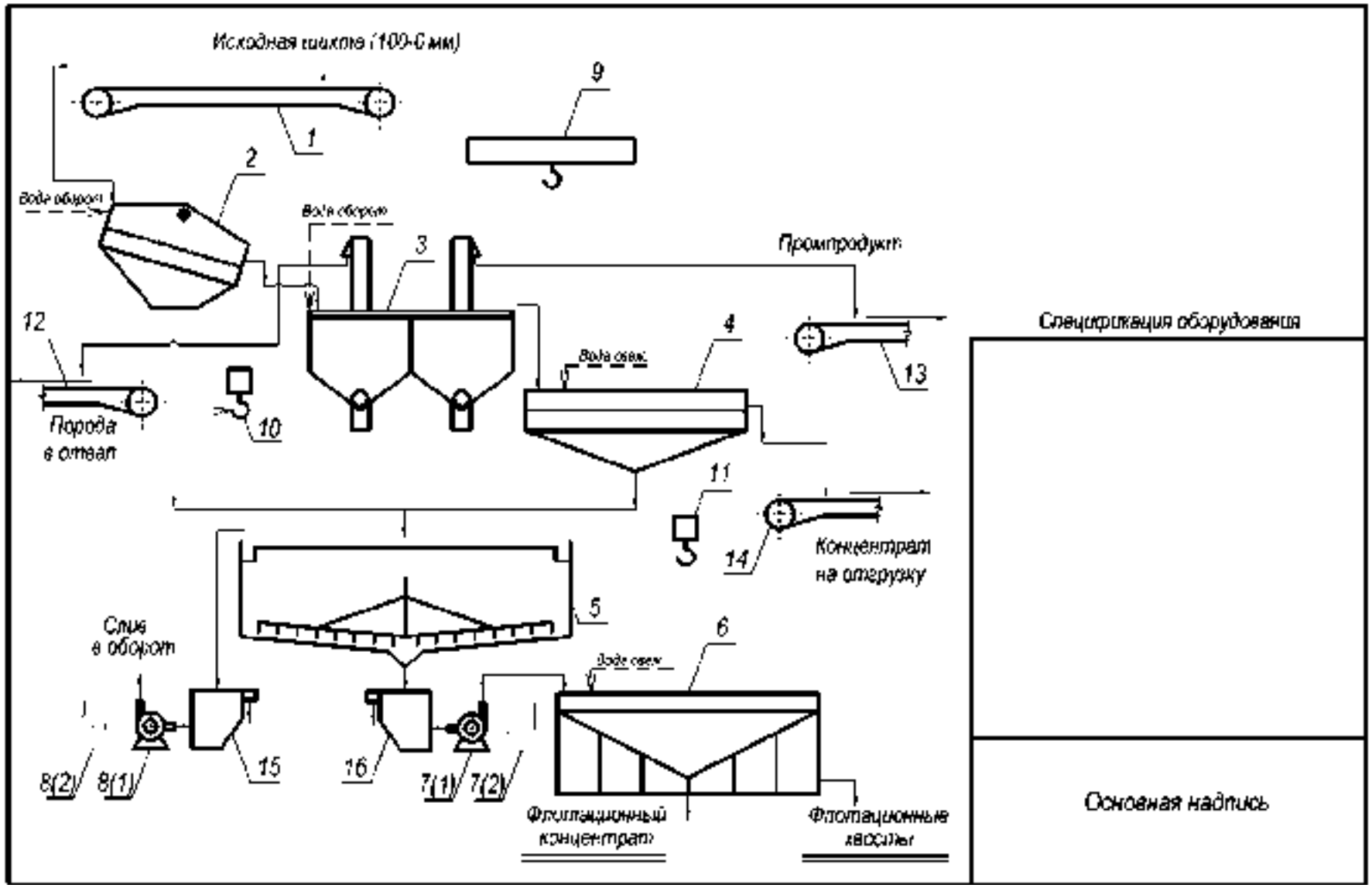


Рисунок Ж.2 – Пример выполнения схемы цепи аппаратов



Рисунок Ж.3 – Пример выполнения основной надписи
для графических документов

Учебное издание

Татьяна Юрьевна Овчинникова

ГРАВИТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсовой работы
по дисциплине «Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых»
для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Редактор Устьянцева Л. В.

Компьютерная вёрстка *Т. Ю. Овчинниковой*

Подписано в печать 09.02.2016 г.
Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе
Печ. л. 4,44. Уч.-изд. л. 2,48. Тираж 100 экз. Заказ № 38

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Т. Ю. Овчинникова

ГРАВИТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых»
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Екатеринбург – 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического
факультета
«12» февраля 2016 г.
Председатель комиссии
_____проф. В. П. Барановский

Т. Ю. Овчинникова

ГРАВИТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Гравитационные методы
обогащения полезных ископаемых» для студентов
специализации «Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2016

О 35

Р е ц е н з е н т: *Е. Ф. Цыпин*, профессор кафедры
обогащения полезных ископаемых, доктор технических наук.

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых» «30» ноября 2016 г. (протокол № 2) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Овчинникова Т. Ю.

О 35 Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых» для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых» специальности 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения / Т. Ю. Овчинникова; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016. – 38 с.

Учебно-методическое пособие написано на основе методических указаний Меринова Н. Ф. «Гравитационные методы обогащения» (2008), которые переработаны и дополнены согласно требованиям Федерального государственного образовательного стандарта третьего поколения.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с учебной программой курса «Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых» (модуль «Обогатительные процессы») и содержит элементы теории, постановку задачи и объяснение существа получаемых результатов. Работы направлены на освоение теоретических положений гравитационных методов обогащения и методик оценки обогатимости при их использовании. В пособии приведены пояснения к лабораторным работам, методики их выполнения, обработки результатов и оформления, а также требования к содержанию отчетов по каждой лабораторной работе.

Предназначено для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых специальности 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения.

© Овчинникова Т. Ю., 2016
© Уральский
государственный
горный университет, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЁТА ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ 4

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ И ЭКВИВАЛЕНТНОГО ДИАМЕТРА КУСКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ 5

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЕЧНЫХ СКОРОСТЕЙ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ КУСКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В ВОДЕ 8

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ РУД И МИНЕРАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ПИКНОМЕТРА 11

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЕЧНЫХ СКОРОСТЕЙ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ МЕЛКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ЗЁРЕН В ВОДЕ 13

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. ФРАКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ УГЛЯ 16

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. РАБОТА НА ПОРШНЕВОЙ ОТСАДОЧНОЙ МАШИНЕ 18

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ТОНКОИЗМЕЛЬЧЁННЫХ МИНЕРАЛОВ СИТОВЫМ АНАЛИЗОМ И ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИЕЙ (СЕДИМЕНТАЦИОННЫМ АНАЛИЗОМ) 21

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8. РАБОТА НА СОТРЯСАТЕЛЬНОМ КОНЦЕНТРАЦИОННОМ СТОЛЕ 26

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9. РАБОТА НА ВИНТОВОМ СЕПАРАТОРЕ 30

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10. РАБОТА НА ПОЛОЧНОМ ВОЗДУШНОМ СЕПАРАТОРЕ 33

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11. РАБОТА НА ЦЕНТРОБЕЖНОМ КОНЦЕНТРАТОРЕ 35

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 38

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЁТА ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Отчёт по лабораторным работам представляется преподавателю на проверку в виде сброшюрованной пояснительной записки, оформленной на листах формата А4. После проверки отчёта преподаватель назначает время защиты. Содержание пояснительной записки:

- титульный лист;
- содержание;
- лабораторные работы в порядке их выполнения;
- список использованных источников.

Отчёт является официальным документом и оформляется по определенным правилам, в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95.

Оформление заголовков, рисунков и таблиц следует выполнять так же, как в предлагаемом учебно-методическом пособии.

Лабораторные работы выполняют бригадой в составе 4-6 человек. Бригадир отвечает за дисциплину в бригаде во время выполнения лабораторной работы, получает и сдаёт приборы и материалы, необходимые для выполнения работы, контролирует процесс выполнения работы и обмена данными между членами бригады.

На каждом лабораторном занятии каждый член бригады ведёт рабочую тетрадь, которую представляет по окончании занятия на подпись преподавателю. В рабочей тетради записывают название лабораторной работы, цель и порядок выполнения, перечисляют необходимые материалы, оборудование и инструменты, приводят таблицы с результатами измерений и расчётов.

Чистовой вариант отчёта выполняют на основе записей в рабочей тетради. Отчёт по каждой лабораторной работе начинают с новой страницы. Отчёт содержит порядковый номер и название лабораторной работы, цель и порядок выполнения, необходимые материалы, оборудование и инструменты, таблицы с результатами измерений и расчёты, при необходимости графический материал, включающий в себя зависимости, эскизы и кинематические схемы привода оборудования. Отчёт по лабораторной работе завершают выводом, в котором обсуждают результаты работы, сравнивают значения, полученные экспериментальным и расчётным путём, оценивают эффективность разделения при обогащении.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ И ЭКВИВАЛЕНТНОГО ДИАМЕТРА КУСКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы – освоение метода определения объёмной плотности (δ) и эквивалентного диаметра ($d_э$) кусков минералов произвольной формы.

Пояснение к работе

Для определения величин δ и $d_э$ куска минерала достаточно определить массу куска и его объём. Вычислив отношение массы куска к его объёму, получим плотность минерала. По величине объёма куска можно вычислить диаметр эквивалентного шара ($d_э$).

Определение массы куска и его объёма производится взвешиванием его в воздухе и погруженным в воду.

Взвешивание выполняют с помощью электронных весов, оборудованных устройством (крючком) для гидростатического взвешивания.

Разность масс куска в воздухе и воде будет численно равна массе воды, вытесненной куском минерала. Приняв плотность воды 1000 кг/м^3, получим равенство массы воды, вытесненной куском минерала, объёму куска, м^3. Точность определения массы и объёма куска зависит от точности взвешивания. Поэтому следует особое внимание уделить настройке и регулировке весов.

Необходимые материалы, оборудование и инструменты

- куски минералов или материалов (выдаются преподавателем по одному на каждого члена бригады);
- линейка;
- электронные весы;
- стеклянный стакан;
- тонкие нити для подвешивания.

Методика проведения работы

Настраивают и регулируют (уравновешивают) весы.

Каждый кусок минерала обвязывают тонкой нитью с петлёй на конце и подвешивают на крючок электронных весов, полученное значение массы куска является массой в воздухе ($M_{в\ возд}$). Затем кусок погружают в наполненный водой стеклянный стакан так, чтобы

кусок был полностью погружён в воду, но не касался стенок и дна стакана. Полученное значение массы является массой куска в воде ($M_{\text{в воде}}$).

Кроме того, необходимо описать внешний вид куска, определить его геометрические размеры (lxbxh). Определить вид формы куска (шарообразная, округлая, угловатая, продолговатая, пластинчатая, игольчатая). По измеренным геометрическим размерам приблизительно определить площадь поверхности ($F_{\text{куска}}$) как сумму площадей всех граней. Определить размеры (диаметры) куска: среднеарифметический, среднегеометрический, максимальный. Результаты взвешиваний и измерений заносят в таблицу 1.1. Рекомендуется формировать общую таблицу на бригаду, которую в дальнейшем представляют в отчёте.

Таблица 1.1 – Результаты измерений

Образец	**Масса, г**		**Объём куска, см^3**	**Геометрические размеры куска, мм**			**$F_{\text{куска}}$, мм^2**	**Диаметр куска, мм**		
	в воздухе $M_{\text{в возд}}$	**в воде** $M_{\text{в воде}}$		***l***	***b***	***h***		$d_{\text{ср}}$	$d_{\text{геом}}$	d_{max}
1	3,825	2,125	1,700	20	25	12	1560	19	18,7	31
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

Обработка результатов опытов

Объём воды, вытесненной куском, согласно закону Архимеда, численно равен объёму куска. Для нахождения объёма куска рассчитывают массу (и объём) вытесненной куском воды, г:

$$M_{\text{воды}} = V_{\text{воды}}\,\rho_{\text{воды}} = M_{\text{в возд.}} - M_{\text{в воде}} = V_{\text{куска}}. \qquad (1.1)$$

Плотность куска вычисляют по формуле, г/см^3:

$$\delta = M_{\text{в возд}} / V_{\text{куска}}. \qquad (1.2)$$

Полученное значение необходимо перевести в единицы СИ, кг/м^3.

Для найденной плотности куска необходимо вычислить «эквивалентный» диаметр $d_{\text{э}}$ (см), определяемый из равенства

$$V_{\text{куска}} = \frac{\pi d_{\text{э}}^{3}}{6},$$

откуда

$$d_{\text{э}} = \sqrt[3]{6V_{\text{куска}}/\pi}. \qquad (1.3)$$

Полученное значение необходимо перевести в единицы СИ, м.

Результаты расчётов записывают в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 – Результаты расчётов

Образец	$V_{куска}$, **м^3**	**δ, кг/м^3**	$d_э$, **м**	$F_{куска}$, **м^2**	$F_{шара}$, **м^2**	ω^F, **д. ед.**	**Удельная поверхность, $S_{уд}$, м^2/кг**	
							шара	**куска**
1	$V_{куска1}$	δ_1	$d_{э1}$	$F_{куска1}$	$F_{шара1}$	ω^F_1	$S_{уд.\ шара1}$	$S_{уд.\ куска1}$
2	$V_{куска2}$	δ_2	$d_{э2}$	$F_{куска2}$	$F_{шара2}$	ω^F_2	$S_{уд.\ шара2}$	$S_{уд.\ куска2}$
…	…	…	..	…	…	…	…	…

Так как те же самые образцы минералов (материалов) будут использованы в лабораторной работе № 2, необходимо выполнить дополнительные вычисления для каждого из образцов, а именно, определить площадь поверхности эквивалентного шара ($F_{шара}$), коэффициент сферичности куска (ω^F), удельные поверхности эквивалентного шара ($S_{уд.\ шара}$) и куска ($S_{уд.\ куска}$).

Расчёты следует выполнять по формулам:

Площадь поверхности эквивалентного шара $F_{шара}$, м^2:

$$F_{шара} = \pi d_э^2.$$

Коэффициент сферичности ω^F, д. ед:

$$\omega^F = F_{шара} / F_{куска},$$

где $F_{куска}$ – площадь поверхности куска, м^2, вычисляемая как сумма площадей поверхностей всех граней куска.

Удельная поверхность эквивалентного шара $S_{уд.\ шара}$, м^2/кг:

$$S_{уд.шара} = \frac{F_{шара}}{V_{куска}(\delta_{куска} - 1000)},$$

где δ – плотность куска, кг/м^3.

Удельная поверхность куска, $S_{куска}$, м^2/кг:

$$S_{куска} = S_{уд.шара} / \omega^F.$$

Результаты расчётов записывают в таблицу 1.2. Полученные значения понадобятся при выполнении лабораторной работы №2. Отчёт и вывод у этих работ общие.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЕЧНЫХ СКОРОСТЕЙ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ КУСКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В ВОДЕ

Цель работы – экспериментальное и расчётное определение величин конечных скоростей свободного падения ($v_{0пр}$ и $v_{0теор}$) кусков минералов и материалов.

Пояснение к работе

Величина экспериментальной конечной скорости падения ($v_{0пр}$) вычисляется как отношение расстояния между двумя горизонтальными плоскостями, которое проходит кусок минерала при свободном падении в воде, к времени прохождения этого расстояния. Точность определения величин $v_{0пр}$ зависит от точности замера времени прохождения высоты и соблюдения условий свободного падения. При анализе полученных результатов следует помнить, что частицы неправильной формы всегда имеют значение $v_{0пр}$ меньше, чем $v_{0теор}$ – конечной скорости падения эквивалентного по объёму шара.

Необходимые материалы, оборудование и инструменты

- куски минералов и материалов с определёнными в работе № 1 величинами δ и $d_э$;
- труба со смотровыми окнами, доверху заполненная водой (уровень воды в трубе на 2-3 см ниже верхнего среза трубы);
- секундомер;
- мерная линейка или рулетка.

Методика проведения опытов

Включают освещение смотровых окон трубы. Замеряют время падения каждого куска в трубе от верхней до нижней метки. Для этого минерал погружается рукой в воду в центре трубы, затем отпускается. При прохождении минералом верхней отметки включают секундомер, при прохождении нижней – отключают. Время падения каждого куска (T) записывают в таблицу 2.1.

Замеряют расстояние (H) между верхней и нижней метками на трубе. Рассчитывают практические величины $v_{0пр}$ для каждого куска, м/с:

$$v_{0\,пр} = H/T. \qquad (2.1)$$

Полученные значения записывают в таблицу 2.1. Рекомендуется выполнять общую таблицу на бригаду.

Таблица 2.1 – Результаты измерений

Образец	**Плотность куска, кг/м^3**	**Эквивалентный диаметр, м**	**Путь (высота падения), м**	**Время падения, с**	**Практическая скорость, м/с**
1	δ_1	$d_{э1}$	H	T_1	$v_{0пр1}$
2	δ_2	$d_{э2}$		T_2	$v_{0пр2}$
…	..	…		…	…

По полученному значению $v_{0пр}$ рассчитывают величину удельной поверхности каждого куска, м^2/кг:

$$S_{\text{уд. куска}} = \frac{\sqrt{\Delta^2 v_{0пр}^4 + 512\mu g(\delta - \Delta)v_{0пр}} - \Delta v_{0пр}^2}{16\mu(\delta - \Delta)v_{0пр}}, \qquad (2.2)$$

где $v_{0\ пр}$ – практическая скорость падения, м/с; Δ – плотность воды, принять равной 1000 кг/м^3; μ – динамический коэффициент вязкости воды, принять равным 0,001 Па·с; g – ускорение свободного падения, принять равным 9,81 м/с^2.

Полученная величина должна быть близка к удельной поверхности куска, полученной в предыдущей работе.

Так же как и в предыдущей работе, нужно определить коэффициент сферичности частицы ω^v, д. ед.:

$$\omega^v = \frac{S_{\text{уд.шара}}}{S_{\text{уд.куска}}},. \qquad (2.3)$$

где $S_{\text{уд. шара}}$ определено в предыдущей работе; $S_{\text{уд. куска}}$ вычислено по формуле (2.2).

Полученное значение коэффициента сферичности ω^v необходимо сравнить с коэффициентом ω^F, полученным в предыдущей работе.

Затем, используя значение $S_{\text{уд. шара}}$, рассчитывают $v_{0теор}$ по формуле, м/с:

$$v_{0теор} = \frac{4(\delta - \Delta)\, S_{\text{уд.шара}}}{\Delta}\left(\sqrt{\mu^2 + \frac{g \cdot \Delta}{(\delta - \Delta)^2 S_{\text{уд.шара}}^3}} - \mu\right). \qquad (2.4)$$

Для найденного значения $v_{0пр}$ рассчитывают время (τ_0) достижения конечной скорости падения для каждого образца и путь (h_0), пройденный частицей до достижения этой скорости:

$$\tau_0 = \frac{2{,}5\, v_{0\text{пр}}\, \delta}{(\delta - \Delta)\, g}; \qquad (2.5)$$

$$h_0 = \frac{1{,}8\, v_{0\text{пр}}^2\, \delta}{(\delta - \Delta)\, g}. \qquad (2.6)$$

Результаты всех расчётов записывают в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Результаты расчётов

Образец	$S_{\text{уд. куска}}$, **м^2/кг**	ω^v, **д. ед.**	$v_{0\text{теор}}$, **м/с**	τ_0, **с**	h_0, **м**
1	$S_{\text{уд. куска1}}$	ω^v_1	$v_{0\text{теор1}}$	τ_{01}	h_{01}
2	$S_{\text{уд. куска2}}$	ω^v_2	$v_{0\text{теор1}}$	τ_{02}	h_{02}
…	…	…	…	…	…

Оформление отчёта

По лабораторным работам № 1 и № 2 оформляют единый отчёт, состоящий из двух разделов.

В отчёте представляют все результаты измерений и расчётов в табличной форме (общие таблицы на бригаду), а также расчёты с приведением расчётных формул и результатами измерений на примере индивидуально полученных образцов.

Необходимо привести таблицу для сравнения результатов, полученных в лабораторной работе № 1 и № 2 (таблица 2.3).

В выводе нужно сравнить полученные результаты расчёта и указать на причины различия этих значений.

Таблица 2.3 – Сравнение результатов расчётов

Образец	**Удельная поверхность куска, м^2/кг**		**Коэффициент сферичности, д. ед.**		**Конечная скорость падения куска, м/с**	
	л/р №1	***л/р №2***	***л/р №1***	***л/р №2***	$v_{0\text{пр}}$	$v_{0\text{теор}}$
1	$S_{\text{уд. куска1}}$	$S_{\text{уд. куска1}}$	ω^F_1	ω^v_1	$v_{0\text{пр1}}$	$v_{0\text{теор1}}$
2	$S_{\text{уд. куска2}}$	$S_{\text{уд. куска2}}$	ω^F_2	ω^v_2	$v_{0\text{пр2}}$	$v_{0\text{теор1}}$

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ РУД И МИНЕРАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ПИКНОМЕТРА

Цель работы – практическое знакомство с одним из методов определения плотности руд и минералов, а именно с определением плотности тонкоизмельчённых материалов.

Пояснение к работе

При использовании этого метода достаточно знать объём пикнометра, массу исследуемого материала, помещаемого в пикнометр, массу воды в объёме пикнометра и массу воды, вытесненной из пикнометра исследуемым минералом. Плотность воды рассчитывают как отношение её массы в объёме пикнометра к объёму последнего ($V_{пик}$). По массе воды, вытесненной из пикнометра навеской, рассчитывают её объём – отношение этой массы к плотности жидкости. Это и будет объёмом исследуемой навески. Плотность исследуемого материала находят как отношение массы навески исследуемого материала к его объёму.

Перед взвешиванием пикнометра с минералом и жидкостью необходимо тщательным перемешиванием (взбалтыванием) или кипячением полностью удалить пузырьки воздуха из исследуемого материала, иначе плотность его будет определена меньшей, чем действительная.

Результаты исследования зависят от точности взвешивания, поэтому необходимо производить взвешивание с точностью ± 0,001 г.

Необходимые материалы, оборудование и инструменты

- пикнометр известного объёма;
- электронные весы;
- исследуемая руда или минерал крупностью 0,1-0 мм (выдаётся преподавателем).

Методика выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо составить таблицу результатов измерений (таблица 3.1), куда следует записывать результаты всех взвешиваний. Объём пикнометра в миллилитрах ($V_{пик}$) указан на нём (1 мл=1 $см^3$).

Таблица 3.1 – Результаты измерений

Масса пикнометра, г			
сухого	**с материалом**	**с материалом и водой**	**с водой**
M_1	M_2	M_3	M_4

1. Взвешивают сухой пикнометр. Массу записывают (M_1).

2. В сухой пикнометр помещают исследуемый материал так, чтобы он занимал от четверти до половины объёма пикнометра, после чего взвешивают пикнометр с исследуемым материалом. Массу записывают (M_2).

3. В пикнометр с исследуемым материалом наливают жидкость (воду) так, чтобы смочить материал, но не до полного объёма. Содержимое пикнометра тщательно взбалтывают, затем пикнометр дополняют жидкостью до метки на горлышке пикнометра. Взвешивают пикнометр с материалом и водой. Массу записывают (M_3).

4. Пикнометр освобождают от исследуемого материала, промывают жидкостью (водой), заполняют этой жидкостью до метки и взвешивают. Массу записывают (M_4).

Используя полученные массы, производят расчёты, результаты которых записывают в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Результаты расчётов

Масса, г				**Плотность жидкости, г/см^3**	**Объём навески, см^3**	**Плотность материала, г/см^3**
навески	**воды**					
	в пикнометре	**в пикнометре с материалом и водой**	**вытесненной навеской**			
$M_{\text{навески}}$	$M_{\text{воды}}$	M'	M''	Δ	$V_{\text{навески}}$	$\delta_{\text{навески}}$

$M_{\text{навески}} = M_2 - M_1$ – масса навески, г;

$M_{\text{воды}} = M_4 - M_1$ – масса воды в пикнометре, г;

$M' = M_3 - M_{\text{навески}}$ – масса воды в пикнометре с материалом и водой, г;

$M'' = M_4 - M'$ – масса воды, вытесненной навеской, г;

$\Delta = M_{\text{воды}} / V_{\text{пик}}$ – плотность жидкости (воды), г/см^3;

$V_{\text{навески}} = M'' / \Delta$ – объём вытесненной жидкости (объём навески), см^3;

$\delta_{\text{навески}} = M_{\text{навески}} / V_{\text{навески}}$ – плотность материала, г/см^3.

Оформление отчёта

В отчёте представляют все результаты взвешиваний и расчёты в табличной форме. Найденные значения плотности материалов необходимо перевести в единицы СИ. По значению найденной плотности и методом визуальной диагностики определить предположительно исследуемый минерал или руду. В выводе указать вид материала (руды).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЕЧНЫХ СКОРОСТЕЙ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ МЕЛКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ЗЁРЕН В ВОДЕ

Цель работы – экспериментальное определение конечных скоростей свободного падения мелкозернистых минералов.

Пояснение к работе

Практическая конечная скорость свободного падения ($v_{0пр}$) определяется для узкого класса крупности частиц. Поэтому необходимо определить эту величину для первой группы зёрен (3-10 зёрен), имеющих максимальный размер в этом классе крупности. Размер этих зёрен ($d_э$) следует принимать равным размеру квадратной ячейки сита, через которое прошёл этот класс при просеивании.

При расчёте теоретических значений $v_{0теор}$ следует рассчитывать $S_{уд}$ для $d_э$ по формулам (2.2) и (2.5) соответственно (см. лабораторную работу № 2).

Необходимые материалы, оборудование и инструменты

- исследуемый материал с известной плотностью (выдаётся преподавателем);
- вертикально установленная стеклянная труба, заполненная водой, имеющая верхнюю и нижнюю метки;
- рулетка или мерная линейка;
- секундомер;
- вибровстряхиватель с набором сит.

Методика проведения работы

От исследуемого материала отбирают навеску массой 20-25 г и просеивают на механическом встряхивателе на стандартном наборе сит в течение 10 мин.

Размер наибольших частиц в классе ($d_э$) принимается равным размеру отверстий верхнего сита, через которое прошёл данный класс крупности.

Каждый полученный класс (кроме первого и последнего) помещают в фарфоровую чашку и смачивают водой.

Порция смоченного материала определённого класса загружается в стеклянную трубу по центру. При прохождении группой первых минералов (3-10 зёрен) верхней отметки включается секундомер; при прохождении нижней – выключается. Такие замеры производятся с каждым классом крупности не менее трёх раз для расчёта средней скорости падения.

Вычисляется фактическая скорость свободного падения v_0:

$$v_0 = S/t, \qquad (4.1)$$

где S – путь, пройденный наиболее крупными частицами каждого класса (расстояние между метками на трубе), м; t – время падения частиц, с.

Средняя практическая скорость свободного падения рассчитывается как среднее арифметическое.

Результаты измерений записывают в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Результаты измерений

Класс крупности, мм	**Наибольший размер зерна в классе $d_э$, м**	**Путь, пройденный частицами S, м**	**Время падения частиц t, с**	**Практическая скорость свободного падения $v_{0пр}$, м/с**	
				частная	**средняя**
$-d_1+d_2$	d_1	S	t_1	v_{01}	$v_{0пр1}$
			t_2	v_{02}	
			t_3	v_{03}	
$-d_2+d_3$	d_2		…	…	$v_{0пр2}$
			…	…	
			…	…	
$-d_3+d_4$	d_3		…	…	$v_{0пр3}$

Приняв плотность воды 1000 кг/м^3, коэффициент динамической вязкости 0,001 Па·с и ускорение свободного падения 9,81 м/с^2, для наибольшего размера частиц в каждом классе ($d_{эi}$) рассчитывают:

удельную поверхность шара, м^2/кг:

$$S_{\text{уд.шара } i} = \frac{6}{d_{эi}(\delta - 1000)};$$

удельную поверхность частицы, м²/кг:

$$S_{\text{уд. частицы } i} = \frac{\sqrt{10^6 v_{0\text{пр}i}^4 + 5{,}023(\delta - 1000)v_{0\text{пр}i}} - 1000v_{0\text{пр}i}^2}{0{,}016(\delta - 1000)v_{0\text{пр}i}},$$

где $v_{0\text{пр }i}$ – средняя практическая скорость свободного падения, м/с;

коэффициент сферичности, д. ед.:

$$\omega_i = \frac{S_{\text{уд.шара}\,i}}{S_{\text{уд.частицы}i}};$$

затем, по универсальной формуле

$$v_{0\text{теор}} = \frac{(\delta - 1000)\, S_{\text{уд.частицы }i}}{250}\left(\sqrt{10^{-6} + \frac{9810}{(\delta - 1000)^2 S^3_{\text{уд.частицы }i}}} - 0{,}001\right)$$

рассчитывают значение теоретической конечной скорости свободного падения, $v_{0\text{теор}}$, м/с, а также время, требуемое для достижения этой скорости, с:

$$\tau_0 = \frac{2{,}5\, v_{0\text{пр}}\, \delta}{(\delta - 1000)\, g}$$

и путь, пройденный частицей до достижения этой скорости, м:

$$h_0 = \frac{1{,}8\, v_{0\text{пр}}^2\, \delta}{(\delta - 1000)\, g}.$$

Результаты расчётов записывают в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты расчётов

Наибольший размер зерна в классе d_i, м	**Удельная поверхность $S_{\text{уд}}$, м²/кг**		**Коэффициент сферичности ω, д. ед.**	**Скорость падения $v_{0\text{теор}}$, м/с**	**Время τ_0, с**	**Путь h_0, м**
	шара	**частицы**				
d_1	$S_{\text{уд. шара 1}}$	$S_{\text{уд. частицы 1}}$	ω_1	$v_{0\text{теор}1}$	τ_{01}	h_{01}
d_2	$S_{\text{уд. шара 2}}$	$S_{\text{уд. частицы 2}}$	ω_2	$v_{0\text{теор}2}$	τ_{02}	h_{02}
d_3	$S_{\text{уд. шара 3}}$	$S_{\text{уд. частицы 3}}$	ω_3	$v_{0\text{теор}3}$	τ_{03}	h_{03}

Оформление отчёта

В отчёте следует представить все расчёты с приведением формул и результатов замеров.

Дать анализ табличных данных:

1) указать ошибки определения значений $v_{0пр}$;

2) объяснить причины расхождения практических и теоретических значений скоростей свободного падения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ФРАКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ УГЛЯ

Цель работы – практическое знакомство с методикой определения фракционного состава угля и освоение навыка построения кривых обогатимости.

Пояснение к работе

Фракционный анализ угля – это разделение угля по плотности на фракции, осуществляемое в тяжёлых средах с известной плотностью (растворы $ZnCl_2$ различной концентрации). По выходам различных фракций и их зольностям строят кривые обогатимости, позволяющие решать различные задачи, связанные с выбором и расчётом технологических схем обогащения и параметров процесса обогащения. В данной работе фракционный состав угля определяется студентами, а зольность фракций задаётся преподавателем. По этим данным строятся кривые обогатимости угля по методике /2/.

Необходимые материалы, оборудование и инструменты

- набор бачков с растворами хлористого цинка различной плотности; плотность раствора указана на каждом бачке;
- дешламационный бачок с сетчатым дном;
- бачки для ссыпания фракций различной плотности;
- технические весы для взвешивания исходной навески угля и фракций различной плотности;
- сетчатый черпак для снятия всплывших фракций;
- резиновые перчатки для каждого члена бригады.

Методика проведения работы

Методика определения фракционного состава угля подробно описана в ГОСТ 4790-93 (ИСО 7936-92). Исследуемую навеску угля засыпают в дешламатор (бачок с сетчатым дном) и подвергают дешламации орошением сильной струёй воды или встряхиванием дешламатора, после чего дешламатор опускают в бачок с раствором хлористого цинка наименьшей плотности. Всплывшую часть исследуемой навески снимают сетчатым черпаком, давая стечь в бачок

раствору хлористого цинка, и ссыпают в бачок с сетчатым дном, прополаскивают чистой водой, высушивают до воздушно-сухого состояния, взвешивают и массу каждой фракции записывают в рабочую тетрадь. После этого определяют процентный выход её от исходной навески. Плотность данной фракции будет меньше плотности раствора, в котором она всплыла.

Дешламатор вместе с потонувшей частью навески на дне вынимают из первого бачка, дают стечь раствору (в тот же бачок) и переносят в бачок с раствором последующей плотности. Со всплывшей и потонувшей частями поступают так же, как и в предыдущем случае. Плотность зёрен всплывшей части находится в пределах плотности смежных растворов.

Характеристику полученных элементарных фракций следует представить в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Характеристика элементарных фракций

Плотность фракций, кг/м^3	**Выход фракции**		**Массовая доля золы во фракции (зольность), %**	**Извлечение золы во фракцию, %**
	кг	**%**		
< 1300	m_1	γ_1	A_1^d	ε_1
1300-1400	m_2	γ_2	A_2^d	ε_2
1400-1500	m_3	γ_3	A_3^d	ε_3
1500-1600	m_4	γ_4	A_4^d	ε_4
1600-1700	m_5	γ_5	A_5^d	ε_5
>1700	m_6	γ_6	A_6^d	ε_6
Итого:	Σm_i	$\Sigma\gamma_i=100$	$\alpha = \Sigma(\gamma_i \cdot A_i^d) / \Sigma\gamma_i$	$\Sigma\varepsilon_i$

Зольность фракций для каждой бригады задаёт преподаватель, извлечение золы в каждую фракцию рассчитывают по формуле, %:

$$\varepsilon_i = \frac{\gamma_i \cdot A_i^d}{\alpha}, \qquad (5.1)$$

где γ – выход фракции, %; α – содержание золы в рядовом (исходном) угле, %; A^d – массовая доля золы во фракции, %; ε – извлечение золы во фракцию, %.

Результаты фракционирования пробы угля представляют в табличной форме (таблица 5.2).

Выходы всплывших и потонувших фракций рассчитывают суммированием, зольности – как средневзвешенные.

Таблица 5.2 – Фракционный состав угля

Плотность фракций, кг/м^3	**Элементарные фракции, %**		**Всплывшие фракции, %**		**Потонувшие фракции, %**	
	выход	**зольность**	**выход**	**зольность**	**выход**	**зольность**
< 1300	γ_1	A_1^d	γ_1	A_1^d	**$\Sigma\gamma_i$=100**	**α**
1300-1400	γ_2	A_2^d	…	…	…	…
1400-1500	γ_3	A_3^d	…	…	…	…
1500-1600	γ_4	A_4^d	…	…	…	…
1600-1700	γ_5	A_5^d	…	…	…	…
> 1700	γ_6	A_6^d	**$\Sigma\gamma_i$=100**	**α**	γ_6	A_6^d
Итого:	**$\Sigma\gamma_i$=100**	**α**	**-**	**-**	**-**	**-**

Оформление отчёта

В отчёте приводятся результаты фракционного анализа (см. таблицу 5.2), графические изображения кривых обогатимости с указанием точек, по которым строятся эти кривые. По кривым обогатимости следует определить технологические показатели разделения для заданных преподавателем условий. По виду кривой элементарных фракций и по расчёту коэффициента *Т* сделать вывод об обогатимости угля представленного фракционного состава.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

РАБОТА НА ПОРШНЕВОЙ ОТСАДОЧНОЙ МАШИНЕ

Цель работы – практическое знакомство с устройством поршневой отсадочной машины, регулирование и определение технологических параметров работы машины.

Необходимые материалы, оборудование и инструменты

- поршневая отсадочная машина;
- обогащаемый материал (по указанию преподавателя);
- технические весы;
- металлическая линейка;
- мерный цилиндр ёмкостью 1000–2000 см^3;
- ёмкость для замера воды (таз, ведро);
- секундомер;
- приёмные ящики для концентрата, промпродукта и породы.

Методика проведения работы

Регулирование работы отсадочной машины при настройке технологического процесса

Открывают краны транспортной и подрешётной воды и заполняют машину водой. Включают привод машины. Равномерно подают исходный материал в загрузочный ящик машины. Во время накопления постели в обоих отделениях машины производят регулирование объема подрешётной и транспортной воды посредством вентилей.

После того как высота постели во втором (промпродуктовом) отсадочном отделении достигнет уровня сливного порога, открывают заслонки окон для разгрузки породы и промпродукта. В момент поднятия заслонки включают секундомер. С этого момента начинается основной опыт. Высота поднятия заслонки первого (породного) отделения устанавливается таким образом, чтобы туда разгружалась только тяжёлая фракция и не попадали зёрна лёгкой. Контроль качества разгружаемой фракции осуществляется визуально. Заслонка второго отделения поднимается на такую высоту, чтобы через сливной порог машины уходила только лёгкая фракция (по визуальному наблюдению).

Работа машины при отрегулированном процессе отсадки

Равномерная загрузка продолжается до тех пор, пока приёмные отделения для тяжёлой и промпродуктовой фракций не заполнятся. На этом опыт заканчивается. В момент окончания загрузки выключают секундомер, привод машины отключают.

Определение технологических параметров отсадочной машины

После выключения машины определяют расход транспортной воды путём её отбора из шланга за определённый промежуток времени. Расход транспортной воды определяется по формуле, $м^3/ч$:

$$W_{тр} = 3{,}6\ V_t\ /t, \qquad (6.1)$$

где V_t – объём транспортной воды (л), отобранной за время t (с).

Объём воды определяют с помощью мерного цилиндра.

Точно так же определяют общий расход воды. Для этого слив (перелив) отсадочной машины собирают в таз (ведро) и определяют объём собранной воды. Расход подрешётной воды определяют, вычитая из общего расхода расход транспортной воды.

Привод машины выключают. Разгружают полученные продукты обогащения. После естественного дренирования продукты обогащения взвешивают и по их суммарной массе определяют производительность отсадочной машины по исходному продукту, т/ч:

$$Q = 3{,}6 \cdot \frac{M_{\text{к}} + M_{\text{пп}} + M_{\text{п}}}{t}, \qquad (6.2)$$

где $M_{\text{к}}$, $M_{\text{пп}}$, $M_{\text{п}}$ – масса концентрата, промпродукта и породы, кг;
t – время, с.

Линейкой замеряют размеры отсадочных сит, вычисляют их площадь и рассчитывают удельную производительность, т/(м^2·ч):

$$q = Q/F_{\text{отсад}}.$$

Результаты всех измерений заносят в таблицы 6.1 и 6.2. Зольность продуктов обогащения задаёт преподаватель.

Таблица 6.1 – Условия проведения опыта

Расход воды, м^3/ч			**Производительность по исходному, т/ч**	**Площадь отсадочных сит, м^2**	**Удельная производительность, т/(м^2·ч)**
общий	**транспортной**	**подрешётной**			
$W_{\text{общ}}$	$W_{\text{тр}}$	$W_{\text{подр}}$	Q	F	q

Таблица 6.2 – Технологические показатели отсадки

Наименование продуктов обогащения	**Масса, кг**	**Выход, %**	**Зольность, %**	**Извлечение золы, %**
Концентрат	$M_{\text{к}}$	$\gamma_{\text{к}}$	$A_{\text{к}}^{d}$	$\varepsilon_{\text{к}}$
Промпродукт	$M_{\text{пп}}$	$\gamma_{\text{пп}}$	$A_{\text{пп}}^{d}$	$\varepsilon_{\text{пп}}$
Порода	$M_{\text{п}}$	$\gamma_{\text{п}}$	$A_{\text{п}}^{d}$	$\varepsilon_{\text{п}}$
Итого:	**ΣM_i**	**$\Sigma\gamma_i$=100**	**α**	**$\Sigma\varepsilon_i$**

Анализ продуктов обогащения

В работе следует принять, что промежуточным продуктом при обогащении на лабораторной поршневой отсадочной машине является продукт плотностью 1400-1600 кг/м^3. Поэтому каждый продукт обогащения подвергают расслаиванию в тяжёлых жидкостях с плотностью 1400 кг/м^3 и 1600 кг/м^3 на предмет засорения частицами двух других продуктов. Например, засорение концентрата оценивают по содержанию частиц промпродукта и породы в нём.

Рассмотрим получение фракций с различными плотностями на примере концентрата. Всю массу концентрата, полученного в процессе отсадки, помещают в дешламатор и погружают в ёмкость с

тяжёлой жидкостью с плотностью 1400 кг/м^3, всплывшую часть взвешивают, полученная фракция является концентратной. Потонувшую часть погружают в ёмкость с тяжёлой жидкостью с плотностью 1600 кг/м^3, всплывшая часть является промпродуктовой фракцией в концентрате, потонувшая – породной. Полученные фракции взвешивают и вычисляют коэффициенты засорения. Аналогично поступают с остальными продуктами отсадки. Результаты записывают в таблицу 6.3. Коэффициент засорения вычисляют отношением массы какой-либо фракции в продукте к массе всего этого продукта.

Таблица 6.3 – Коэффициенты засорения

Продукт	**Масса, кг**				**Коэффициент засорения**		
	продукта	**фракции**					
		концентратная	**промпродуктовая**	**породная**	**концентратом**	**промпродуктом**	**породой**
Концентрат	$M_к$	$m_к^к$	$m_к^{пп}$	$m_к^п$	-	$m_к^{пп}/M_к$	$m_к^п/M_к$
Промпродукт	$M_{пп}$	…	…	…	…	-	…
Порода	$M_п$	…	…	…	…	…	-

Оформление отчёта

В отчёте необходимо привести схематическое изображение отсадочной машины, на которой производился опыт. В отчете приводят все таблицы и расчёты. Необходимо дать краткое описание проведения опыта с указанием методов регулирования процесса отсадки и сделать выводы об эффективности разделения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ТОНКОИЗМЕЛЬЧЁННЫХ МИНЕРАЛОВ СИТОВЫМ АНАЛИЗОМ И ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИЕЙ (СЕДИМЕНТАЦИОННЫМ АНАЛИЗОМ)

Цель работы – практическое знакомство с одним из методов гранулометрического анализа – гидравлической классификацией.

Пояснения к работе

Гидравлическая классификация используется для изучения гранулометрического состава тонкоизмельчённых продуктов, в случае, когда использовать ситовый анализ невозможно. Обычно этот метод используют как продолжение ситового анализа.

Исследуемую пробу подвергают ситовому анализу, затем самый мелкий класс (–0,071+0 мм) подвергают гидравлической классификации в классификаторе. При гидравлической классификации в восходящем потоке воды, при обеспечении условий свободного падения, происходит разделение минеральных частиц по их гидравлической крупности, т. е. по конечным скоростям свободного падения. При постоянном расходе воды в классификаторе скорость восходящего потока U в каждой камере классификатора будет равна отношению секундного расхода воды к площади сечения камеры.

В первой камере скорость восходящего потока U_1 по величине больше, чем во второй камере (U_2), а во второй – больше, чем в третьей (U_3) и т. д.

Если в первую камеру поместить исследуемую пробу, то по истечении некоторого времени в этой камере останутся частицы, имеющие скорость конечного падения, равную или большую U_1. Частицы наименьшего размера, оставшиеся в первой камере, характеризуются скоростью конечного падения v_{01}, численно равной U_1, крупность этих частиц будет равна d_1. Таким образом, в первой камере останутся частицы класса $+d_1$.

Во второй камере по истечении некоторого времени классификации останутся частицы класса $-d_1+d_2$, имеющие соответственно скорости $v_{01}>U_2$ и $v_{02} = U_2$. В третьей камере останутся частицы класса $– d_2+d_3$ и т. п.

Зная плотность исследуемого минерала и скорости восходящих потоков в каждой камере (U_1, U_2, U_3, U_4), можно рассчитать размеры наименьших частиц, остающихся в каждой камере, т. е. крупности разделения. Эти размеры рассчитываются по методике, приведённой ниже.

Необходимые материалы, оборудование и инструменты

- лабораторный гидравлический классификатор;
- исследуемый материал или руда (даётся преподавателем);
- вибровстряхиватель с набором сит, включающим сито с размером отверстий 200 меш (0,071 мм);
- мерный цилиндр объёмом не менее 0,5 л;
- секундомер;
- фарфоровая чаша;
- резиновая трубка длиной не менее 0,5 м.

Методика проведения работы

Пробу исследуемого измельчённого минерала (руды) массой 100-150 г рассеивают на вибровстряхивателе в течение 20 мин. Полученные классы крупности взвешивают. Результаты взвешивания записывают в таблицу 7.1. Класс –200+0 меш (0,071-0 мм) после взвешивания помещают в фарфоровую чашку и тщательно смачивают водой так, чтобы смочились все минеральные частицы.

Таблица 7.1 – Гранулометрический состав исследуемой пробы

Класс, мм	**Десятичный логарифм (lg) наибольшего размера зёрен в классе**	**Выход**		
		частный		**суммарный**
		г	**%**	**%**
Ситовый анализ				
+0,320 (+48 меш)	-	2,10	3,2	3,2
–0,320+0,230 (48–65 меш)	-0,49	65,63	10,4	13,6
–0,230+0,150 (65–100 меш)	-0,63	20,19	13,6	16,0
–0,150+0,100 (100–150 меш)	-0,82	15,44	16,0	18,8
–0,100+0,071 (150–200 меш)	-1,00	13,13	18,8	62,0
–0,071+0,000	-1,15	11,17	38,0	-
Итого:		**127,65**	**100,00**	-
Гидравлическая классификация				
0,071–d_{P1}	-1,15	3,56	12,1	74,1
d_{P1}–d_{P2}	lg (d_{P1})	2,73	9,3	83,4
d_{P2}–d_{P3}	lg (d_{P2})	2,12	7,2	90,6
d_{P3}–d_{P4}	lg (d_{P3})	1,47	5,0	95,6
d_{P4}–0	lg (d_{P4})	1,29	4,4	100,0
Итого:		**11,17**	**38,0**	**-**
Всего:		**-**	**100,0**	**-**

Готовят к анализу гидравлический классификатор.

Замеряют площадь поперечного сечения прямоугольных частей всех камер классификатора (F_i, см^2).

Определяют необходимый дебет (расход) воды (Д) для первой камеры классификатора с тем расчётом, чтобы крупность разделения (d_1) в восходящем потоке в первой камере для исследуемого минерала составила 0,040-0,060 мм (уточняется преподавателем).

Принимается (по согласованию с преподавателем) коэффициент сферичности частиц в исследуемой пробе (ω).

Задавшись крупностью разделения (d_{P1}) в первой камере, рассчитывают скорость восходящего потока в этой камере (U_1), численно равную скорости свободного падения частицы d_1. Для этого рассчитывают удельную поверхность частицы d_1, м^2/кг:

$$S_{\text{уд}} = \frac{6}{d_1 \cdot (\delta - 1000) \cdot \omega}. \qquad (7.1)$$

Рассчитывают величину конечной скорости свободного падения v_0 этой частицы, м/с:

$$v_{01} = \frac{4 \cdot (\delta - 1000)}{1000} S_{\text{уд}} \left(\sqrt{10^{-6} + \frac{9{,}81 \cdot 1000}{(\delta - 1000)^2 S_{\text{уд}}^3}} - 10^{-3} \right); \qquad (7.2)$$

или, см/с:

$$v_{01}{}^1 = v_{01} \cdot 100.$$

Рассчитывают дебет (Д) воды, необходимый для создания восходящего потока в первой камере классификатора, равный по величине $v_{01}{}^1$, см^3/с:

$$\text{Д} = v_{01}{}^1 \cdot F_1, \qquad (7.3)$$

где F_1 – площадь поперечного сечения первой камеры, см^2.

Устанавливают рассчитанный дебет воды в классификаторе. Для этого классификатор заполняют водой, устанавливают постоянный расход воды, и с помощью мерного цилиндра проверяют правильность установки. Дебет воды корректируют изменением высоты выпускного отверстия шланга, питающего классификатор.

Когда трёхкратным замером будет установлено, что дебет воды в классификаторе близок к расчётному, его регулирование прекращают. Для установленного дебета ($\text{Д}_\text{у}$) уточняют крупность разделения в первой и остальных камерах. Для этого рассчитывают скорости восходящих потоков:

$$v_{01} = \frac{\text{Д}_\text{у}}{S_1}; \; v_{02} = \frac{\text{Д}_\text{у}}{S_2}, \; \ldots \text{и т. д.}, \qquad (7.4)$$

где $\text{Д}_\text{у}$ – установленный дебет (расход) воды в классификаторе, м^3; S_1 и S_2 – площади поперечного сечения первой, второй и т. д. камер классификатора, м^2.

Затем рассчитывают $S_{\text{уд}1}$; $S_{\text{уд}2}$ и т. д., м^2/кг:

$$S_{\text{уд}i} = \frac{\sqrt{10^6 v_{01}^4 + 512 \mu g (\delta - 1000) v_{01}} - 1000 v_{01}^2}{16 \mu (\delta - 1000) v_{01}}. \qquad (7.5)$$

Наконец, рассчитывают величины крупностей разделения, м:

$$d_{\text{Р}i} = \frac{6}{S_{\text{уд}} (\delta - 1000) \omega}. \qquad (7.6)$$

Производят определение гранулометрического состава класса –200+0 меш (0,071–0 мм) исследуемой пробы. Для этого в работающий классификатор из фарфоровой чашки постепенно небольшими порциями через стеклянную воронку загружается исследуемая проба вместе с потоком воды.

После загрузки всей пробы классификатор оставляют работать до тех пор, пока во всех камерах вода вновь не станет прозрачной после помутнения. За это время (2–4 часа) в классификаторе осуществляется отмывка частиц класса минус $d_{Р4}$. Конец отмывки дополнительно контролируется с помощью фарфоровой чашки. Для этого чашка наполняется сливом классификатора, затем отстаивается в течение 5–10 минут. После отстаивания вода из чашки осторожно сливается почти полностью. Если при вращении воды на дне чашки будут визуально видны хотя бы несколько твёрдых частиц, то отмывка ещё не закончена. Отсутствие частиц твёрдого на дне фарфоровой чашки укажет на законченность процесса отмывки частиц класса $–d_{Р4}$+0 мм.

По окончании процесса классификации подача воды в классификатор прекращается. После отстаивания в течение 10-15 минут бóльшую часть воды из камер классификатора удаляют с помощью сифона (резиновой трубки). Осадок твёрдых частиц в каждой камере вместе с остатком воды разгружают в металлические чашки, камеры промывают небольшими порциями воды (промывы сливают в те же чашки). Полученные классы крупности высушивают в сушильном шкафу, взвешивают, результаты записывают в таблицу 7.1. Массу класса $d_{Р4}$–0 мм определяют вычитанием из массы загруженного в классификатор класса 0,071-0 мм массы полученных в осадках классов крупности, г:

$$M_{d\text{Р4-0}} = M_{0,071\text{-0}} - M_{d\text{-4}}. \qquad (7.7)$$

Определяют десятичный логарифм (lg) значений максимальных размеров зёрен в каждом классе крупности или гидравлическом классе. Найденные значения записывают в таблицу 7.1.

Оформление отчёта

В отчёте следует представить все расчёты с приведением формул и результатов замеров. На основании данных заполненной таблицы построить графики гранулометрического состава исследуемой пробы в полулогарифмической шкале (рисунок 7.1): 1) график част-

ных выходов; 2) график суммарных выходов. Дать характеристику грансостава исследуемой пробы.

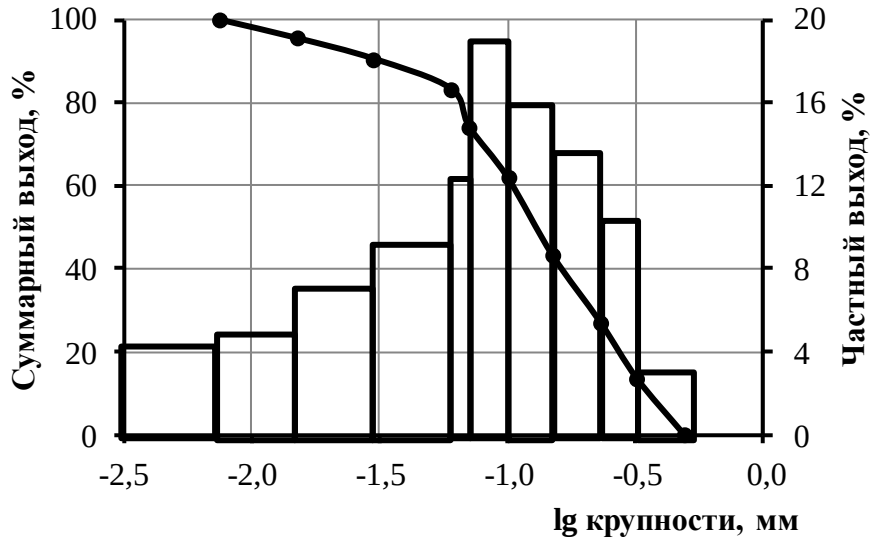


Рисунок 7.1 – Грансостав исследуемой пробы

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

РАБОТА НА СОТРЯСАТЕЛЬНОМ КОНЦЕНТРАЦИОННОМ СТОЛЕ

Цель работы – практическое знакомство с устройством концентрационного стола, регулирование и определение технологических параметров работы стола.

Пояснение к работе

Для оперативного регулирования процессом обогащения на столах пользуются изменением скорости и высоты смывного потока, которые зависят от расхода смывной воды и поперечного угла наклона деки стола. Веер продуктов обогащения на деке должен располагаться так, чтобы концентратная часть веера сходила с торца стола, а промпродуктовая и хвостовая – вдоль стола.

Для выполнения данной работы сначала осуществляют настройку процесса. При визуальном наблюдении добиваются хорошего веерообразования продуктов обогащения, регулируя процесс расходом смывной воды и углом поперечного наклона деки, затем проводят основной опыт с последующим расчётом полученных технологических показателей.

Необходимые материалы, оборудование и инструменты

- исследуемый материал (выдаётся преподавателем);
- концентрационный стол;
- сосуд для определения расхода воды;
- угломер;
- секундомер;
- мерная линейка;
- фарфоровая чашка;
- лабораторные весы.

Методика проведения работы

Регулирование работы стола при настройке технологического процесса

Для того чтобы провести основной опыт при постоянных параметрах, осуществляется предварительное регулирование основных параметров стола:

1) угла наклона стола;

2) количества смывной воды и воды для образования пульпы.

Число качаний деки стола в минуту и амплитуда качаний (величина хода стола) в данной работе не регулируются.

Для настройки стола берётся исходный материал в количестве 4-5 кг и осуществляется его обогащение на столе. При этом производится регулировка угла наклона стола и количество подаваемой на стол воды так, чтобы основная масса тяжелых минералов перешла в концентрат. Контроль качества выделяемых хвостов осуществляется с помощью фарфоровой чашки. Для этого в фарфоровую чашку отбирают небольшие порции слива со стола по его периметру, начиная от мест слива шламов и заканчивая точками выхода концентрата. Регулировку параметров стола можно считать законченной, если при изменении угла наклона и количества подаваемой на стол воды уменьшить потери тяжелых минералов с хвостами не удаётся.

После того как процесс будет отрегулирован, прекращается загрузка на стол обогащаемого материала и дорабатывается весь материал с деки стола. После этого начинается основной опыт.

Основной опыт

Для основного опыта берут навеску исходного материала в количестве 7-8 кг. Не изменяя параметров стола, полученных при предварительной регулировке, производят равномерную по времени

загрузку исходного материала на стол. При этом замеряют время загрузки (время работы стола при поступлении исходного материала). При работе стола собирают только концентрат. Массу хвостов определяют из уравнения баланса.

Определение параметров работы стола

После загрузки стол работает до тех пор, пока вся руда не сойдёт с деки стола. Затем стол останавливают и производят замеры:

1) расхода воды, подаваемой в загрузочный жёлоб;
2) расхода смывной воды;
3) амплитуды колебания стола;
4) частоты качания стола;
5) угла поперечного и продольного наклона деки стола.

Замеры расходов смывной воды и воды, подаваемой в загрузочный жёлоб, осуществляют с помощью любой ёмкости для сбора воды, секундомера и мерного цилиндра. Амплитуду качаний стола замеряют зарисовкой диаграммы движения деки на листе бумаги. Для этого линейкой измеряют расстояние между двумя максимальными пиками, полученное значение делят пополам. Частоту качаний стола в минуту определяют с помощью секундомера и зарисованной диаграммы движения деки стола. Диаграмму необходимо привести в отчёте. Углы продольного и поперечного наклона деки стола фиксируют с помощью угломера трёхкратным замером. За действительный угол наклона деки принимается среднее арифметическое трёх замеров.

Обработка результатов опытов

Производительность стола определяют по формуле, т/ч:

$$Q = 3{,}6\ q/t, \qquad (8.1)$$

где q – навеска руды для основного опыта, кг; t – длительность загрузки исходного материала на столе, с.

Расход воды, подаваемой в загрузочный жёлоб, м^3/ч:

$$W_3 = 3{,}6\ V/t, \qquad (8.2)$$

где V – количество воды, поступающей в загрузочный жёлоб за время t, л; t – продолжительность отбора воды V_1, с.

Отношение Т:Ж в питании определяется как Q / W_3.

Расход смывной воды, м^3/ч:

$$W_C = 3{,}6\ V_1/t_1.$$

где V_1 – количество воды, поступающей в жёлоб смывной воды за время t_1, л; t_1 – продолжительность отбора воды V_1, с.

От полученных концентрата и хвостов отбирают пробы по 100-150 г, высушивают, определяют их плотность с помощью пикнометра и рассчитывают коэффициент контрастности как отношение плотности полученных концентрата и хвостов:

$$К = \delta_к/\delta_х,$$

где $\delta_к$, $\delta_х$ – плотности тяжёлого и лёгкого продуктов разделения соответственно, определяемые с помощью пикнометра.

Оформление отчёта

В начале отчёта должна быть сформулирована цель работы.

Необходимо привести схематичное изображение концентрационного стола. Результаты опыта, результаты расчётов и замеров записывают в таблицы 8.1, 8.2.

Таблица 8.1 – Условия проведения опыта

Расход воды, м^3/ч		**Производительность по исходному, т/ч**	**Амплитуда качаний деки, мм**	**Частота качаний деки, мин$^{-1}$**	**Отношение Т:Ж в питании**	**Угол наклона деки стола, град.**	
смывной	**подаваемой в загрузочный жёлоб**					**продольный**	**поперечный**
$W_С$	$W_З$	Q	A	n	$Q / W_З$	φ_1	φ_2

Таблица 8.2 – Технологические показатели обогащения на концентрационном столе

Наименование продуктов обогащения	**Масса, кг**	**Выход, %**	**Массовая доля, %**	**Извлечение, %**	**Плотность, кг/м^3**
Концентрат	$M_к$	$\gamma_к$	β	$\varepsilon_к$	$\delta_к$
Хвосты	$M_х$	$\gamma_х$	ϑ	$\varepsilon_х$	$\delta_х$
Итого:	**ΣM_i**	**$\Sigma\gamma_i$=100**	**α**	**$\Sigma\varepsilon_i$**	**К**

В выводе следует проанализировать полученные результаты, приведя значения коэффициента контрастности (К), степени концентрации и извлечения тяжёлых минералов в концентрат.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

РАБОТА НА ВИНТОВОМ СЕПАРАТОРЕ

Цель работы – практическое знакомство с устройством и принципом действия винтового сепаратора, а также регулирование процесса обогащения на нём.

Необходимые материалы, оборудование и инструменты

- винтовой сепаратор с приёмником для продуктов обогащения;
- обогащаемый материал (по указанию преподавателя);
- секундомер;
- сосуд для определения расхода воды;
- металлическая линейка;
- фарфоровая чашка.

Методика проведения работы

Настройка сепаратора

Необходимо отрегулировать количество воды, подаваемой в питающий жёлоб для транспортирования исходного материала, и количество смывной воды, подаваемой с внутреннего борта сепаратора перед отсекателями.

Предварительную регулировку положения отсекателей выполняют так, чтобы ширина потока подаваемой в сепаратор воды была не меньше расстояния от внутреннего жёлоба до наружного вертикального борта сепаратора.

Работа сепаратора

Постепенно открывают шибер питателя бункера и одновременно в бункер подают воду для разжижения питания. Количество исходной пульпы, подаваемой в сепаратор, должно быть достаточным для равномерного распределения материала по всей ширине потока воды.

Одновременно с изменением количества пульпы вновь регулируют количество смывной воды, подаваемой с внутреннего борта сепаратора, и положение отсекателей. Отсекатели устанавливают таким образом, чтобы в первом разгрузочном (концентратном) отверстии получить относительно чистый концентрат (по визуальному наблюдению). Отсекатели второго и третьего разгрузочных отверстий (промпродуктовых) регулируют чистоту хвостов в сливе. Каче-

ство хвостов контролируют отбором проб с помощью фарфоровой чашки и визуального контроля.

После того как параметры сепаратора будут отрегулированы, ёмкости для сбора концентрата и промпродуктов разгружаются и проводится основной опыт.

Проведение опыта

Для основного опыта берётся навеска исходного материала в количестве 7-8 кг. Часть навески загружается в бункер сепаратора. Начало подачи материала в сепаратор отмечается по часам или включением секундомера. По мере разгрузки оставшийся исходный материал догружается в бункер. После выработки питания секундомер останавливается, фиксируется окончание опыта. При проведении основного опыта параметры работы сепаратора остаются постоянными и не регулируются. По окончании опыта из приёмников концентрата и промпродуктов сливают воду. Полученные продукты взвешивают. Данные заносят в таблицу 9.1. От каждого из полученных продуктов отбирают пробу массой 150-180 г. Пробы высушивают, и с помощью пикнометра определяют их плотности для расчёта коэффициента контрастности. Данные о массовой доле ценного компонента в продуктах обогащения задаёт преподаватель.

Таблица 9.1 – Технологические показатели обогащения на винтовом сепараторе

Наименование	**Масса, кг**	**Выход, %**	**Массовая доля ценного компонента, %**	**Извлечение, %**	**Плотность, кг/м^3**
Концентрат	$M_к$	$\gamma_к$	β	$\varepsilon_к$	$\delta_к$
Промпродукт 1	$M_{пп1}$	$\gamma_{пп1}$	$\beta_{пп1}$	$\varepsilon_{пп1}$	$\delta_{пп1}$
Промпродукт 2	$M_{пп2}$	$\gamma_{пп2}$	$\beta_{пп2}$	$\varepsilon_{пп2}$	$\delta_{пп2}$
Хвосты	$M_х$	$\gamma_х$	ϑ	$\varepsilon_х$	$\delta_х$
Исходный продукт	**ΣM_i**	**100,00**	**α**	**100,00**	**δ**

По окончании опыта замеряют следующие параметры сепаратора:

1) средний диаметр винтового жёлоба;

2) шаг спирали жёлоба;

3) расход смывной воды, подаваемой перед каждым из отсекателей, и расход воды, подаваемой в начало жёлоба (транспортной);

4) отношение Т:Ж в питании.

Расход смывной воды, транспортной воды, а также воды, подаваемой для разжижения твёрдого, замеряется путём отбора сливающейся из жёлоба воды за единицу времени в следующей последовательности:

1) при всех открытых кранах и зажимах;

2) при отключении воды, подаваемой в начало жёлоба;

3) при отключении сливной воды, подаваемой с внутреннего борта перед последним отсекателем, и т. д.

Расход воды, $м^3/ч$:

$$W = 3{,}6\ V/t,$$

где V – объём воды, поступающей за единицу времени t, л; t – время проведения опыта, с.

Производительность сепаратора, т/ч:

$$Q = 3{,}6\ q/t,$$

где q – навеска руды для опыта, кг; t – время проведения опыта, с.

Оформление отчёта

В отчёте следует привести в виде рисунка эскиз сепаратора и указать способы регулирования процесса обогащения в нем. Приводят краткое описание хода выполнения работы. Условия проведения опыта приводят в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Условия проведения опыта

Диаметр спирали жёлоба, м	**Шаг спирали жёлоба, м**	**Число витков винтового жёлоба**	**Производительность по исходному, т/ч**	**Т:Ж в питании**	**Расход воды, $м^3/ч$**				
					транспортной	**перед**			**общий**
						первым отсекателем	**вторым отсекателем**	**третьим отсекателем**	
D	*s*	*n*	*Q*	*Q/W*	W_T	W_1	W_2	W_3	*W*

В конце отчёта следует дать анализ полученных результатов. Для этого использовать следующие показатели: контрастность полученных продуктов по плотности, степень концентрации, извлечение тяжёлых минералов в концентрат и промежуточные продукты.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

РАБОТА НА ПОЛОЧНОМ ВОЗДУШНОМ СЕПАРАТОРЕ

Пояснение к работе

Воздушные сепараторы используют при обогащении руд, зёрна которых отличаются по форме (например, слюдосодержащие руды). Процесс разделения минералов основан на различии в скоростях витания пластинчатых частиц слюды и округлых зёрен породы. Воздушный сепаратор состоит из полочного устройства, включающего разгонную пластину разделительной камеры, и всасывающей воздушной камеры. Полочное устройство предназначено для предварительной стратификации минералов перед вводом в рабочую камеру. Угол наклона разгонной пластины зависит от коэффициентов трения разделяемых минералов. Для эффективного разделения целесообразно проводить предварительную классификацию обогащаемой руды. При сходе с полочного устройства в разделительную камеру пластины слюды и породные зёрна падают по разным траекториям. Благодаря налагаемому воздействию воздушного потока, отсасываемого в направлении под полку, усиливается различие в траекториях движения частиц. Пластины слюды увлекаются в циклон, остальная часть при помощи шиберов делится на три продукта: породу, промпродукт 1 и промпродукт 2. Порода выводится из процесса воздушной сепарации, промпродукт 1, содержащий сростки слюды и породы, поступает на доизмельчение и повторное обогащение, промпродукт 2, состоящий из чешуек слюды с некоторым количеством породы, возвращается в процесс воздушной сепарации как циркулирующий продукт. Скорость воздушного потока регулируется с помощью заслонки.

Необходимые материалы, оборудование и инструменты

- исследуемый материал (выдаётся преподавателем);
- воздушный полочный сепаратор с вентилятором;
- рулетка или мерная линейка;
- секундомер;
- угломер;
- анемометр;
-лабораторные весы.

Методика проведения работы

Настройка сепаратора

Устанавливаются заданные параметры (углы наклона полки и трамплина). В бункер сепаратора загружается навеска исследуемого материала (2-3 кг). Включается вентилятор и на полочное устройство сепаратора подаётся исходный материал. Во время движения материала производится регулировка процесса изменением скорости воздушного потока и положения шиберов. После регулировки параметров сепаратора приёмники для сбора продуктов разгружают и начинают основной опыт.

Проведение опыта

Для основного опыта берётся навеска исходного материала в количестве 5 кг. Навеска загружается в бункер сепаратора. С помощью секундомера определяется продолжительность опыта. При проведении основного опыта параметры работы сепаратора остаются постоянными.

По окончании опыта из приёмников разгружают полученные продукты (концентрат, промежуточные продукты и хвосты) и взвешивают. Полученные результаты разделения записывают в таблицу 10.1, условия проведения опыта – в таблицу 10.2.

Таблица 10.1 – Технологические показатели разделения на полочном воздушном сепараторе

Наименование продуктов	**Выход**		**Массовая доля полезного компонента, %**	**Извлечение, %**	**Насыпная плотность, кг/м^3**
	кг	**%**			
Концентрат	$M_к$	$\gamma_к$	β	$\varepsilon_к$	$\rho_к$
Промпродукт 1	$M_{пп1}$	$\gamma_{пп1}$	$\beta_{пп1}$	$\varepsilon_{пп1}$	$\rho_{пп1}$
Промпродукт 2	$M_{пп2}$	$\gamma_{пп2}$	$\beta_{пп2}$	$\varepsilon_{пп2}$	$\rho_{пп2}$
Хвосты	$M_х$	$\gamma_х$	ϑ	$\varepsilon_х$	$\rho_х$
Исходный продукт	$\boldsymbol{\Sigma M_i}$	**100,00**	**α**	**100,00**	**К**

Таблица 10.2 – Условия проведения опыта

Длина полки, см	**Длина трамплина, см**	**Ширина полки, см**	**Удельная производительность, т/(ч·м)**	**Угол наклона, град.**		**Скорость воздуха, м/с**
				полки	**трамплина**	
$L_п$	$L_т$	B	q	$\varphi_п$	$\varphi_т$	v

Обработка результатов опыта

Производительность сепаратора, т/ч:

$$Q = 3{,}6\ P/t, \qquad (10.1)$$

где P – навеска руды для основного опыта, кг; t – длительность загрузки исходного материала в сепаратор, с.

Удельная производительность, т/(ч·м):

$$q = Q/B, \qquad (10.2)$$

где B – ширина полки сепаратора, м.

Скорость воздушного потока замеряют при помощи анемометра и пересчитывают по тарировочному графику. Насыпные плотности исходного и получаемых продуктов определяют взвешиванием данных продуктов после определения объема, занимаемого материалом, в мерном цилиндре.

Оформление отчёта

Необходимо привести в виде рисунка схематичное устройство полочного воздушного сепаратора. Привести полученные результаты, проанализировать их.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11

РАБОТА НА ЦЕНТРОБЕЖНОМ КОНЦЕНТРАТОРЕ

Цель работы – практическое знакомство с устройством и принципом действия центробежного концентратора.

Пояснение к работе

Центробежные концентраторы находят применение для извлечения мелко- и тонкодисперсных частиц повышенной плотности, например, при переработке руд драгоценных металлов.

Принцип действия безнапорных центробежных сепараторов основан на разделении в пульпе частиц по плотности в центробежном поле, создаваемом за счёт вращения конусной чаши с пазами. При вращении чаши центробежная сила прижимает тяжёлые частицы к стенкам чаши, и они оседают в пазах концентратора, лёгкие частицы вместе с жидкой фазой поднимаются по боковым стенкам конусной чаши вверх, выбрасываются внутрь корпуса и удаляются из концентратора.

При работе центробежного концентратора под действием центробежной силы в пазы осаждаются не только тяжёлые, но и круп-

ные лёгкие частицы. Если не принимать никаких мер, то пазы быстро запрессовываются лёгкой фракцией, стенки чаши становятся практически гладкими и процесс накопления тяжёлых частиц прекращается. Для обеспечения эффективного разделения минералов в центробежных концентраторах осуществляется разрыхление материала в пазах конусной чаши, которое исключает запрессовку пазов и способствует удалению из них лёгких частиц.

Необходимые материалы, оборудование и инструменты

- центробежный концентратор;
- лабораторные весы;
- материал для обогащения – смесь кварцевого песка и пиритного концентрата одинаковой крупности (выдаётся преподавателем);
- анализатор проб;
- секундомер;
- сосуд для измерения расхода воды.

Методика проведения работы

Бригады получают одинаковые пробы исходного материала с заданной массовой долей пиритного концентрата.

Разделение на центробежном сепараторе выполняют при различном (заданной преподавателем) значении расхода разрыхляющей воды. Каждая из бригад выполняет опыт при индивидуально заданном режиме разделения.

В начале работы необходимо подключить концентратор к однофазному источнику электропитания 220 В и к источнику водоснабжения.

Запускают двигатель и с помощью частотного преобразователя устанавливают частоту вращения конусной чаши. Открывают кран для подачи в концентратор транспортной воды. С помощью мерного цилиндра определяют расход транспортной воды. Каждая из бригад придерживается одного и того же значения расхода транспортной воды.

Через турбулизатор при заданном для каждой бригады давлении подаётся разрыхляющая вода. Исходное питание подаётся в приёмную воронку концентратора. В момент начала подачи питания включают секундомер, отмечая начало опыта.

По окончании загрузки питания секундомер выключают. Затем осуществляют промывку материала в пазах разрыхляющей водой,

определив при этом время промывки. После промывки прекращают подачу транспортной и разрыхляющей воды в концентратор, затем останавливают чашу и с помощью рычага поднимают клапан на дне чаши. Частотным преобразователем устанавливают небольшую частоту вращения конуса, с помощью разрыхляющей воды осуществляют вымывание из пазов тяжёлой фракции, которая через специально предусмотренные отверстия удаляется из центробежного концентратора в приёмник концентрата.

Полученные в ходе опыта продукты разделения высушивают в сушильном шкафу, взвешивают, определяют их плотность с помощью пикнометра, вычисляют коэффициент концентрации. От каждого продукта отбирают навеску для анализа продуктов по массовой доле железа на рентгенофлуоресцентном сепараторе. Результаты разделения приводят в таблице 11.1. Условия проведения опыта приводят в таблице 11.2.

Обработка результатов опыта

Производительность сепаратора, т/ч:

$$Q = 3{,}6\ q/t, \qquad (11.1)$$

где q – масса исходной пробы, кг; t – время опыта, с.

Расход транспортной воды, $м^3$/ч:

$$W_{тр} = 3{,}6\ V/t, \qquad (11.2)$$

где V – объём воды, $см^3$; t – время, за которое набран объём V, с.

Таблица 11.1 – Технологические показатели разделения на центробежном концентраторе

Наименование продуктов	**Выход**		**Массовая доля полезного компонента, %**	**Извлечение, %**	**Плотность, кг/м^3**
	кг	**%**			
Тяжёлая фракция	$M_к$	$\gamma_к$	β	$\varepsilon_к$	$\delta_к$
Лёгкая фракция	$M_х$	$\gamma_х$	ϑ	$\varepsilon_х$	$\delta_х$
Исходный продукт	**ΣM_i**	**100,00**	***α***	**100,00**	**δ**

Таблица 11.2 – Условия проведения опыта

Частота вращения чаши, мин$^{-1}$	**Расход транспортной воды, м^3/ч**	**Расход разрыхляющей воды, м^3/ч**	**Производительность, т/ч**	**Т:Ж в питании**
n	$W_{тр}$	$W_р$	Q	$Q/W_{тр}$

Расход разрыхляющей воды $W_р$ определяют по графику зависимости расхода воды от давления в турбулизаторе.

Оформление отчёта

В отчёте следует привести эскиз центробежного концентратора, краткое описание опыта. Результаты опытов представить в виде зависимостей $\gamma_к=f(W_р)$, $\beta=f(W_р)$, $\varepsilon_к=f(W_р)$, в выводе проанализировать влияние расхода разрыхляющей воды на получаемые результаты разделения, определить его оптимальное значение для обогащаемого материала.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шохин, В. Н.* Гравитационные методы обогащения: учебник / В. Н. Шохин, А. Г. Лопатин – М.: Недра, 1993. – 350 с.

2. *Меринов, Н. Ф.* Гравитационные методы обогащения: конспект лекций / Н. Ф. Меринов – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. горного ун-та, 2005. – 205 с.

3. *Меринов, Н. Ф.* Гравитационные методы обогащения: методические указания / Н. Ф. Меринов. – 2-е изд., исправл. и доп. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008. – 31 с.

Учебное издание

Татьяна Юрьевна Овчинникова

ГРАВИТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ
для студентов специальности
130405 - «Обогащение полезных ископаемых» (ОПИ)
направления – 21.05.04 «Горное дело»

Редактор Устьянцева Л. В.

Компьютерная вёрстка *Т. Ю. Овчинниковой*

Подписано в печать 08.02.2016 г.
Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе
Печ. л. 2,375. Уч.-изд. л. 1,4. Тираж 100 экз. Заказ №13

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу
_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.09 ФЛОТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Бекчурина Е. А., доц., к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры
Обогащения полезных ископаемых
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Козин В. З.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета
горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу

_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.10 ИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Цыпин Е. Ф., проф., д.т.н.

Одобрена на заседании кафедры

Обогащения полезных ископаемых
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Козин В. З.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

горно-механического
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Е. Ф. Цыпин, Т. Ю. Овчинникова

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсовой работы
по дисциплине «Информационные методы ОПИ»
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Екатеринбург – 2018

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией
горно-механического
факультета
«18» октября 2018 г.

Председатель комиссии
_____проф. В. П. Барановский

Е. Ф. Цыпин, Т. Ю. Овчинникова

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсовой работы
по дисциплине «Информационные методы ОПИ»
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2018

Ц 96

Рецензент: *А. В. Колтунов*, кандидат технических наук,
доцент кафедры обогащения полезных ископаемых УГГУ.

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых» 4 октября 2018 г. (протокол № 2) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Цыпин Е. Ф., Овчинникова Т. Ю.

Ц 96 Информационные методы ОПИ. Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы по дисциплине «Информационные методы ОПИ» для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых» специальности 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения /Е. Ф. Цыпин, Т. Ю. Овчинникова; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – 57 с.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с учебной программой курса «Информационные методы ОПИ» и требованиями к расчёту схем и выбору оборудования при информационном обогащении.

Предназначено для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых специальности 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения.

© Цыпин Е. Ф., Овчинникова Т. Ю., 2018
© Уральский государственный
горный университет, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
1. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ 5
2. РАСЧЁТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ 7
2.1. Расчёт операций дробления и грохочения 7
2.2. Расчёт операций рентгенорадиометрической сепарации 12
2.3. Составление технологического баланса 18
3. РАСЧЁТ КАЧЕСТВЕННО-КОЛИЧЕСТВЕННОЙ СХЕМЫ 19
4. ВЫБОР И РАСЧЁТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ 20
4.1. Выбор и расчёт основного оборудования 20
4.1.1. Выбор и расчёт оборудования для дробления 20
4.1.2. Выбор и расчёт оборудования для грохочения 23
4.1.3. Выбор и расчёт оборудования для сепарации 28
4.2. Выбор и расчёт вспомогательного оборудования 29
4.2.1. Выбор и расчёт потребности в автотранспорте 29
4.2.2. Расчёт объёма приёмного бункера 30
4.2.3. Выбор грузоподъёмного и транспортного оборудования 30
4.3. Складирование исходной руды и готовой продукции 31
4.4. Составление схемы цепи аппаратов 31
5. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ 32
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ 40
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Исходные данные 41
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Технические характеристики дробилок 48
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Технические характеристики инерционных грохотов 51
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Технические характеристики рентгенофлуоресцентных сепараторов 52
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Условные обозначения 54
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Образец титульного листа 56
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Образец бланка задания на курсовую работу 57

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов специальности 21.05.04 – «Горное дело» специализации «Обогащение полезных ископаемых» всех форм обучения.

Целью выполнения курсовой работы является закрепление знаний, полученных при изучении дисциплины «Информационные методы ОПИ», и приобретение навыков расчёта схем обогащения и выбора технологического оборудования для информационного обогащения и оформления проектной документации в соответствии с существующими стандартами. Курсовая работа направлена на подготовку студента к решению практических задач.

Темой работы является расчёт схемы и выбор оборудования рудосортировочного комплекса для обогащения руды с использованием рентгенорадиометрической сепарации.

В задании, выдаваемом студенту, содержатся физико-механические характеристики исходной руды и фракционный состав сортируемых классов, производительность цеха по исходной руде, технологические показатели, необходимые для расчёта качественно-количественной схемы. Задание на курсовую работу выдает преподаватель.

Курсовая работа представляется на кафедру в виде сброшюрованной пояснительной записки, оформленной на листах формата А4. Пояснительная записка (ПЗ) курсовой работы является официальным документом и оформляется, как и предлагаемое пособие, в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95. Содержание пояснительной записки:

- титульный лист, подписанный студентом;
- задание;
- содержание;
- текстовая часть;
- графическая часть (качественно-количественная схема, схема цепи аппаратов оформляются на листах формата А3);
- список использованных источников.

Расчёты основных технологических показателей выходов и извлечений выполняются с точностью до десятитысячных, массовой доли – до тысячных процента.

1. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

Типовая технологическая схема предварительного обогащения с использованием рентгенорадиометрической сепарации включает операции крупного дробления, грохочения на машинные классы, раздельную рентгенорадиометрическую сепарацию каждого машинного класса.

Дробление исходной руды осуществляется в одну стадию.

Число машинных классов выбирается исходя из диапазона крупности обогащаемого рентгенорадиометрической сепарацией материала. При разбиении на машинные классы следует отдавать предпочтение выбору трёх классов с модулем шкалы грохочения не более 2,5. Если максимальный размер куска в питании сепарации менее 160 мм, можно в технологической схеме использовать два машинных класса.

Если выбрано три машинных класса, то при выборе границ классов следует придерживаться условия

$$d_{max1}/d_{min1} \geq d_{max2}(d_{min1})/d_{min2} > d_{max3}(d_{min2})/d_{min3},$$

где класс с индексом 1 – самый крупный; с индексом 2 – средний; с индексом 3 – мелкий машинный класс. Класс $-d_{min3}+0$ мм – несортируемый класс. Обычно применяют d_{min3}=25 мм. В дальнейшем d_{min3} обозначим как d_{min}, тогда границы мелкого машинного класса обозначим как $-d_2+d_{min}$.

Для предварительного обогащения различных руд могут применяться разные методы и оборудование. Наибольшее распространение получили следующие методы и соответствующее оборудование: рентгенофлуоресцентный (рентгеноспектральный), рентгеноабсорбционный, оптический, радиометрический.

Конечными продуктами рудосортировочного комплекса (цеха предварительного обогащения) являются концентрат, представляющий объединённые концентраты рентгенорадиометрической сепарации и несортируемый класс, и хвосты.

Технологическая схема рудосортировочного комплекса приведена на рисунке 1.

В данной курсовой работе предполагается, что покусковое распределение массовой доли полезного компонента во всех сортируемых машинных классах одинаково, то есть их фракционные составы идентичны. Это означает, что и массовые доли полезного компонен-

та в питании и продуктах всех сортируемых классов одинаковы, как показано на рисунке 1.

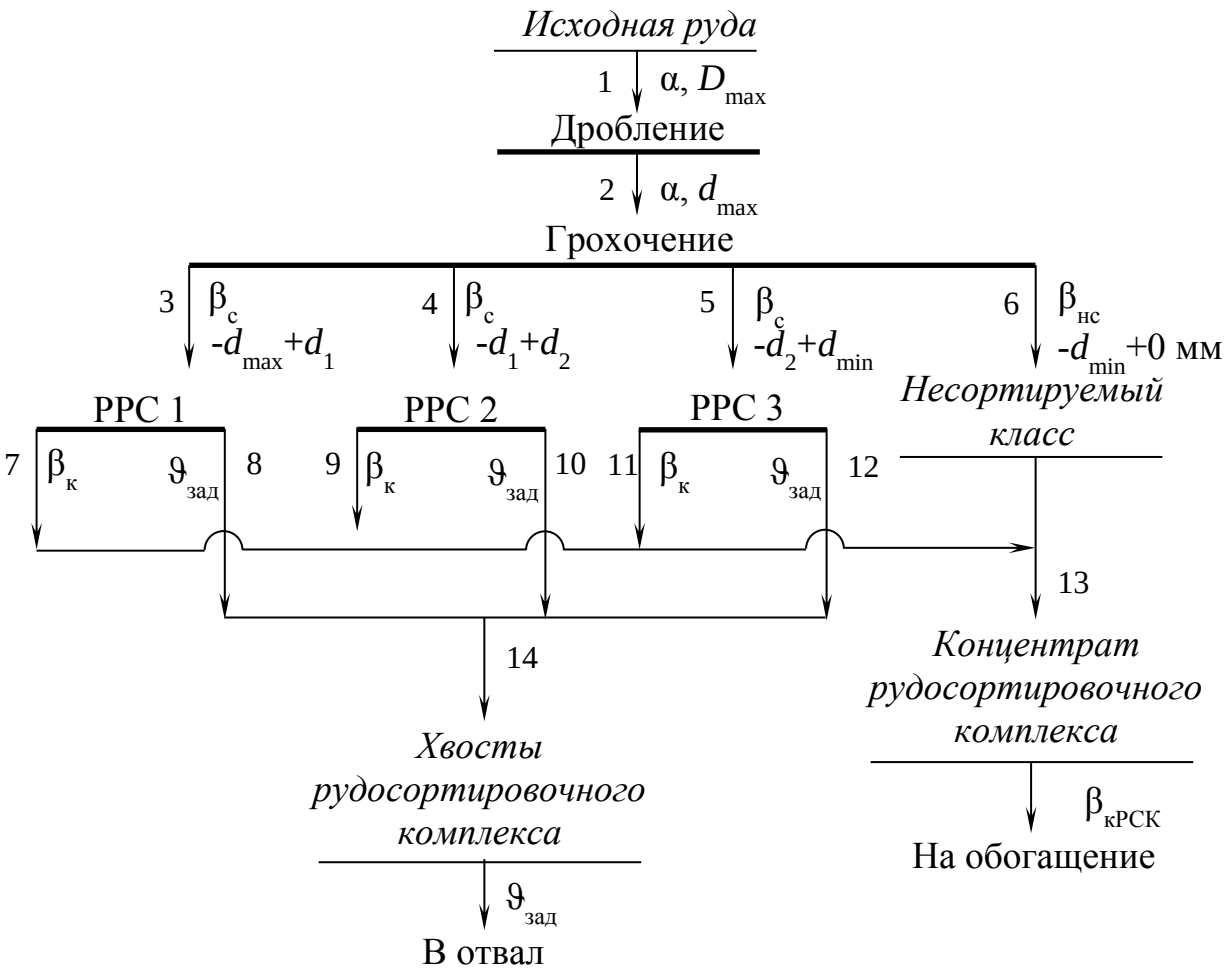


Рисунок 1 – Технологическая схема рудосортировочного комплекса с использованием рентгенорадиометрической сепарации

При дальнейших расчётах технологических показателей обогащения следует руководствоваться следующими соотношениями:

$$\beta_3=\beta_4=\beta_5=\beta_c; \quad \beta_6=\beta_{нс}; \quad \beta_7=\beta_9=\beta_{11}=\beta_к;$$

$$\beta_{13}=\beta_{кРСК}=(\gamma_7\beta_7+\gamma_9\beta_9+\gamma_{11}\beta_{11}+\gamma_6\beta_6)/(\gamma_7+\gamma_9+\gamma_{11}+\gamma_6);$$

$$\vartheta_8=\vartheta_{10}=\vartheta_{12}=\vartheta_{14}=\vartheta_{зад}.$$

Величину средневзвешенной массовой доли сортируемых классов β_c определяют по-разному для версий I и II.

Для версии I: β_c – это средневзвешенное значение массовой доли по всем кускам заданного фракционного состава сортируемых классов (таблица 3 приложения А).

Для версии II: β_c равно значению массовой доли в хвостах (ϑ) при суммарном выходе хвостов, равном 100 %, определяется по заданной кривой разделения $\gamma_x(\vartheta)$ (таблица 4 приложения А, например,

для второй цифры варианта «1» β_c=0,78 %).

При выделении несортируемого класса (индекс нс) следует учесть, что может существовать отличие массовой доли полезного компонента в машинных классах и несортируемом классе, выражаемое коэффициентом *K*, принимаемом по заданию (таблицы 3 и 4 приложения А, в зависимости от версии), в соотношении

$$\beta_б=\beta_{нс}= K\,\beta_c. \quad (1)$$

Тогда, при известных из фракционного состава сортируемых классов β_c и заданном *K* с учётом (1), выразим массовую долю полезного компонента в исходной руде из уравнения:

$$100\alpha = \gamma_\Sigma\cdot\beta_c+(100- \gamma_\Sigma)\, K\,\beta_c.$$

$$\alpha = (\gamma_\Sigma\,\beta_c +100\, K\,\beta_c - \gamma_\Sigma\, K\,\beta_c) / 100, \quad (2)$$

где $\gamma_\Sigma = (\gamma_3 + \gamma_4 + \gamma_5)$ – суммарный выход сортируемых классов.

Величину массовой доли компонента в хвостах выбирают по указанию преподавателя из соотношения $\vartheta_{зад}$=(0,2-0,4)α.

Массовые доли компонента в исходной руде и отвальных хвостах определяют после расчёта выходов продуктов операции грохочения.

2. РАСЧЁТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

2.1. Расчёт операций дробления и грохочения

Расчёт операций дробления и грохочения осуществляется по методикам, освоенным студентом при выполнении курсового проекта по дисциплине «Дробление, грохочение, измельчение».

В настоящей курсовой работе схема рудоподготовки перед рентгенорадиометрическим обогащением включает в себя одну операцию дробления в открытом цикле и одну операцию грохочения.

Исходная производительность цеха по питанию, крупность, крепость и насыпная плотность руды, гранулометрическая характеристика и размер максимального куска (D_{max}) исходной руды принимают согласно заданию по таблице 1 приложения А.

Дробление

Дробление исходной руды осуществляется в открытом цикле. Считается, что степень дробления при крупном дроблении составляет 3÷4.

Далее необходимо определить ширину разгрузочной щели дробилки (*s*) с использованием относительной максимальной крупности

Z_{max} по формуле

$$s = d_{max} / Z_{max}.$$

Расчёт щели производят с округлением до миллиметра, найденное значение сверяют с техническими данными дробилок при выборе оборудования (см. п. 4.1).

Следующим этапом расчёта операции дробления является построение гранулометрической характеристики дроблёного продукта.

В технологических схемах информационного обогащения исходная руда часто подвергается дроблению в открытом цикле. Вид гранулометрической характеристики дроблёного продукта, поступающего на грохочение, имеет вид несколько отличный от вида типовой характеристики разгрузки дробилки, приводимой в литературе.

Отличие обусловлено тем, что типовые характеристики приводятся для материала, из которого предварительно отсеяли класс крупностью меньше размера разгрузочной щели дробилки (*s*), в реальных же условиях операция предварительного грохочения может отсутствовать и дроблению подвергается вся исходная руда, следовательно, гранулометрическая характеристика продукта дробления будет расчётной. Для известных гранулометрического состава исходной руды и типового гранулометрического состава разгрузки дробилки расчёт характеристики дроблёного продукта сводится к определению выходов одинаковых классов крупности в обоих известных грансоставах и их сложению с учётом их доли в грансоставе исходной руды.

Гранулометрическая характеристика исходной руды задана в таблице 1 приложения А.

В схемах информационного обогащения чаще встречается дробление в щековых дробилках, нежели в конусных. В таблице 1 приведены типовые гранулометрические составы разгрузки дробилок для стадий крупного дробления для щековых и конусных дробилок.

Расчёт гранулометрической характеристики дроблёного продукта необходимо выполнять графо-аналитическим способом, включающем в себя:

- построение двух начальных гранулометрических характеристик – исходной руды и типовой разгрузки дробилки;
- определение по ним содержаний одинаковых классов крупности;
- вычисление расчётных точек гранулометрической характеристики дроблёного продукта с последующим её построением.

Таблица 1 – Типовые гранулометрические составы разгрузки дробилок для стадии крупного дробления

Крупность классов, мм	**Суммарный выход классов по плюсу, % с учётом крепости руды**					
	щековая (щ)			**конусная (к)**		
	м	**с**	**т**	**м**	**с**	**т**
0,2 *s*	80	87	93	80	84	87
0,4 *s*	60	74	81	60	68	73
0,6 *s*	42	57	67	44	53	60
0,8 *s*	29	40	51	23	35	45
1,0 *s*	17	27	36	13	23	33
1,2 *s*	10	17	25	5	13	20
1,4 *s*	4	9	15	-	6	12
1,6 *s*	1	5	8	-	2	5
1,8 *s*	-	<1	4	-	-	3
$d_{max}=Z_{max}\,s$	0	0	0	0	0	0
Z_{max}, отн. ед.	**1,65**	**1,85**	**2,00**	**1,40**	**1,80**	**2,10**

Пример построения всех трёх характеристик приведён на рисунке 2.

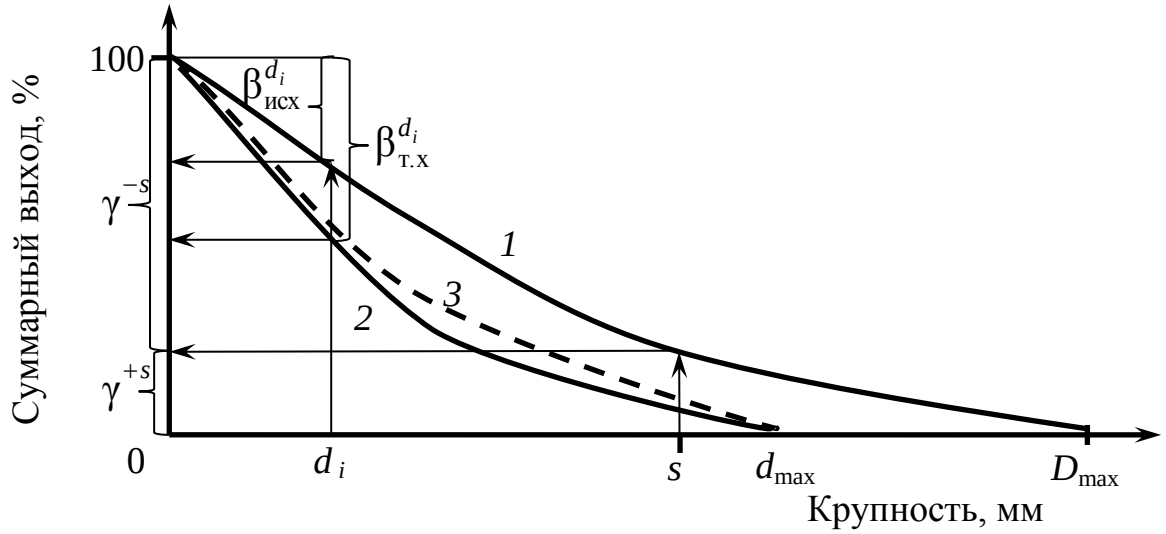


Рисунок 2 – Гранулометрические характеристики:

1 – исходной руды; *2* – типовая разгрузка дробилки; *3* – дроблёного продукта; D_{max} – максимальная крупность исходной руды, мм; *s* – размер разгрузочной щели дробилки, мм; d_{max} – максимальная крупность дроблёной руды; d_i – крупность *i*-го класса, мм (принять по правилу золотого сечения: 0,13*s*; 0,20*s*; 0,30*s*; 0,44*s*; 0,67*s*;)

Расчёт гранулометрической характеристики дроблёного продукта для каждого класса крупности осуществляется по формуле, %:

$$\beta_{\Sigma}^{d_i} = \begin{cases} \dfrac{\beta_{\text{исх}}^{d_i}\gamma^{-s} + \beta_{\text{т.х}}^{d_i}\gamma^{+s}}{100}, & \text{при} \quad d_i < s; \\ \dfrac{\beta_{\text{т.х}}^{d_i}\gamma^{+s}}{100}, & \text{при} \quad d_i \geq s, \end{cases} \qquad (3)$$

где γ^{-s} – выход класса $-s$ мм в исходной руде, %;

γ^{+s} – выход класса $+s$ мм в исходной руде, %;

$\beta_{\text{исх}}^{d_i}$ – массовая доля i-го класса по гранулометрической характеристике исходной руды, %;

$\beta_{\text{т.х}}^{d_i}$ – массовая доля i-го класса по типовой гранулометрической характеристике разгрузки дробилки, %;

$\beta_{\Sigma}^{d_i}$ – массовая доля i-го класса дроблёного продукта, %.

В курсовой работе рекомендуется следующий порядок построения гранулометрической характеристики дроблёного продукта:

1. Построить гранулометрическую характеристику исходной руды. Определить по ней выходы классов $-s$ и $+s$ мм.

2. По величине коэффициента крепости и способа крупного дробления (см. таблицу 1) построить типовую гранулометрическую характеристику разгрузки дробилки.

3. Определить массовые доли i-х классов по гранулометрическим характеристикам исходной руды и типовой разгрузки дробилки. Можно находить значения по ранее построенным графикам, либо по таблице методом линейной интерполяции. По формуле (3) рассчитать массовые доли i-х классов крупности в гранулометрической характеристике дроблёного продукта. Для удобства результаты рекомендуется оформлять в виде промежуточной таблицы вида:

d_i, мм	$\beta_{\text{исх}}^{d_i}$, %	$\beta_{\text{т.х}}^{d_i}$, %	$\beta_{\Sigma}^{d_i}$, %
0,13s	…	…	…
0,20s	…	…	…
0,30s	…	…	…
0,44s	…	…	…
0,67s	…	…	…
s	…	…	…

4. По полученным значениям построить гранулометрическую характеристику дроблёного продукта вида $\beta_{\Sigma}=f(d)$.

Грохочение

Основная задача при расчёте операций грохочения сводится к определению выходов машинных классов крупности.

Так как количество оборудования, устанавливаемого в схемах предварительного обогащения, должно быть минимально, в настоящей курсовой работе для рассева дроблёной руды рекомендуется предусмотреть установку трёхситного инерционного грохота с размерами ячеек сит, соответствующими границам машинных классов крупности.

Порядок определения выходов машинных классов крупности следующий:

По гранулометрической характеристике дроблёного продукта найти выходы (массовые доли) следующих классов в дроблёной руде: $\beta^{-d_{max}+d_1}$; β^{-d_1+0}; $\beta^{-d_1+d_2}$; β^{-d_2+0}; $\beta^{-d_2+d_{min}}$; $\beta^{-d_{min}+0}$) при идеальном грохочении (рисунок 3).

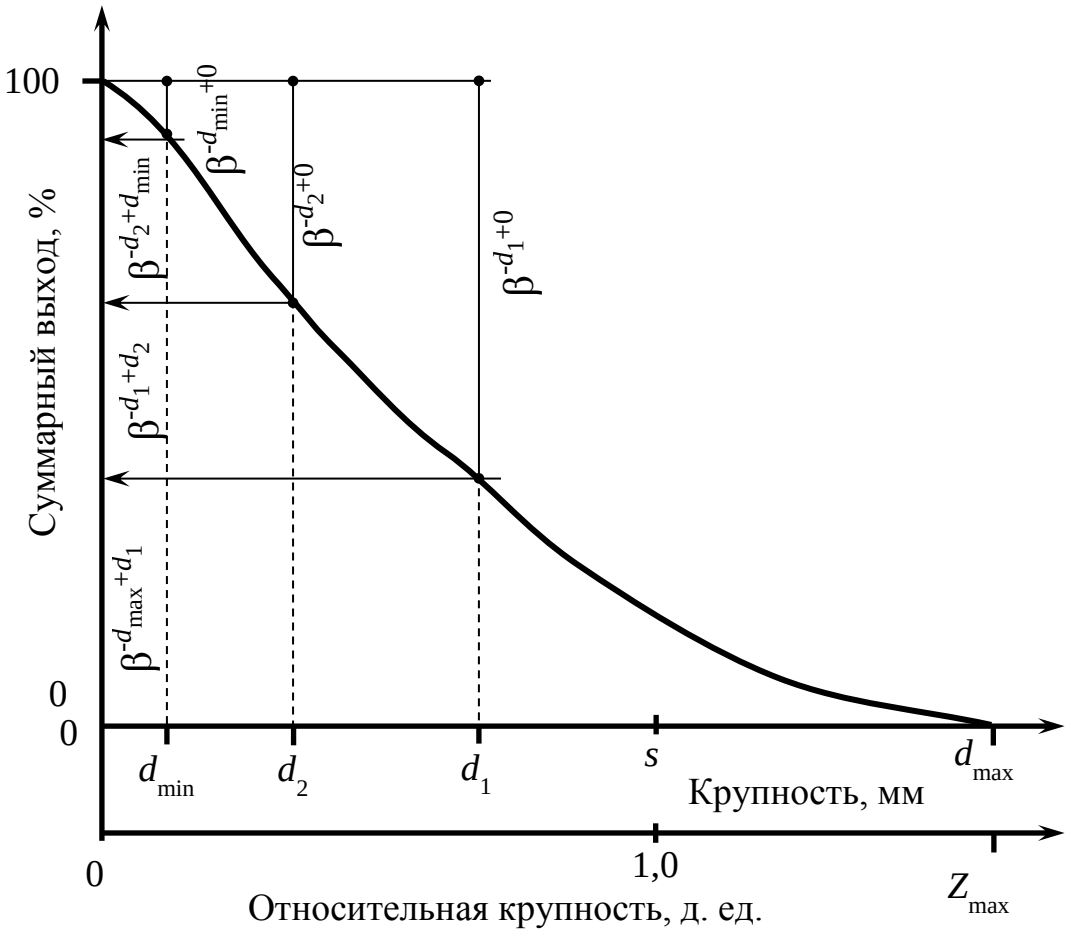


Рисунок 3 – Пример гранулометрической характеристики дроблёного продукта и определение массовой доли машинных классов при идеальном грохочении

С учётом эффективности грохочения на каждом сите (E_1, E_2, E_3) определить выходы машинных классов, %:

$$\begin{gathered}\gamma_3 = \gamma_2[\beta^{-d_{max}+d_1} + (1-E_1)\cdot \beta^{-d_1+0}];\\ \gamma_4 = \gamma_2 E_1 [\beta^{-d_1+d_2} + (1-E_2)\cdot\beta^{-d_2+0}];\\ \gamma_5 = \gamma_2 E_1 E_2 [\beta^{-d_2+d_{min}} + (1-E_3)\cdot\beta^{-d_{min}+0}];\\ \gamma_6 = \gamma_2 E_1 E_2 E_3\cdot\beta^{-d_{min}+0}.\end{gathered} \quad (4)$$

Эффективность грохочения на верхнем сите по классам крупности менее размера отверстия следующего за ним сита близка к единице. С учётом доли таких классов в исходном для грохочения материале и питании каждого сита эффективность грохочения на каждом последующем сите следует принимать меньше, чем на предыдущем. В работе следует принять эффективности грохочения на первом, втором и третьем ситах E_1=0,95; E_2=0,90; E_3=0,85 соответственно.

Подставив полученные значения выходов машинных классов и несортируемого класса в уравнение (2), вычисляют массовую долю полезного компонента в исходной для обогащения руде и определяют массовую долю компонента в отвальных хвостах.

2.2. Расчёт операций рентгенорадиометрической сепарации

Фракционные характеристики всех машинных классов полагаются идентичными, следовательно, для любой операции РРС справедливы уравнения баланса.

Рассмотрим на примере расчёта операции РРС 1. Составим уравнения баланса для этой операции:

$$\begin{cases}\gamma_3 = \gamma_7 + \gamma_8; & (5)\\ \beta_3\gamma_3 = \beta_7\gamma_7 + \gamma_8\,\vartheta_8. & (6)\end{cases}$$

Выход машинного класса γ_3 рассчитан в п. 2.1. Значение β_3 – массовая доля компонента в сортируемом классе (во всех сортируемых классах одна и та же, то есть $\beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_c$), принимается по результатам расчёта фракционного состава (версия I) или по заданной кривой разделения (версия II).

Массовая доля в хвостах $\vartheta_8=\vartheta_{зад}$. Выход хвостов операции РРС γ_8 определяют по-разному для версий I и II.

Для версии I: γ_8 – выход хвостов, рассчитанный с учётом сепарационной характеристики для различных граничных значений при-

знака разделения и определяемый графически по зависимостями вида

$$\gamma_x^c = f(P_{гр}) \text{ и } \vartheta = f(P_{гр}),$$

где ϑ – массовая доля интересующего элемента в хвостах РРС; γ_x^c – выход хвостов сортируемого класса; $P_{гр}$ – граничное значение признака разделения. В рентгенофлуоресцентном методе за признак разделения принимают аналитический параметр, представляющий собой спектральное отношение числа импульсов вторичного характеристического рентгеновского излучения интересующего элемента к числу импульсов в выделенной спектральной области рассеянного рентгеновского излучения.

Для версии II: γ_8 – выход хвостов, определяемый графически по кривой разделения $\gamma_x^p = f(\vartheta)$ для заданного отвального содержания компонента в хвостах $\vartheta_{зад} = \vartheta_8$.

Для обеих версий при определении γ_8 следует помнить, что найденный по графику выход является выходом ***к операции***, чтобы получить значение этого выхода ***к схеме,*** нужно найденное по графику значение выхода умножить на долю сортируемого машинного класса, поступающего в операцию.

После определения γ_8, по уравнению (5) находят γ_7. Затем уравнение (6) решают относительно единственного оставшегося неизвестного β_7.

Аналогично рассчитывают и операции РРС 2 и РРС 3, причём для этих операций нужно рассчитать лишь выходы к схеме продуктов разделения.

Версия I. Определение выхода хвостов операции РРС – γ_x^c

Для прогноза результатов обогащения необходимо использовать параметры сепарационной характеристики рентгенорадиометрического сепаратора, приведённые в таблице 2 приложения А, и данные покусковых фракционных характеристик руды, приведённые в таблице 3 приложения А. Фракционный состав и сепарационные характеристики для всех машинных классов принимаются идентичными.

Наиболее точный прогноз выхода хвостов γ_x^c можно осуществить, используя при расчёте сепарационную характеристику рентгеновского сепаратора $\varepsilon_к(P)$. При расчётах полагается, что множество кусков, имеющих некоторое значение аналитического параметра P_i, при разделении в сепараторе будет распределяться между концентратом и хвостами в соответствии с вероятностью $\varepsilon_{кi}(P_i)$ и

$\varepsilon_{xi}(P_i)=1 - \varepsilon_{ki}(P_i)$.

Если принять, что сепарационная характеристика рентгенорадиометрического сепаратора имеет вид прямой с углом наклона φ и средним вероятным отклонением E_{pm} (рисунок 4), то вероятность извлечения каждого куска из покускового распределения с известным фракционным составом (массой m_i, массовой долей компонента α_i и значением признака разделения P_i) в концентрат можно рассчитать по формуле

$$\varepsilon_{ki}(P_i)=\begin{cases}0, & \text{при } P_i \le P_A;\\ 0{,}5 + 0{,}25P_i / E_{pm} - P_{гр} / \operatorname{tg}(90-\varphi), & \text{при } P_A < P_i < P_B;\\ 1, & \text{при } P_i \ge P_B.\end{cases} \qquad (7)$$

Если рассчитанное значение $\varepsilon_{ki}(P_i)\le 0$, следует принимать $\varepsilon_{ki}(P_i)=0$, если $\varepsilon_{ki}(P_i)\ge 1$, следует принимать $\varepsilon_{ki}(P_i)=1$, во всех остальных случаях принимают рассчитанное значение $\varepsilon_{ki}(P_i)$.

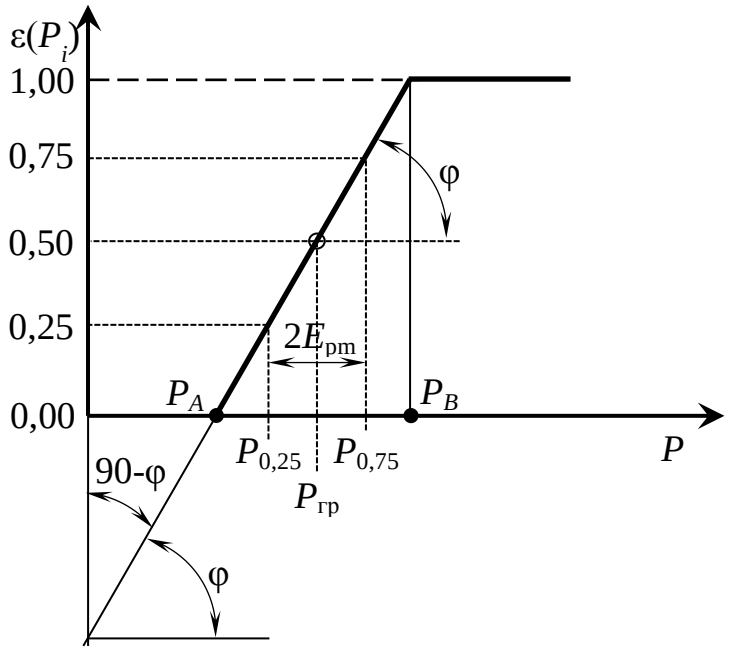


Рисунок 4 – К выводу формулы сепарационной характеристики

Расчёты ведутся при различных значениях $P_{гр}$ с определением γ_{xi} и ϑ_i. Варьирование начинается с малых значений в области близкой P_{min} и заканчивается после превышения ϑ_i величины $\vartheta_{зад}$.

Расчёт величин $P_{гр}$ рекомендуется выполнять по формуле:

$$P_{грi}= P_{min}+m\cdot(P_{max}-P_{min})/20,$$

где m – количество расчётных значений $P_{гр}$, (m =1…20).

Далее по известным формулам расчёта технологических показателей с учётом сепарационной характеристики можно для любого

заданного граничного значения $P_{\text{гр}}$ определить выход хвостов и массовую долю полезного компонента в них:

$$\gamma_{\text{х}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_i(1-\varepsilon_{\text{к}i}(P_i))}{\sum_{i=1}^{n} m_i};$$

$$\vartheta = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_i(1-\varepsilon_{\text{к}i}(P_i))\alpha_i}{\sum_{i=1}^{n} m_i(1-\varepsilon_{\text{к}i}(P_i))}.$$

Для удобства дальнейших вычислений рекомендуется результаты расчётов сводить во вспомогательную таблицу. Пример таблицы приведён ниже.

Граница разделения, $P_{\text{гр}}$, у. е.	**Суммарный выход хвостов, %**	**Массовая доля в хвостах, %**
$P_{\text{гр}1}$	$\gamma_{\text{х}1}$	ϑ_1
$P_{\text{гр}2}$	$\gamma_{\text{х}2}$	ϑ_2
…	…	…
$P_{\text{гр}(m-1)}$	$\gamma_{\text{х}(m-1)}$	$\vartheta_{(m-1)}$
$P_{\text{гр}m}$	$\gamma_{\text{х}m}$	$\vartheta_{\text{х}m}$

Результатом расчёта будут являться зависимости вида $\gamma_{\text{х}}^{\text{с}}=f(P_{\text{гр}})$ и $\vartheta=f(P_{\text{гр}})$, выполненные в одних осях (пример графика приведён на рисунке 5).

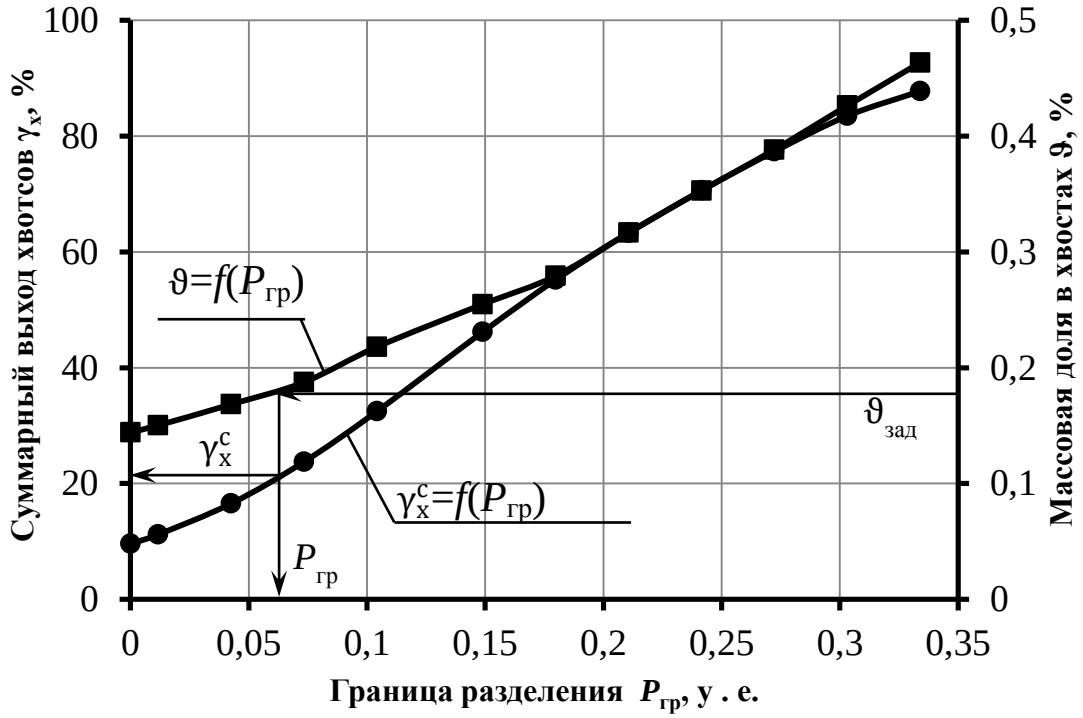


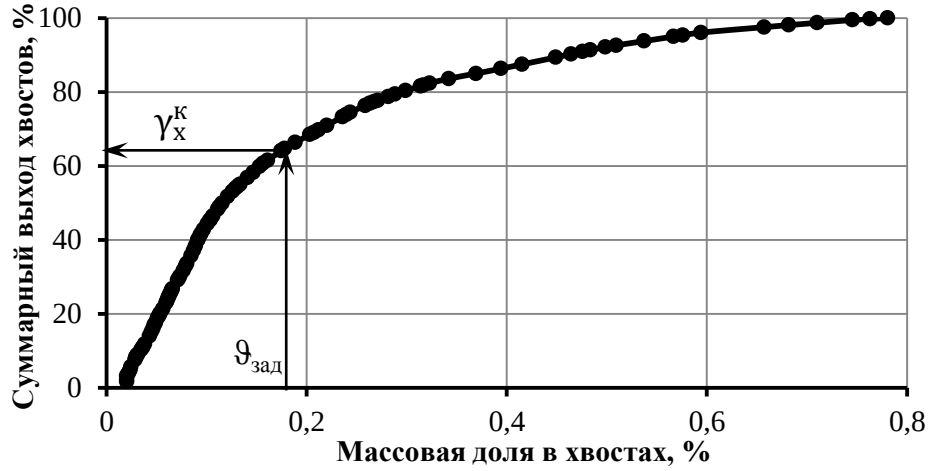
Рисунок 5 – Пример определения выхода хвостов и граничного значения признака разделения при заданной массовой доле в хвостах

Искомое значение выхода хвостов γ_x^c при $\vartheta_{зад}$, а также значение признака разделения, при котором будут достигнуты эти технологические показатели, определяются графически. Полученное значение выхода хвостов следует использовать при дальнейших расчётах качественно-количественной схемы.

Кроме того, выход хвостов следует определить по кривой контрастности и по кривой обогатимости. Для этого по фракционным характеристикам руды рассчитываются кривая контрастности $\gamma_x^к(\vartheta)$ и кривая обогатимости $\gamma_x^o(\vartheta)$, отличающиеся выбором признака разделения. Для кривой контрастности признаком разделения является массовая доля компонента, а для кривой обогатимости – значение величины аналитического параметра рентгенорадиометрического сепаратора. На рисунке 6 приведены примеры кривой контрастности и кривой разделения для сортируемых классов одной и той же руды.

Расчётами необходимо подтвердить данное высказывание.

Кривая контрастности



Кривая обогатимости

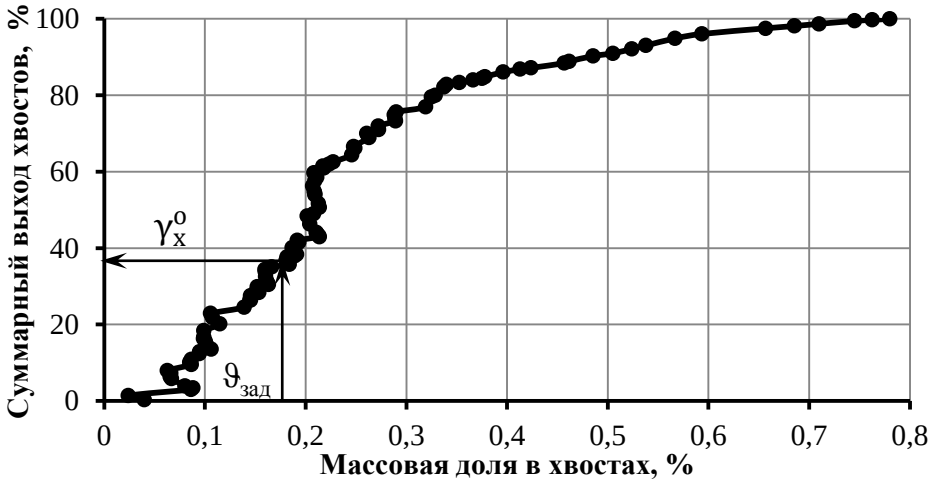


Рисунок 6 – Пример определения выхода хвостов при заданном значении массовой доли в хвостах по кривым контрастности и обогатимости

Следует отметить, что γ_8 при использовании для его получения кривых контрастности и обогатимости и с учётом сепарационной характеристики будут отличаться друг от друга: $\gamma_8^к > \gamma_8^о > \gamma_8^с$, что объясняется стохастической связью $P = f(\alpha)$ для кусков исходной руды.

Версия II. Определение выхода хвостов операции РРС – γ_x^p

Для прогноза результатов обогащения необходимо использовать кривую разделения $\gamma_x^p = f(\vartheta)$, полученную эмпирически на рентгенорадиометрическом сепараторе по результатам фракционирования руды. Кривая строится по данным таблицы 4 приложения А.

По $\vartheta_{зад}$=(0,2-0,4)α графически, как показано на рисунке 7, или интерполяцией табличных данных находят $\gamma_x^p = \gamma_8$.

Для обеих версий найденное значение γ_8 необходимо пересчитать, учитывая долю класса γ_3, поступающего в операцию РРС 1:

$$\gamma_8 = \gamma_x^p \cdot (\gamma_3/100).$$

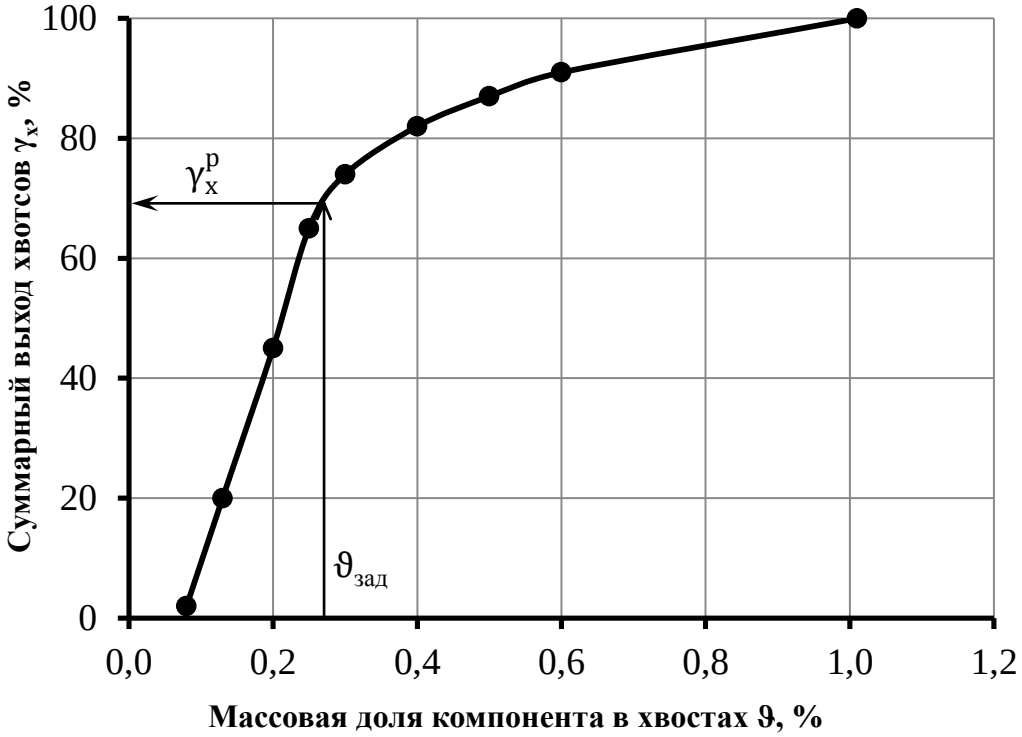


Рисунок 7 – Пример определения по кривой разделения выхода хвостов при заданной массовой доле в хвостах

Далее по уравнению (5) находят γ_7. По уравнению (6) вычисляют β_7.

Аналогично рассчитывают операции РРС 2 и РРС 3, учитывая доли классов γ_4 и γ_5 соответственно.

Так как фракционные характеристики всех сортируемых классов приняты одинаковыми, то $\beta_7=\beta_9=\beta_{11}$.

2.3. Составление технологического баланса

Балансовые расчёты по конечным продуктам сводятся в таблицу 2. При этом выход хвостов рудосортировочного комплекса и массовая доля компонента в них определяются соотношениями:

$$\gamma_{14}= \gamma_8 + \gamma_{10} + \gamma_{12};$$
$$\vartheta_{14}=\vartheta_8=\vartheta_{10}=\vartheta_{12}=\vartheta_{зад}.$$

Для концентрата рудосортировочного комплекса показатели следует принимать из условий:

$$\beta_7=\beta_9=\beta_{11};$$
$$\gamma_{13}= \gamma_7 + \gamma_9 + \gamma_{11}+ \gamma_6;$$
$$\beta_{13}\gamma_{13}= \beta_7\gamma_7 + \beta_9\gamma_9+ \beta_{11}\gamma_{11} + \beta_{нс}\gamma_6.$$

Таблица 2 – Технологический баланс продуктов обогащения

Наименование продукта	**Технологические показатели, %**		
	выход	**массовая доля**	**извлечение**
Концентрат рудосортировочного комплекса в том числе	γ_{13}	$\beta_{кРСК}=\beta_{13}$	ε_{13}
концентрат РРС 1	γ_7	$\beta_к=\beta_7$	ε_7
концентрат РРС 2	γ_9	$\beta_к=\beta_9$	ε_9
концентрат РРС 3	γ_{11}	$\beta_к=\beta_{11}$	ε_{11}
несортируемый класс	γ_6	$\beta_{нс}=\beta_6$	ε_6
Хвосты рудосортировочного комплекса в том числе	γ_{14}	$\vartheta_{зад}=\vartheta_{14}$	ε_{14}
хвосты РРС 1	γ_8	$\vartheta_{зад}=\vartheta_8$	ε_8
хвосты РРС 2	γ_{10}	$\vartheta_{зад}=\vartheta_{10}$	ε_{10}
хвосты РРС 3	γ_{12}	$\vartheta_{зад}=\vartheta_{12}$	ε_{12}
Исходная руда	100,00	α	100,00

Для каждого *i*-го продукта извлечение компонента рассчитать по формулам, %:

Для исходной руды 100

Для концентратов и промежуточных продуктов $\varepsilon_i=(\gamma_i\cdot\beta_i) / \alpha$

Для хвостов $\varepsilon_i=(\gamma_i\cdot\vartheta_i) / \alpha$

3. РАСЧЁТ КАЧЕСТВЕННО-КОЛИЧЕСТВЕННОЙ СХЕМЫ

Годовую производительность рудосортировочного комплекса $Q_г$ следует принять по заданию (приложение А, таблица 1).

Часовая производительность комплекса $Q_ч$ (т/ч) рассчитывается исходя из принятого режима его работы:

$$Q_ч = Q_г / (n \cdot n_{см} \cdot t_{см}), \quad (8)$$

где n – число рабочих суток в году; $n_{см}$ – число рабочих смен в сутки; $t_{см}$ – продолжительность смены, ч.

Эти показатели следует принимать в соответствии со сложившейся практикой: n =340 сут/год; $n_{см}$ = 2 см/сут; $t_{см}$ = 11 ч. Тогда

$$Q_ч = Q_г / (340 \cdot 2 \cdot 11) = Q_г / 7480.$$

Часовая производительность по любому i-му продукту вычисляют с учётом его выхода (γ_i), т/ч:

$$Q_{чi} = Q_ч \cdot \gamma_i / 100. \quad (9)$$

В разделе составляют графическое изображение и таблицу результатов расчёта качественно-количественной схемы, форма которой приведена в таблице 3 и на рисунке 8.

Изображение качественно-количественной схемы является элементом графической части курсовой работы и помещается на лист 1. Также на листе 1 размещают таблицу технологического баланса продуктов обогащения.

Таблица 3 – Результаты расчёта качественно-количественной схемы

ПОСТУПАЕТ				**ВЫХОДИТ**			
Продукт	**Производительность, т/ч**	**Выход, %**	**Массовая доля, %**	**Продукт**	**Производительность, т/ч**	**Выход, %**	**Массовая доля, %**
Дробление							
1. Исходная руда	$Q_{ч1}$	γ_1	α	2. Дроблёная руда	$Q_{ч2}$	γ_2	α
Итого	$Q_{ч1}$	γ_1	α	**Итого**	$Q_{ч2}$	γ_2	α
Грохочение							
2. Дроблёная руда	$Q_{ч2}$	γ_2	α	3. Класс $-d_{max}+d_1$ мм	$Q_{ч3}$	γ_3	$\beta_3=\beta_c$
				4. Класс $-d_1+d_2$ мм	$Q_{ч4}$	γ_4	$\beta_4=\beta_c$
				5. Класс $-d_2+d_{min}$ мм	$Q_{ч5}$	γ_5	$\beta_5=\beta_c$
				6. Класс $-d_{min}+0$ мм	$Q_{ч6}$	γ_6	$\beta_{нс}=K\beta_c$
Итого	$Q_{ч2}$	γ_2	α	**Итого**	ΣQ_i	$\Sigma \gamma_i$	α

Окончание таблицы 3

ПОСТУПАЕТ				ВЫХОДИТ			
Продукт	**Производительность, т/ч**	**Выход, %**	**Массовая доля, %**	**Продукт**	**Производительность, т/ч**	**Выход, %**	**Массовая доля, %**
Рентгенорадиометрическая сепарация 1 (РРС 1)							
3. Класс $-d_{max}+d_1$ мм	$Q_{ч3}$	γ_3	β_3	7. Концентрат РРС 1	$Q_{ч7}$	γ_7	β_7
				8. Хвосты РРС 1	$Q_{ч8}$	γ_8	$\vartheta_8=\vartheta_{зад}$
Итого	$Q_{ч3}$	γ_3	β_3	**Итого**	ΣQ_i	$\Sigma \gamma_i$	β_3
Рентгенорадиометрическая сепарация 2 (РРС 2)							
4. Класс $-d_1+d_2$ мм	$Q_{ч4}$	γ_4	β_4	9. Концентрат РРС 2	$Q_{ч9}$	γ_9	β_9
				10. Хвосты РРС 2	$Q_{ч10}$	γ_{10}	$\vartheta_{10}=\vartheta_{зад}$
Итого	$Q_{ч4}$	γ_4	β_4	**Итого**	ΣQ_i	$\Sigma \gamma_i$	β_4
Рентгенорадиометрическая сепарация 3 (РРС 3)							
5. Класс $-d_2+d_{min}$ мм	$Q_{ч5}$	γ_5	β_5	11. Концентрат РРС 3	$Q_{ч11}$	γ_{11}	β_{11}
				12. Хвосты РРС 3	$Q_{ч12}$	γ_{12}	$\vartheta_{12}=\vartheta_{зад}$
Итого	$Q_{ч5}$	γ_5	β_5	**Итого**	ΣQ_i	$\Sigma \gamma_i$	β_5

4. ВЫБОР И РАСЧЁТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

4.1. Выбор и расчёт основного оборудования

4.1.1. Выбор и расчёт оборудования для дробления

Согласно практике, наиболее распространёнными дробилками для крупного дробления являются щековые и конусные как отечественного, так и зарубежного производства.

Методика выбора дробилок в зависимости от физико-механических свойств руды и других факторов приведена в литературе.

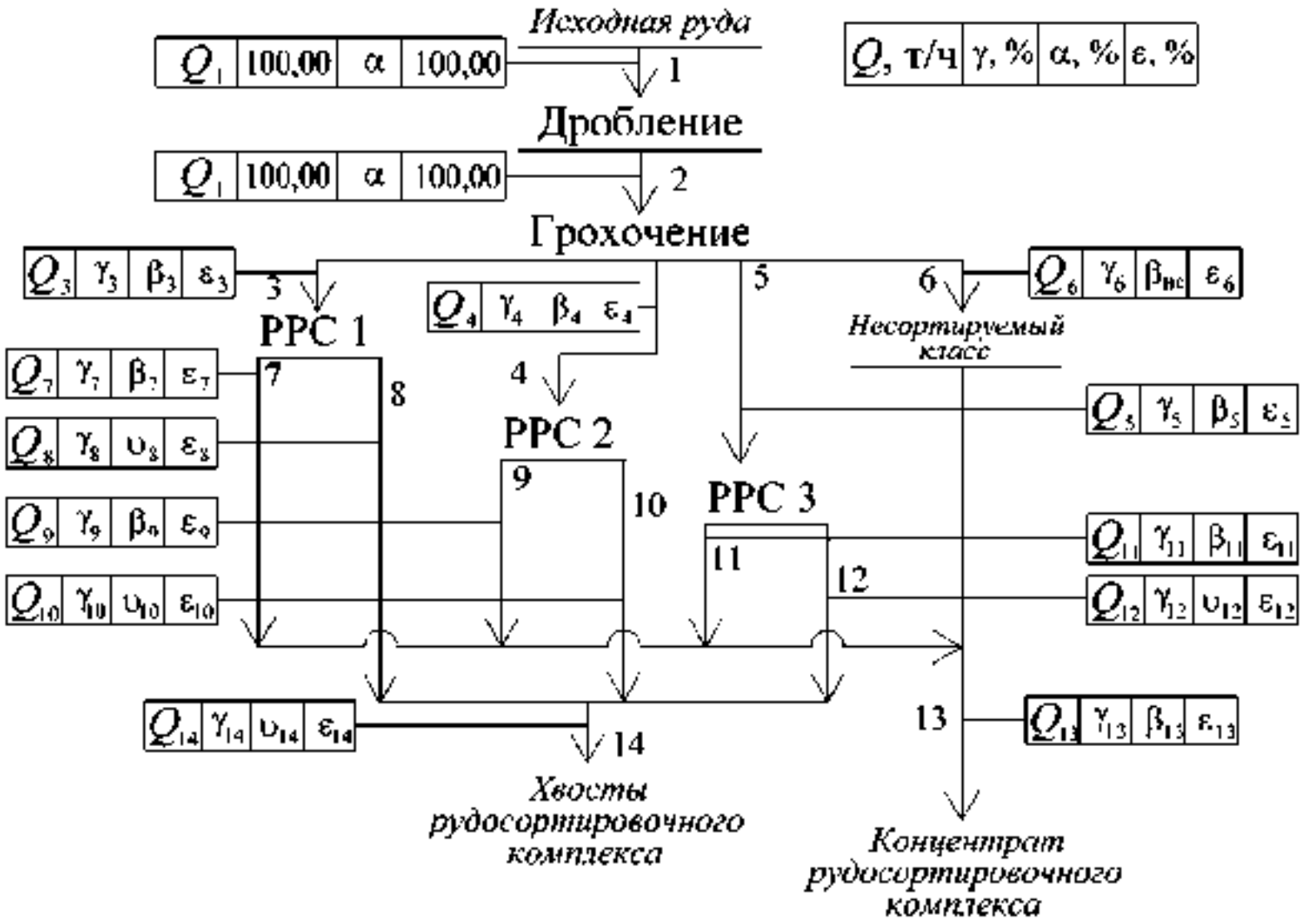


Рисунок 8 – Пример качественно-количественной схемы

Производительность дробилки в проектных условиях для дробления в открытом цикле рассчитывают по формуле, т/ч:

$$Q_{\text{проект}} = Q_{\text{кат}}\, k_{\rho}\, k_f\, k_{\text{кр}} k_{\text{вл}}, \qquad (10)$$

где $Q_{\text{кат}}$ – каталожная производительность, т/ч; k_{ρ} – поправочный коэффициент на плотность руды, $k_{\rho} = \rho_{\text{н}}/1{,}6$; $\rho_{\text{н}}$ – насыпная плотность руды, т/м^3, принимается по заданию (если каталожная производительность задана в м^3/ч, то вместо коэффициента k_{ρ} следует умножать на насыпную плотность руды – $\rho_{\text{н}}$, т/м^3); k_f, $k_{\text{кр}}$, $k_{\text{вл}}$ – учёт поправочными коэффициентами крепости руды, крупности питания дробилки и влажности руды. При расчёте полагать $k_{\text{вл}} = 1$, так как влажность исходной руды не более 5 %.

Так как в курсовой работе рассчитывается только одна стадия дробления, рекомендуется произвести выбор дробилки путём сравнения нескольких (не менее трёх) моделей различных производителей. В приложении Б приведены значения производительности дробилок отечественных и зарубежных производителей для номинального значения разгрузочной щели для руды средней крепости. Если значения номинальной и проектной щели не совпадают, то необходимо рассчитать каталожную производительность по формуле:

$$Q_{\text{кат.}} = Q_{\text{ном}}\, s_{\text{проект}} / s_{\text{ном}}.$$

Величины поправочных коэффициентов крепости руды, крупности питания дробилки приведены в таблице 4.

Для определения значения $k_{\text{кр}}$, зависящего от массовой доли в питании дробилки класса $-D_{\max}+0{,}5B$ мм, где B – ширина загрузочного отверстия выбранного типоразмера дробилки (принимается по приложению Б), необходимо построить график гранулометрической характеристики исходной руды. Гранулометрическую характеристику и размер максимального куска ($D_{\max}$) исходной руды принимают согласно заданию по таблице 1 приложения А.

Таблица 4 – Поправочные коэффициенты для расчёта производительности дробилок

Коэффициент	**Значения коэффициента**									
k_f	f<10			f=10÷14		f=15÷17			f≥18	
	1,20			1,00		0,95			0,90	
$k_{\text{кр}}$	Массовая доля в питании класса $-D_{\max}+0{,}5B$, (%)									
	5	10	20	25	30	40	50	60	70	80
	1,10	1,08	1,05	1,04	1,03	1,00	0,97	0,95	0,92	0,89

Количество дробилок определяют по формуле:

$$n=Q_{ч1} / (Q_{проект}\, k_{н.пит}),$$

где $k_{н.пит}$ – коэффициент неравномерности питания, принимается равным 0,85-0,95. Величины $Q_{ч1}$ и $Q_{проект}$ следует подставлять в одних и тех же единицах измерения – м^3/ч или т/ч.

Для каждого из рассматриваемых типоразмеров дробилок необходимо определить коэффициент загрузки:

$$k_{загр} = Q_{ч1} / Q_{проект}.$$

В нормах технологического проектирования рекомендуется выдерживать $k_{загр}$ не более 0,85-0,90.

Результаты расчётов представляют в виде таблицы 5.

Таблица 5 – Сравнение вариантов применения дробилок

Типоразмер (модель)	**Производительность дробилки**				**Количество дробилок, шт.**	**Коэффициент загрузки, $k_{загр}$**	**Суммарная мощмощность двигателей, кВт**
	каталожная		**часовая, т/ч**	**проектная, т/ч**			
	м^3/ч	**т/ч**					
ЩДП 12×15 (СМД 118А)	$Q_{кат.}$	-	$Q_ч$	$Q_{проект}$	n	$k_{загр}$	160
СJ612	-	$Q_{кат.}$		$Q_{проект}$	n		160
С116	-	$Q_{кат.}$		$Q_{проект}$	n		132

На основании выполненных расчётов и сравнительного анализа по суммарной установленной мощности двигателей дробилок необходимо принять окончательное проектное решение.

4.1.2. Выбор и расчёт оборудования для грохочения

Практика работы предприятий предварительного обогащения руды показала, что разделение руды на машинные классы перед обогащением целесообразно проводить с применением двух- и трёхситных инерционных грохотов с размерами ячеек сит, соответствующими границам машинных классов крупности.

Взяв за основу существующие методики расчёта, позволяющие рассчитывать одно- и двухситные грохоты, можно рассчитать трёхситный грохот.

Согласно известным методикам нужно определить с учётом особенностей рассчитываемой технологической схемы необходимую для грохочения площадь на каждом сите, м^2:

$$F_i = Q_i / q_i\, \rho_н\, k\, l\, m,$$

где Q_i – производительность по каждому из сит, т/ч; q_i – удельная производительность одного квадратного метра просеивающей поверхности, $м^3/(м^2 \cdot ч)$; $\rho_н$ – насыпная плотность руды, $т/м^3$; *k*, *l*, *m* – поправочные коэффициенты.

Производительность по каждому ситу определяется с учётом выходов продуктов грохочения, рассчитанных в п. 2.1:

по первому (верхнему) ситу $Q_1 = Q_{исх}$;

по второму (среднему) ситу $Q_2 = Q_{исх}\ (100-\gamma_3)/100$;

по третьему (нижнему) ситу $Q_3 = Q_{исх}\ (100-\gamma_3-\gamma_4)/100$.

Величину удельной производительности *q* одного квадратного метра просеивающей поверхности рекомендуется принимать по справочным данным в зависимости от размера сита (таблица 6).

Таблица 6 – Поправочные коэффициенты для расчёта производительности грохотов

q	Размер отверстия сита, мм	25	30	40	50	60	70	80	100	150	220
	q, $м^3/(ч \cdot м^2)$	31	33,5	37	42	46	50	55	63	90	110
k	Массовая доля в питании зёрен $-a_i/2+0$ мм, д. ед.	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
	k, д. ед.	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
l	Массовая доля в питании зёрен $+a_i$, д. ед.	0,10	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
	l, д. ед.	0,94	0,97	1,00	1,03	1,09	1,18	1,32	1,55	2,00	3,36
m	*E*, %	40	50	60	70	80	90	92	94	96	98
	m, д. ед.	2,30	2,10	1,90	1,65	1,35	1,00	0,90	0,80	060	0,40

Значения коэффициента *m*, учитывающего эффективность грохочения, приняты исходя из заданных в п. 2.1 эффективностей грохочения на каждом из сит.

Для определения поправочных коэффициентов *k* и *l* следует обратиться к гранулометрической характеристике дроблёной руды (см. рисунок 3).

Нахождение коэффициентов k и l

Коэффициент *k* определяется по массовой доле в питании зёрен размером менее половины отверстия сита, иными словами, нужно определить массовую долю класса $-a_i/2+0$ мм в питании каждого из сит.

Коэффициент *l* определяется по массовой доле в питании зёрен более размера отверстия сита (+a_i мм) в питании каждого из сит.

По аналогии с методикой расчёта коэффициентов *k* и *l* для двухситного грохота рассчитаем эти коэффициенты для трёхситного грохота.

Введём следующие обозначения, д. ед.:

$\beta_{\text{исх}}^{-d_1+0}; \beta_{\text{исх}}^{-d_2+0}; \beta_{\text{исх}}^{-d_{\min}+0}$ – массовая доля класса -a_i+0 мм в разгрузке дробилки для первого, второго и третьего сит;

$\beta_{\text{исх}}^{-d_1/2+0}; \beta_{\text{исх}}^{-d_2/2+0}; \beta_{\text{исх}}^{-d_{\min}/2+0}$ – массовая доля класса -a_i/2+0 мм в разгрузке дробилки для первого, второго и третьего сит;

$\beta_{\text{исх}}^{-d_{\max}+d_1}; \beta_{\text{исх}}^{-d_1+d_2}; \beta_{\text{исх}}^{-d_2+d_{\min}}$ – массовая доля класса +a_i мм в разгрузке дробилки для первого, второго и третьего сит;

$\beta_{\text{пит1}}^{-d_1/2+0}, \beta_{\text{пит2}}^{-d_2/2+0}; \beta_{\text{пит3}}^{-d_{\min}/2+0}$ – массовая доля класса -a_i/2+0 мм в питании первого, второго и третьего сит *(искомая величина для определения коэффициента k)*;

$\beta_{\text{пит1}}^{-d_{\max}+d_1}; \beta_{\text{пит2}}^{-d_1+d_2}; \beta_{\text{пит3}}^{-d_2+d_{\min}}$ – массовая доля класса +a_i мм в питании первого, второго и третьего сит *(искомая величина для определения коэффициента l)*;

$\gamma_{\text{пит2}}; \gamma_{\text{пит3}}$ – выход материала, поступающего на второе и третье сита;

E_1, E_2 – эффективность грохочения по классу -a_i+0 мм на первом и втором ситах.

Все величины с индексом (исх) определяют по гранулометрической характеристике, построенной в п. 2.1, величины с индексом (пит) рассчитывают по формулам, исключением являются искомые величины для первого сита. Так как питанием первого сита является разгрузка дробилки, то величины $\beta_{\text{пит1}}^{-d_1/2+0}$ и $\beta_{\text{пит1}}^{-d_{\max}+d_1}$ определяют по гранулометрической характеристике разгрузки дробилки.

Величины $\beta_{\text{пит2}}^{-d_2/2+0}$, $\beta_{\text{пит3}}^{-d_{\min}/2+0}$ и $\beta_{\text{пит2}}^{-d_1+d_2}$ и $\beta_{\text{пит3}}^{-d_2+d_{\min}}$ (д. ед.) нужно определять с учётом эффективности грохочения на первом и втором ситах. Эффективность грохочения по мелким классам на первом и втором ситах близка к единице, поэтому искомые величи-

ны для определения коэффициентов *k* и *l* найдём как:

второе (среднее) сито:

питание сита:

$$\gamma_{\text{пит2}}=\beta_{\text{исх}}^{-d_1+0}\cdot E_1;$$

массовая доля класса -a_i/2+0 мм в питании сита:

$$\beta_{\text{пит2}}^{-d_2/2+0}=\frac{\beta_{\text{исх}}^{-d_2/2+0}}{\beta_{\text{исх}}^{-d_1+0}\cdot E_1}=\frac{\beta_{\text{исх}}^{-d_2/2+0}}{\gamma_{\text{пит2}}};$$

массовая доля класса +a_i мм в питании сита:

$$\beta_{\text{пит2}}^{-d_1+d_2}=\frac{\beta_{\text{исх}}^{-d_1+0}\cdot E_1-\beta_{\text{исх}}^{-d_2+0}}{\beta_{\text{исх}}^{-d_1+0}\cdot E_1}=\frac{\gamma_{\text{пит2}}-\beta_{\text{исх}}^{-d_2+0}}{\gamma_{\text{пит2}}};$$

третье (нижнее) сито:

питание сита:

$$\gamma_{\text{пит3}}=\beta_{\text{исх}}^{-d_2+0}\cdot E_1\cdot E_2;$$

массовая доля класса -a_i/2+0 мм в питании сита:

$$\beta_{\text{пит2}}^{-d_{\min}/2+0}=\frac{\beta_{\text{исх}}^{-d_{\min}/2+0}}{\beta_{\text{исх}}^{-d_2+0}\cdot E_1\cdot E_2}=\frac{\beta_{\text{исх}}^{-d_{\min}/2+0}}{\gamma_{\text{пит3}}};$$

массовая доля класса +a_i мм в питании сита:

$$\beta_{\text{пит3}}^{-d_2+d_{\min}}=\frac{\beta_{\text{исх}}^{-d_2+0}\cdot E_1\cdot E_2-\beta_{\text{исх}}^{-d_{\min}+0}}{\beta_{\text{исх}}^{-d_2+0}\cdot E_1\cdot E_2}=\frac{\gamma_{\text{пит3}}-\beta_{\text{исх}}^{-d_{\min}+0}}{\gamma_{\text{пит3}}}.$$

Для найденных содержаний по таблице 5 методом интерполяции определяют коэффициенты *k* и *l*. Нахождение в таблицах промежуточных значений методом интерполяции подробно рассмотрено в литературе.

Учитывая, что площадь каждого последующего сита (при выделении классов от крупного к мелкому) используется меньше, чем площадь предыдущего, необходимую площадь грохочения для второго (среднего) и третьего (нижнего) сита следует откорректировать.

Обозначим необходимые площади верхнего, среднего и нижнего сит как F_1, F_2 и F_3, тогда соотношения эффективных и необходимых площадей можно выразить как:

$$F_{\text{гр2}}= F_1/0{,}7;\quad F_{\text{гр3}}= F_1/0{,}49.$$

Для удобства дальнейших вычислений рекомендуется промежуточные результаты расчётов сводить во вспомогательную таблицу. Пример таблицы приведён ниже.

Номер сита	Q_i, **т/ч**	q_i, **м³/(м²·ч)**	$\rho_н$, **т/м³**	k	l	m	***Площадь сита*, м²**	
							необходимая	эффективная
1	Q_1	87,3	$\rho_н$	k_1	l_1	0,700	F_1	-
2	Q_2	46,0		k_2	l_2	1,000	F_2	$F_{гр2}$
3	Q_2	31,0		k_3	l_3	1,175	F_3	$F_{гр3}$

Эффективная необходимая площадь грохочения грохота выбирается равной максимальному значению площади из трёх просеивающих поверхностей

$$F_{гр}=\max\{F_1; F_{гр2}; F_{гр3}\}.$$

Выбор грохота

При выборе грохотов из предполагаемых к установке руководствуются критерием минимизации суммарной установленной мощности двигателей. Поэтому назначаются конкурирующие модели и типоразмеры грохотов (приложение В). Для каждого из них рассчитывается рабочая площадь грохота по размерам просеивающей поверхности j-го грохота:

$$F_{рj} = 0{,}85\, B_j\, L_j,$$

где B_j и L_j – соответственно ширина и длина просеивающей поверхности j-го грохота, мм.

Количество грохотов каждого типоразмера определяют по формуле

$$n_j = F_{гр} / (F_{рj}\, k_{н.пит}),$$

где $k_{н.пит}$ – коэффициент неравномерности питания, принимается равным 0,85-0,95.

Для выбранных грохотов определяется коэффициент загрузки. Так же, как и в предыдущем пункте, рекомендуется делать выбор окончательного проектного решения, сведя данные о рассматриваемых типоразмерах грохотов в таблицу 7.

Таблица 7 – Результаты расчёта грохотов

Типоразмер (модель)	**Эффективная необходимая площадь грохота, $F_{гр}$, м^2**	**Рабочая площадь грохота, $F_{рi}$, м^2**	**Количество грохотов, шт.**	**Коэффициент загрузки, $k_{загр}$**	**Суммарная мощность двигателей, кВт**
ГИТ-53	$F_{гр}$	5,94	n	$k_{загр}$	…
1200 x 4000/3		4,08	n		…
LF1240 Type T (3-d)		4,08	n		…
Metso TS2.3		6,38	n		…

4.1.3. Выбор и расчёт оборудования для сепарации

По данным практики, применение рентгенофлуоресцентных сепараторов для предварительного обогащения руд в крупнокусковом виде показывает хорошие результаты.

В курсовой работе рекомендуется выбирать сепаратор исходя из следующих параметров: крупность сортируемых классов и производительность сепаратора.

В приложении Г приведены технические характеристики рентгенофлуоресцентных сепараторов.

Производительность рентгенорадиометрического сепаратора зависит от крупности разделяемых кусков, от плотности руды и от преобладающей формы кусков.

Расчёт проектной производительности сепаратора при указании в его паспортных данных нескольких диапазонов крупности классов сортируемой руды и пределов изменения паспортной производительности (как, например, в таблицах 1 и 2 приложения Г) следует осуществлять следующим образом:

1) определить для выбранного типоразмера сепаратора средний размер наибольшего из приведённых классов крупности:

$$d_{\max}^{\text{ср}} = \left(d_{\max}^{\max} + d_{\max}^{\min}\right)/2,$$

где $d_{\max}^{\max}$ и $d_{\max}^{\min}$ – соответственно максимальная и минимальная граничные крупности максимального класса;

2) определить по аналогии с предыдущим пунктом средний размер выбранного машинного класса крупности:

$$d_{\text{МК}}^{\text{ср}} = \left(d_{\text{МК}}^{\max} + d_{\text{МК}}^{\min}\right)/2;$$

3) вычислить коэффициент крупности по формуле

$$k^d = d_{\max}^{\text{ср}}/d_{\text{МК}}^{\text{ср}};$$

4) найти коэффициент, учитывающий плотность руды в предположении, что максимальная производительность сепараторов дости-

гается при максимальной плотности перерабатываемой руды, принимаемой по данным практики и равной 3500 кг/м^3 по формуле

$$k^{\rho}=3500/\rho_{р}=3500/(\rho_{н}\cdot 1{,}7)\ ,$$

где $\rho_{р}$ – плотность руды, связанная с насыпной плотностью $\rho_{н}$ соотношением $\rho_{р} = \rho_{н}\cdot 1{,}7$, кг/ м^3;

5) максимальная производительность Q_{max} соответствует значению коэффициента формы k_{φ}=1. Значение коэффициента формы k_{φ} следует принять по заданию, приложение Д;

6) рассчитать часовую производительность сепаратора для *i*-го машинного класса:

$$Q_{сепi} = Q_{пасп}\, k_{\varphi} / (k^{d}\cdot k^{\rho}), \qquad (11)$$

где $Q_{пасп}$ – значение паспортной производительности выбранного типоразмера сепаратора, т/ч.

7) количество сепараторов для *i*-го машинного класса определяется по формуле:

$$n = Q_i/Q_{сепi}, \qquad (12)$$

где Q_i – производительность по питанию РРС *i*-го машинного класса (продукты 3, 4, 5, рисунок 1.1), т/ч.

Результаты расчёта количества сепараторов рекомендуется представлять в табличном виде (таблица 8).

Таблица 8 – Результаты расчёта сепараторов

Сортируемый класс, мм	**Тип сепаратора**	**Производительность, т/ч**		**Количество, шт.**
		по сортируемому классу	**сепаратора**	
-350+145	…	Q_3	$Q_{сеп3}$	*n*
-145+60	…	Q_4	$Q_{сеп4}$	*n*
-60+25	…	Q_6	$Q_{сеп5}$	*n*

4.2. Выбор и расчёт вспомогательного оборудования

4.2.1. Выбор и расчёт потребности в автотранспорте

В настоящей курсовой работе предполагается доставлять руду в цех предварительного обогащения автомобильным транспортом. Необходимо осуществить выбор грузоподъёмности и рассчитать количество единиц автотранспорта исходя из часовой потребности цеха в руде.

В настоящее время существует несколько ведущих производителей автосамосвалов, такие как КамАЗ, БелАЗ, МАЗ, МоАЗ,

CATERPILLAR, SCANIA, VOLVO, информацию о продукции которых достаточно просто найти в сети Internet.

Количество автосамосвалов, обеспечивающих требуемую часовую производительность цеха по руде, определяется по формуле

$$n = M / Q_а,$$

где M – масса исходной руды, перерабатываемая цехом предварительного обогащения, численно равна часовой производительности РСК по исходной руде, т; $Q_а$ – грузоподъёмность автосамосвала, т.

4.2.2. Расчёт объёма приёмного бункера

При выборе оборудования для дробления следует учитывать невозможность работы щековых дробилок «под завалом». Подача исходного материала должна осуществляться равномерно, для этого необходимо предусмотреть установку бункера с питателем перед агрегатом дробления.

Бункер предназначен для обеспечения приемлемой нагрузки на питатель, его объём, м^3:

$$V_{бункера} = 1{,}5V_к,$$

где $V_к$ – объём кузова принятого автосамосвала, м^3. Объём рассчитывают исходя из грузоподъёмности автосамосвала и насыпной плотности исходной руды $V_к = Q_а / \rho_н$.

4.2.3. Выбор грузоподъёмного и транспортного оборудования

Для ремонта и обслуживания оборудования цеха предварительного обогащения необходимо выбрать грузоподъёмное оборудование. Рекомендации по выбору грузоподъёмного оборудования приведены в литературе.

Для транспортировки материала используют ленточные конвейеры. Требуемую ширину ленты конвейера приближённо можно определить по формуле, мм:

$$B=3d_{max}, \qquad (13)$$

где d_{max} – максимальная крупность транспортируемого материала, мм.

В соответствии с ГОСТ 22644-77 ширина ленты должна выбираться из следующего ряда, мм: 400; 500; 650; 800; 1000; 1200; 1400; 1600; 2000. Ширина ленты, полученная по формуле (13), округляется

до ближайшего большего стандартного значения.

4.3. Складирование исходной руды и готовой продукции

При непосредственной близости участка добычи руды и цеха предварительного обогащения доставка и загрузка исходной руды осуществляются автотранспортом. Однако для обеспечения бесперебойной работы рудосортировочного комплекса необходимо предусмотреть и комбинированную загрузку материала – из кузова автосамосвала и со склада исходной руды фронтальным погрузчиком. В этом случае рекомендуется предусмотреть аккумулирующий склад исходной руды полезной ёмкостью в пределах 36 часов работы оборудования.

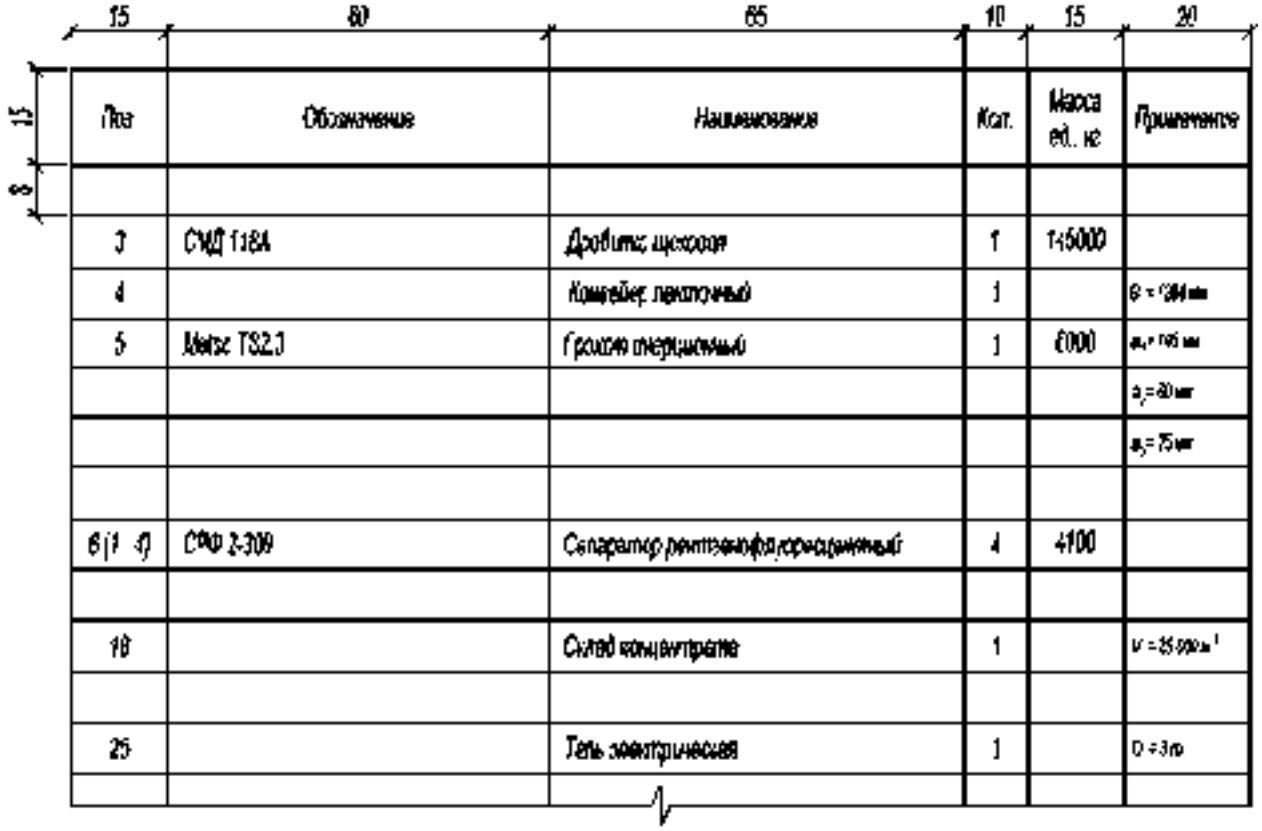
Концентраты сортировки, несортируемый класс и хвосты сепарации отсыпаются в конусы, расположенные на открытой площадке.

4.4. Составление схемы цепи аппаратов

В курсовой работе необходимо привести описание схемы цепи аппаратов с указанием оборудования в соответствии с чертежом. Кроме того, составляется спецификация оборудования, помещаемая на чертёж или, при нехватке свободного места на чертеже, на отдельный лист.

Спецификация выполняется в виде таблицы с определёнными значениями ширины строк и столбцов (рисунок 9). В таблице каждому виду оборудования присваивается порядковый номер (графа «Поз.»), указывается его название, причём существительное ставится первым, например «Дробилка щековая», масса. В графе «Примечание» для конвейеров указывается ширина ленты, для грохотов – размер отверстий сит, для грузоподъёмного оборудования – грузоподъёмность, для бункеров и складов – объём в $м^3$.

Схема цепи аппаратов – это графическое изображение (рисунок 10) пути следования руды и продуктов обогащения через последовательно установленное технологическое оборудование с указанием также вспомогательного оборудования. Типы и количество оборудования должны быть изображены полностью, также приводятся данные по необходимому грузоподъёмному оборудованию.



Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
3	СМД 118А	Дробилка щековая	1	1-15000	
4		Конвейер ленточный	1		
5	Metso TS2.3	Грохот инерционный	1	6000	
6 (1–4)	СКО 2-300	Сепаратор рентгенорадиометрический	4	4100	
18		Склад концентрата	1		
25		Печь электрическая	1		

Рисунок 9 – Спецификация оборудования

В приложении Д приведены условные обозначения основного и вспомогательного оборудования для цехов предварительного обогащения.

Схема цепи аппаратов и спецификация оборудования помещаются на лист 2 графической части курсовой работы.

5. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа представляется на кафедру в виде сброшюрованной пояснительной записки, оформленной на листах формата А4. Содержание пояснительной записки:

- титульный лист (приложение Е);
- задание (приложение Ж);
- содержание;
- текстовая часть;
- графическая часть (качественно-количественная схема, схема цепи аппаратов оформляются на листах формата А3);
- список использованных источников.

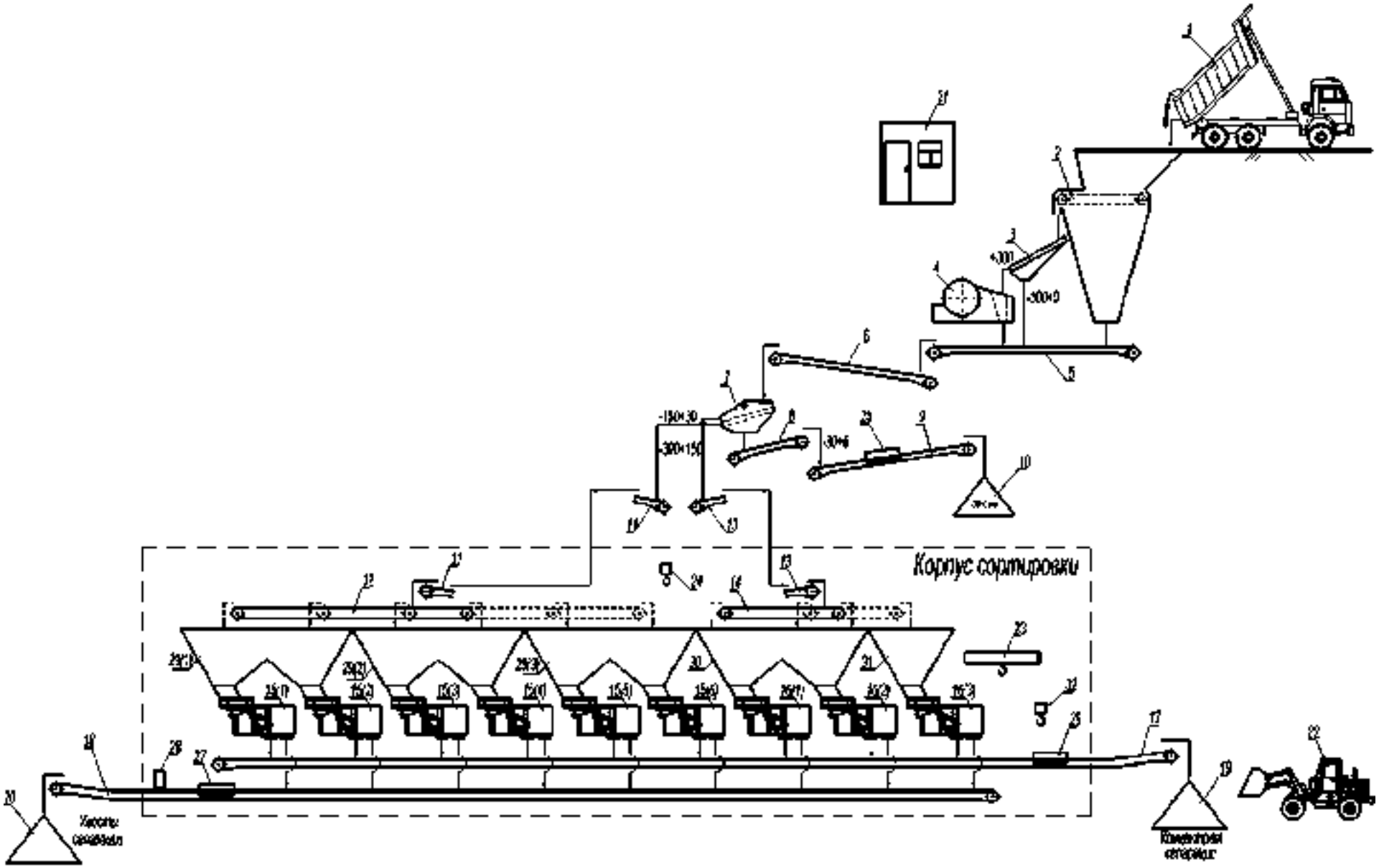


Рисунок 10 – Пример выполнения схемы цепи аппаратов

Пояснительная записка (ПЗ) курсовой работы является официальным документом и оформляется по определенным правилам в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95.

Оформление заголовков, рисунков и таблиц следует выполнять так же, как в предлагаемом пособии.

1. Титульный лист выполняется по образцу на бумаге размером 297х210 мм (формат А4). Лицо, выполнившее работу, ставит подпись на титульном листе напротив своей фамилии и дату сдачи. Лицо, проверившее работу, также расписывается на титульном листе.

2. Первой страницей ПЗ является титульный лист. Лист с содержанием является вторым. Номера страниц на первых двух листах не ставятся. В содержании записывают наименования основных разделов и подразделов, указывая их начальные страницы (листы).

3. ПЗ можно выполнять как в рукописном, так и машинописном виде. Текст выполняется на русском языке, без грамматических и орфографических ошибок.

4. При выполнении в рукописном виде цвет чернил (пасты) синий, черный или фиолетовый. Цвет должен быть одним для всей ПЗ.

При оформлении в редакторе MS Word текст рекомендуется выполнять со следующими характеристиками:

– поля: левое – 25 мм, правое 15 – мм, верхнее и нижнее – 20 мм;

– гарнитура Times New Roman; кегль 14;

– междустрочный интервал: 1,15 (1,25);

– выравнивание текста по ширине, без переносов. Каждый новый абзац начинается с отступа 1,25 см.

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» двоеточие после него не ставится.

В формулах латинские буквы выполняются курсивом; греческие – обычным шрифтом. Нижний и верхний индексы – без пробела между ним и основной величиной. В индексах латинские буквы – курсивом; русские, греческие и римские цифры – обычным шрифтом.

5. Номер страницы указывается в правом нижнем углу, при

оформлении на компьютере – внизу в центре. Нумерацию страниц начинают с цифры 3.

6. При рукописном оформлении текст располагается на листах размером 297х210 мм с рамками: левое поле – 20 мм, остальные – 5 мм. Номер страницы указывается в правом нижнем углу в рамке «Лист» с размерами 10х15 мм. При необходимости формат листа может быть увеличен, но нельзя его уменьшать. Размеры увеличенного листа должны соответствовать ГОСТ 2.301-68.

7. Текст разбивается на разделы, подразделы, пункты и т. д., которым присваивается порядковый номер (арабская цифра с точкой), причем подразделы обозначаются внутри своего раздела, пункты – внутри подраздела. Количество уровней пронумерованных заголовков не более трёх, при введении подпунктов номер им не присваивается, написание подпункта выполняют жирным курсивом с выравниванием по ширине.

Заголовки разделов выполняют прописными буквами, выделение жирным шрифтом. Допускается выравнивание по центру.

Заголовки подразделов выполняют жирным шрифтом с прописной строчными буквами.

Между заголовком раздела и заголовком подраздела/пункта и началом основного текста вводится пустая строка (12 пт). Выравнивание заголовков по ширине с абзацным отступом 1,25 см. Точки в конце заголовков и подзаголовков/пунктов не ставятся.

Если в тексте перечисляются какие-то условия, факторы и т. п., то они обозначаются арабскими цифрами с точкой или круглой скобкой либо маркерами.

8. Наименования разделов, подразделов, пунктов должны быть краткими, но ёмкими.

9. Наименования (термины), которые приводятся в тексте и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

10. В тексте ***не допускается***:

- применять математические знаки «-/+», следует писать «минус/плюс», кроме обозначений классов крупности;

- применять знак ∅, следует писать слово «диаметр»;

- употреблять математические знаки без цифр. Например, < (меньше или равно), > (больше или равно), ≠ (не равно), % (процент), ‰ (промилле), № (номер).

- применять различные научно-технические термины для одного и того же понятия;

- применять обозначения физических величин без цифр. Например, «...измеряется в м ...» вместо «...измеряется в метрах...»;

- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, пунктуации и государственными стандартами.

В документе следует применять стандартизированные единицы физических величин (в системе СИ). Наряду с единицами СИ при необходимости в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению. Например: «…1,5 т/м^3 (1,5 г/см^3)…». Применение в одном документе разных систем обозначения физических величин не допускается.

Числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и единиц счета от единицы до девяти – словами. Например: «… испытания ***пяти*** труб, каждая длиной ***10*** м; отобрать ***14*** труб…».

Если в документе приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же физической величине, то ее указывают после последнего числового значения: «…1,5; 1,7; 22,3 мм».

Недопустимо отделять единицу физической величины от числового значения.

11. Условные буквенные обозначения величин, а также условные графические обозначения должны соответствовать международным и государственным стандартам.

12. Нельзя допускать в тексте бытовой путаницы в терминах: «вес» и «масса»; «удельный вес» и «плотность». Одни из них относятся к «силовой» характеристике, а другие – к качественно-количественной.

Безграмотно писать «5 тн», ибо правильное условное обозначение тонн – «т».

13. Если в ПЗ используется материал из какой-либо книги, отчета и т. д., обязательно делается ссылка на источник в виде порядкового номера по списку использованных источников. Причем номер источника выделяется двумя косыми чертами либо квадратными скобками. Например, «...Как показано у Сидорова В. А. /10/, влияние на производительность...», «...По результатам опробования [6]...». Для всего документа следует избрать либо косые, либо скобки, использование того и другого одновременно недопустимо.

14. Иллюстративный материал (схемы, рисунки, таблицы) располагаются в тексте сразу же после первого упоминания их или на

ближайшей странице.

15. Наименование схемы, рисунка делается под рисунком и располагается симметрично относительно поля рисунка. Под наименованием рисунка после двоеточия помещают расшифровку обозначений и поясняющие записи.

Рисунок вставляется после первого упоминания о нем в тексте. В тексте слово «рисунок» пишется полностью с указанием порядкового номера. Нумерация рисунков может быть сквозной по всему тексту ПЗ (при количестве рисунков в одном разделе не более трёх) либо сквозной по разделу. Во втором случае номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера рисунка, разделённых точкой, как в предлагаемом пособии.

Если на рисунке представлена какая-либо зависимость, следует полностью подписывать оси и выполнять оси и зависимости толще, чем вспомогательные линии.

При изображении на рисунке гранулометрической характеристики руды, построенной по результатам ситового анализа, ось абсцисс следует называть «Размер отверстий сит d, мм», во всех остальных случаях – «Крупность d, мм».

16. На все рисунки, таблицы в тексте должны быть ссылки типа: «…данные таблицы 2.3…»; «В соответствии с рисунком 1…»

17. Номер рисунков и таблиц обозначают арабскими цифрами. Нумерация рисунков, таблиц и формул в документе может быть как сквозной, так и по разделам. Сквозная нумерация уместна, если количество таблиц, формул и/или рисунков не более десяти на весь документ. Нумерация по разделам применяется в том случае, если в каждом разделе более трёх таблиц, формул и/или рисунков. В этом случае первая цифра означает номер раздела, вторая – порядковый номер рисунка, формулы или таблицы, начиная с 1. Например, пятая таблица во втором разделе отчета будет обозначена как «Таблица 2.5». Если таблица (рисунок) одна (один) на весь документ, то это «Таблица 1» («Рисунок 1»).

18. Оформление рисунков

18.1. *Рисунки с изображением схем*

На технологических схемах операции обогащения указываются утолщенными линиями (s=2-3 мм) (так называемыми «полочками») с соответствующей краткой надписью. Нельзя заменять наименования операции какими-либо условными обозначениями. Допу-

стимо полочку подчеркивать тонкой линией: *сплошной* для любых операций и *пунктирной* для операций грохочения, классификации. Длину полок следует выдерживать **одинаковой** по всей схеме.

Циклы (стадии) можно обозначать на принципиальных схемах с помощью полочек (как операции) или в виде прямоугольников, внутри которых помещается наименование цикла (стадии).

Поток продуктов указывают тонкими линиями (*s*=0,3-0,5 мм), которые могут пересекаться только под прямым углом. Направление потоков обозначают стрелками. Место пересечения стрелок обозначается полукругом на горизонтальной стрелке (как показано на рисунке 8).

Расположение продуктов разделительных операций должно быть однообразным в пределах одного рисунка: слева – концентрат, справа – хвосты и т. д.

18.2. ***Рисунки с изображением схемы цепи аппаратов***

Схема цепи аппаратов выполняется в виде условных обозначений оборудования. Изображения распространённых аппаратов, например автосамосвалов и погрузчиков, можно скачать из доступных сетевых библиотек, например http://dwg.ru.

Масштаб изображения выбирается таким образом, чтобы заполнить не менее 70-75 % листа. Оборудование изображается соразмерно, например, размер конусной дробилки крупного дробления не может быть меньше размера грохота. Все единицы оборудования (кроме грузоподъёмного) соединяются между собой стрелками (*s*=0,3-0,5 мм).

19. Таблицы следует располагать в тексте сразу же после первого упоминания их или на следующей странице. В тексте слово «таблица» пишется полностью с указанием порядкового номера. Заголовок таблицы выполняется без абзацного отступа с выравниванием «по ширине». Точка в конце заголовка не ставится. Между основным текстом, заголовком таблицы и самой таблицей – пустая строка. Размер шрифта в таблице должен быть меньше размера основного текста (например, основной текст – 14, в таблице – 13 (12) и меньше).

При переносе таблицы на следующую страницу пишется «Продолжение таблицы» и полностью переносится шапка. Если таблица заканчивается, пишется «Окончание таблицы» и также переносится шапка. Заголовки граф таблицы начинают с прописных букв. Недопустима графа (колонка) «№-№ п/п»; если необходимо, то в

графе «Показатель» (т. е. в боковике) каждую строку начинают порядковым номером.

Названия показателей в шапке (боковике) таблицы пишут полностью с указанием единиц измерения.

20. Приложения

В тексте на все приложения, если таковые имеются, должны быть ссылки.

Каждое приложение обозначается цифрами или заглавными буквами русского алфавита, начиная с А и исключая Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ъ, Ы. Возможно обозначение и буквами латинского алфавита (исключая I и O). Если приложение одно, то это приложение А.

Размещение приложений в конце документа и в порядке ссылок на них в тексте.

Каждое приложение начинается с новой страницы. Вверху помещается (по центру листа) слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» с последующей буквой.

Приложение должно иметь заголовок, записываемый симметрично по следующему тексту (строчными буквами).

21. Список использованных источников оформляется по следующему образцу. При заполнении списка рекомендуется алфавитный порядок источников.

Например:

1. Иванов Э. Э. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению: учебное пособие, 2-е издание, исправленное / Э. Э. Иванов; Уральский гос. горный ун-т. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2012. – 157 с.

2. Козин В. З. Порционное опробование движущихся потоков // Сб. тр. СГИ «Перспективы развития горной технологии». Екатеринбург: Изд-во СГИ, 1992. – 46 с.

3. ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам»

4. http://www.belaz.by/

5. http://www.drobmash.ru

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Цыпин Е. Ф. Информационные методы обогащения полезных ископаемых: учебн. пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. – 206 с.
2. Иванов Э. Э. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению: учебное пособие, 2-е издание, исправленное / Э. Э. Иванов; Уральский гос. горный ун-т. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2012. – 157 с.
3. Разумов К. А., Перов В. А. Проектирование обогатительных фабрик. Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1990. 518 с.
4. Справочник по проектированию рудных обогатительных фабрик: В 2 кн. / редкол.: О. Н. Тихонов и др. М.: Недра, 1988.
5. Цыпин Е. Ф. Обогащение в стадиях рудоподготовки. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. – 303 с.
6. http://maxi-exkavator.ru/excapedia
7. http://www.belaz.by/
8. http://www.drobmash.ru
9. http://www.kamaz.ru/
10. http://www.kanmash.ru
11. http://www.martimex.ru/
12. http://www.maz.by/
13. http://www.rudgormash.ru
14. http://www.scania.ru/
15. http://www.uralmash.ru
16. http://www.vgm21.info
17. www.cat.com
18. www.moaz.ru
19. www.volvo.com/constructionequipment

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Исходные данные

Таблица 1 – Гранулометрическая характеристика руды, физико-механические свойства руды, производительность цеха по исходной руде

Класс крупности, доли макс. крупности руды, D_{max}			**Первая цифра варианта**								
			0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
			Частный выход класса, %									
-1,000D_{max} + 0,750D_{max}			5	8	3	6	18	19	2	6	10	15
-0,750D_{max} + 0,500D_{max}			10	20	3	15	5	15	5	9	5	8
-0,500D_{max} +0,250D_{max}			13	8	5	13	10	10	8	30	3	7
-0,250D_{max} +0,125D_{max}			17	29	9	20	22	16	34	20	20	30
-0,125D_{max} +0,000			55	35	80	46	45	40	51	35	62	40
Размер максимального куска руды, мм	исходной	D_{max}	550	900	700	1000	1200	1100	800	650	750	1150
	дроблёной	d_{max}	180	280	220	290	340	300	230	200	190	320
Насыпная плотность исходной руды, кг/м^3			1830	1960	1800	1980	1820	1800	1850	1940	1890	1950
Коэффициент крепости руды по шкале М. М. Протодьяконова			8	15	12	17	9	13	14	10	16	11
Производительность по исходной руде, млн т/год			1,1	1,5	1,7	2,3	2,7	2,6	1,2	0,8	1,6	2,7

Таблица 2 – Сепарационная характеристика рентгенорадиометрического сепаратора

Угол наклона в рабочей точке φ, град.	**Вторая цифра варианта**									
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
Величина E_{pm}, у. е.	0,0531	0,0486	0,0441	0,0396	0,0351	0,0307	0,0263	0,0219	0,0175	0,0131

Таблица 3 – Фракционный состав

Номер куска	Масса куска, г	Вторая цифра									
		1		2		3		4		5	
		α, %	*P*, у. е.	α, %	*P*, у. е.	α, %	*P*, у. е.	α, %	*P*, у. е.	α, %	*P*, у. е.
1	198	0,020	0,0611	0,022	0,0689	0,120	0,2634	0,190	0,0728	0,320	0,0683
2	52	0,020	0,0233	0,022	0,0823	0,045	0,1034	0,065	0,1806	0,120	0,0388
3	130	0,020	0,0161	0,022	0,0510	0,030	0,2042	0,040	0,0234	0,080	0,2695
4	50	0,030	0,1988	0,033	0,1089	1,035	0,2308	1,715	0,5558	2,760	0,3883
5	62	0,030	0,1031	0,033	0,1832	0,150	0,2869	0,240	0,3300	0,400	0,3986
6	84	0,030	0,0334	0,033	0,0153	0,060	0,0776	0,090	0,2489	0,160	0,0935
7	85	0,030	0,0559	0,033	0,1961	0,090	0,1076	0,140	0,2968	0,240	0,2848
8	228	0,040	0,0247	0,044	0,0332	0,045	0,0629	0,065	0,1641	0,120	0,2849
9	57	0,040	0,1519	0,044	0,0181	0,255	0,1292	0,415	0,2485	0,680	0,2310
10	33	0,040	0,0117	0,044	0,1006	0,030	0,1095	0,040	0,2182	0,080	0,2089
11	58	0,050	0,0284	0,055	0,0679	0,045	0,0680	0,065	0,1393	0,120	0,3544
12	16	0,050	0,0717	0,055	0,0842	0,150	0,1896	0,240	0,0983	2,000	0,2382
13	137	0,060	0,1844	0,066	0,0598	0,570	0,2782	0,940	0,4692	0,300	0,1057
14	71	0,060	0,0403	0,066	0,0639	0,075	0,0960	0,115	0,2623	0,200	0,0921
15	33	0,060	0,1892	0,066	0,1106	0,720	0,1995	1,190	0,3543	0,650	0,1539
16	94	0,060	0,0589	0,066	0,1081	0,105	0,1224	0,165	0,0663	0,280	0,2344
17	252	0,070	0,1619	0,077	0,1105	0,330	0,0656	0,540	0,1857	0,350	0,0991
18	129	0,070	0,0662	0,077	0,0361	0,135	0,2940	0,215	0,0697	0,360	0,4970
19	111	0,070	0,0289	0,077	0,0744	0,060	0,2388	0,090	0,0403	0,160	0,1495
20	115	0,070	0,1380	0,077	0,1281	0,210	0,1393	0,340	0,1932	0,560	0,3109
21	67	0,080	0,1606	0,088	0,1551	0,315	0,1447	0,515	0,3669	0,840	0,2987
22	147	0,080	0,0567	0,088	0,0928	0,105	0,1691	0,165	0,0367	0,280	0,3994
23	67	0,090	0,1451	0,099	0,1685	0,225	0,2678	0,365	0,2759	0,600	0,4847
24	43	0,090	0,1069	0,099	0,1643	0,165	0,2720	0,265	0,2179	0,440	0,2797
25	51	0,100	0,0205	0,110	0,0707	0,045	0,1658	0,065	0,0298	0,120	0,3729
26	141	0,100	0,1495	0,110	0,1907	0,225	0,1608	0,365	0,3699	0,600	0,4393
27	192	0,100	0,0606	0,110	0,0206	0,105	0,2943	0,165	0,3208	0,280	0,5029
28	62	0,100	0,1061	0,110	0,0672	0,165	0,3149	0,265	0,2634	0,440	0,3407
29	85	0,100	0,2045	0,110	0,1969	1,050	0,1799	1,740	0,5796	2,800	0,5138
30	58	0,100	0,0508	0,110	0,0592	0,090	0,3283	0,140	0,1785	0,240	0,2946
31	39	0,100	0,2021	0,110	0,1178	1,050	0,2128	1,740	0,5485	2,800	0,2880
32	86	0,110	0,0415	0,121	0,1917	0,075	0,2945	0,115	0,0865	0,200	0,5373
33	30	0,110	0,1611	0,121	0,1015	0,330	0,2113	0,540	0,2602	0,880	0,4520
34	50	0,110	0,0599	0,121	0,1187	0,105	0,1301	0,165	0,2727	0,280	0,5139
35	38	0,120	0,1563	0,132	0,1908	0,270	0,2610	0,440	0,2885	0,720	0,2986
36	269	0,130	0,1694	0,143	0,1233	0,420	0,1062	0,690	0,3413	1,120	0,3015
37	47	0,130	0,0873	0,143	0,2049	0,150	0,2870	0,240	0,2425	0,400	0,2044
38	77	0,140	0,1144	0,154	0,1972	0,195	0,1297	0,315	0,0766	0,520	0,3114
39	190	0,140	0,0198	0,154	0,1636	0,030	0,1897	0,040	0,0590	0,080	0,3390
40	142	0,140	0,1107	0,154	0,0321	0,180	0,1659	0,290	0,3393	0,480	0,5583
41	73	0,140	0,1775	0,154	0,1253	0,495	0,1981	0,815	0,2894	0,300	0,1978
42	251	0,150	0,1642	0,165	0,2177	0,330	0,2500	0,540	0,3291	0,880	0,5564
43	170	0,150	0,1782	0,165	0,1672	0,495	0,2267	0,815	0,3830	1,320	0,4685
44	141	0,150	0,1127	0,165	0,1140	0,195	0,2601	0,315	0,3214	0,520	0,4094
45	185	0,150	0,0444	0,165	0,1315	0,090	0,1021	0,140	0,0399	0,240	0,3071
46	23	0,150	0,1887	0,165	0,0753	0,630	0,3207	1,040	0,3111	1,680	0,5160
47	118	0,170	0,1035	0,187	0,1306	0,150	0,3253	0,240	0,0500	0,400	0,3940
48	73	0,180	0,0773	0,198	0,1992	0,150	0,2776	0,240	0,3155	0,400	0,3096
49	124	0,180	0,1674	0,198	0,1222	0,375	0,0952	0,615	0,4070	0,400	0,2542
50	180	0,210	0,0374	0,231	0,0467	0,060	0,3005	0,090	0,1156	0,160	0,3205

сортируемых классов руды (для версии I)

варианта									
6		**7**		**8**		**9**		**0**	
α, %	***P*, у. е.**	**α, %**	***P*, у. е.**	**α, %**	***P*, у. е.**	**α, %**	***P*, у. е.**	**α, %**	***P*, у. е.**
0,184	0,1277	0,270	0,1506	0,190	0,0611	0,200	0,1153	0,026	0,1136
0,069	0,0591	0,195	0,0594	0,040	0,0892	0,075	0,1680	0,026	0,1058
0,046	0,1069	0,180	0,1141	0,010	0,0377	0,050	0,3212	0,026	0,0264
1,587	0,5442	1,185	0,2825	2,020	0,4723	1,725	0,7541	0,039	0,0885
0,230	0,1136	0,300	0,1110	0,250	0,1877	0,250	0,0929	0,039	0,1635
0,092	0,0635	0,210	0,1305	0,070	0,1038	0,100	0,0923	0,039	0,1752
0,138	0,0455	0,240	0,0853	0,130	0,0906	0,150	0,1413	0,039	0,0466
0,069	0,1376	0,195	0,0763	0,040	0,0188	0,075	0,3383	0,052	0,0379
0,391	0,1676	0,405	0,1533	0,460	0,2001	0,425	0,3118	0,052	0,2056
0,046	0,1608	0,180	0,0524	0,010	0,0603	0,050	0,1393	0,052	0,1263
0,069	0,0891	0,195	0,0739	0,040	0,0768	0,075	0,1862	0,065	0,1979
0,230	0,1099	0,300	0,1379	0,250	0,1152	0,250	0,4145	0,065	0,1483
0,874	0,3109	0,720	0,1720	1,090	0,2871	0,950	0,2989	0,078	0,2120
0,115	0,0849	0,225	0,0943	0,100	0,0849	0,125	0,3179	0,078	0,0869
1,104	0,3452	0,870	0,3107	1,390	0,3508	1,200	0,4022	0,078	0,2170
0,161	0,1324	0,255	0,0922	0,160	0,0827	0,175	0,3062	0,078	0,0115
0,506	0,2395	0,480	0,1853	0,610	0,1388	0,550	0,2820	0,091	0,2062
0,207	0,1349	0,285	0,1134	0,220	0,0549	0,225	0,1501	0,091	0,1294
0,092	0,0998	0,210	0,0688	0,070	0,0325	0,100	0,3429	0,091	0,1668
0,322	0,1464	0,360	0,1552	0,370	0,1826	0,350	0,1661	0,091	0,0803
0,483	0,2141	0,465	0,1220	0,580	0,2239	0,525	0,2606	0,104	0,1834
0,161	0,0545	0,255	0,0580	0,160	0,0492	0,175	0,2060	0,104	0,1847
0,345	0,1515	0,375	0,1119	0,400	0,0769	0,375	0,1316	0,117	0,0461
0,253	0,1094	0,315	0,1628	0,280	0,1521	0,275	0,1597	0,117	0,1471
0,069	0,1070	0,195	0,1500	0,040	0,0892	0,075	0,0846	0,130	0,1819
0,345	0,2168	0,375	0,1712	0,400	0,1288	0,375	0,1884	0,130	0,1831
0,161	0,1262	0,255	0,0990	0,160	0,0931	0,175	0,3637	0,130	0,1044
0,253	0,1609	0,315	0,1231	0,280	0,1529	0,275	0,1118	0,130	0,0314
1,610	0,5404	1,200	0,3497	2,050	0,4149	1,750	0,7979	0,130	0,1443
0,138	0,0543	0,240	0,1465	0,130	0,1614	0,150	0,0632	0,130	0,1962
1,610	0,5720	1,200	0,2977	2,050	0,3931	1,750	0,6449	0,130	0,0855
0,115	0,0553	0,225	0,1087	0,100	0,1004	0,125	0,0675	0,143	0,1901
0,506	0,2842	0,480	0,1839	0,610	0,2138	0,550	0,2071	0,143	0,0542
0,161	0,0689	0,255	0,0593	0,160	0,1118	0,175	0,0920	0,143	0,2065
0,414	0,1968	0,420	0,1001	0,490	0,1583	0,450	0,3701	0,156	0,1117
0,644	0,2399	0,570	0,1612	0,790	0,2569	0,700	0,2448	0,169	0,1905
0,230	0,2132	0,300	0,1362	0,250	0,1593	0,250	0,3576	0,169	0,1066
0,299	0,0952	0,345	0,0815	0,340	0,1598	0,325	0,2265	0,182	0,2148
0,046	0,0842	0,180	0,1385	0,010	0,0331	0,050	0,1517	0,010	0,0253
0,276	0,1094	0,330	0,1089	0,310	0,1026	0,300	0,2271	0,182	0,1002
0,759	0,2456	0,645	0,1993	0,940	0,1997	0,825	0,2662	0,182	0,1722
0,506	0,1826	0,480	0,2107	0,610	0,2091	0,550	0,4482	0,195	0,1024
0,759	0,3702	0,645	0,1915	0,940	0,1894	0,825	0,5238	0,195	0,1090
0,299	0,1571	0,345	0,1545	0,340	0,1507	0,325	0,3358	0,195	0,2238
0,138	0,1415	0,240	0,0980	0,130	0,0302	0,150	0,2748	0,195	0,0693
0,966	0,2998	0,780	0,2479	1,210	0,3375	1,050	0,3449	0,195	0,1519
0,230	0,1754	0,300	0,1247	0,250	0,0460	0,250	0,2954	0,221	0,1844
0,230	0,1572	0,300	0,1753	0,250	0,1528	0,250	0,2477	0,234	0,1173
0,575	0,1803	0,525	0,2001	0,700	0,2150	0,625	0,3123	0,234	0,0647
0,092	0,0618	0,210	0,1012	0,070	0,0742	0,100	0,0303	0,273	0,0908

Продолжение таблицы 3

Номер куска	Масса куска, г	Вторая цифра									
		1		2		3		4		5	
		α, %	*P*, у. е.	α, %	*P*, у. е.	α, %	*P*, у. е.	α, %	*P*, у. е.	α, %	*P*, у. е.
51	104	0,220	0,2182	0,242	0,0940	1,395	0,2230	2,315	0,7127	3,720	0,4697
52	32	0,220	0,1714	0,242	0,1733	0,450	0,3050	0,740	0,3743	1,200	0,7033
53	109	0,220	0,1386	0,242	0,0391	0,210	0,0931	0,340	0,3314	0,560	0,5888
54	216	0,230	0,0678	0,253	0,1243	0,150	0,1449	0,240	0,1471	0,400	0,5737
55	82	0,240	0,2138	0,264	0,0926	1,320	0,1300	2,190	0,4406	3,520	0,6132
56	115	0,250	0,2088	0,275	0,1449	1,095	0,2515	1,815	0,5846	2,920	0,5539
57	206	0,280	0,0610	0,308	0,1013	0,120	0,2329	0,190	0,1478	0,320	0,4602
58	167	0,300	0,1798	0,330	0,1980	0,555	0,2300	0,915	0,2192	1,480	0,4203
59	98	0,330	0,1831	0,363	0,0978	0,555	0,3051	0,915	0,1865	1,480	0,7757
60	78	0,330	0,0534	0,363	0,1034	0,090	0,3399	0,140	0,1324	0,240	0,8122
61	53	0,370	0,1436	0,407	0,2191	0,225	0,3160	0,365	0,1376	0,600	0,9011
62	206	0,370	0,1967	0,407	0,0705	0,975	0,3424	1,615	0,3347	2,600	0,6956
63	166	0,380	0,1498	0,418	0,0735	0,225	0,1637	0,365	0,1614	0,600	0,5977
64	193	0,380	0,1671	0,418	0,1800	0,360	0,3878	0,590	0,2989	0,960	0,6944
65	99	0,420	0,1027	0,462	0,1732	0,150	0,1931	0,240	0,0639	0,400	0,6666
66	98	0,480	0,2236	0,528	0,1509	1,575	0,2009	2,615	0,6300	4,200	0,9879
67	300	0,500	0,2310	0,550	0,2558	1,695	0,2474	2,815	0,6064	4,520	0,8463
68	77	0,520	0,1198	0,572	0,1996	0,210	0,3997	0,340	0,0807	0,560	1,0768
69	187	0,620	0,0674	0,682	0,1574	0,135	0,4860	0,215	0,0907	0,360	0,9268
70	256	0,650	0,2495	0,715	0,2939	1,875	0,3854	3,115	0,6580	5,000	1,2481
71	69	0,690	0,1963	0,759	0,2537	0,780	0,4657	1,290	0,4802	2,080	1,2452
72	73	0,690	0,2611	0,759	0,2434	1,875	0,4496	3,115	0,7239	5,000	1,0132
73	146	0,700	0,1853	0,770	0,3036	0,570	0,2655	0,940	0,3625	1,520	1,0122
74	278	0,700	0,1997	0,770	0,3091	1,035	0,4718	1,715	0,4127	2,760	1,3695
75	73	0,700	0,1042	0,770	0,1925	0,165	0,5324	0,265	0,3512	0,440	1,0513
76	68	0,730	0,1646	0,803	0,1650	0,345	0,4378	0,565	0,1765	0,920	1,0604
77	215	0,870	0,1963	0,957	0,2051	0,930	0,5552	1,540	0,5759	2,480	1,5569
78	65	0,880	0,1954	0,968	0,2699	0,750	0,3582	1,240	0,4523	2,000	1,3490
79	56	0,930	0,2345	1,023	0,3030	1,755	0,4705	2,915	0,7947	4,680	1,3327
80	45	1,050	0,3029	1,155	0,3112	3,000	0,5466	4,990	1,0127	8,000	1,8370
81	118	1,100	0,2078	1,210	0,2496	1,050	0,5168	1,740	0,4192	2,800	1,5999
82	76	1,130	0,1221	1,243	0,2949	0,210	0,6628	0,340	0,2859	0,560	1,9784
83	114	1,170	0,1529	1,287	0,2042	0,270	0,7034	0,440	0,2787	0,720	1,8003
84	150	1,250	0,2088	1,375	0,2069	1,305	0,7254	2,165	0,4616	3,480	1,8831
85	30	1,250	0,1406	1,375	0,3762	0,225	0,5953	0,365	0,1602	0,600	2,1066
86	56	1,350	0,3196	1,485	0,2266	3,000	0,6498	4,990	1,2023	8,000	2,1294
87	147	1,620	0,3083	1,782	0,2890	3,000	0,6923	4,990	1,0327	8,000	2,3356
88	164	2,000	0,3230	2,200	0,5021	3,555	0,9496	5,915	1,4458	9,480	3,1962
89	155	2,000	0,2274	2,200	0,4717	1,650	0,9043	2,740	0,7882	4,400	3,1761
90	136	2,000	0,3582	2,200	0,4810	4,200	0,8311	6,990	1,4642	11,200	3,1060
91	222	2,000	0,3990	2,200	0,4420	4,455	0,9591	7,415	1,5982	11,880	3,1859
92	104	2,000	0,3838	2,200	0,3799	4,215	1,0173	7,015	1,5781	11,240	3,1878
93	81	2,000	0,2803	2,200	0,4438	2,430	0,9013	4,040	0,8821	6,480	2,8846
94	54	2,000	0,2921	2,200	0,3686	3,000	0,7811	4,990	1,0379	8,000	3,1006
95	87	2,370	0,3103	2,607	0,5414	3,000	1,1353	4,990	1,1540	8,000	3,7054
96	58	2,500	0,2675	2,750	0,4569	2,025	1,1114	3,365	0,7542	5,400	3,7157
97	135	2,800	0,4083	3,080	0,5760	4,500	1,1392	7,490	1,5665	12,000	4,2685
98	144	2,810	0,3174	3,091	0,4814	3,000	1,1810	4,990	1,2831	8,000	3,9589
99	44	2,970	0,3123	3,267	0,5730	3,000	1,2580	4,990	1,0610	8,000	4,4851
100	84	3,000	0,3541	3,300	0,6374	3,750	1,4181	6,240	1,3278	10,000	4,5486

варианта									
6		**7**		**8**		**9**		**0**	
α, %	***P*, у. е.**	**α, %**	***P*, у. е.**	**α, %**	***P*, у. е.**	**α, %**	***P*, у. е.**	**α, %**	***P*, у. е.**
2,139	0,7750	1,545	0,4100	2,740	0,4785	2,325	0,7786	0,286	0,1013
0,690	0,2741	0,600	0,1800	0,850	0,2370	0,750	0,3483	0,286	0,2058
0,322	0,2150	0,360	0,1200	0,370	0,1540	0,350	0,1547	0,286	0,1957
0,230	0,1790	0,300	0,1034	0,250	0,1354	0,250	0,1320	0,299	0,2250
2,024	0,7356	1,470	0,4000	2,590	0,4616	2,200	0,9103	0,312	0,2288
1,679	0,5852	1,245	0,2978	2,140	0,4081	1,825	0,6310	0,225	0,0592
0,184	0,1096	0,270	0,1275	0,190	0,1117	0,200	0,2981	0,364	0,0857
0,851	0,4104	0,705	0,1768	1,060	0,2910	0,925	0,4655	0,390	0,1589
0,851	0,2689	0,705	0,2609	1,060	0,2036	0,925	0,4144	0,129	0,0568
0,138	0,1616	0,240	0,1014	0,130	0,1176	0,150	0,0585	0,429	0,2259
0,345	0,2100	0,375	0,1760	0,400	0,1535	0,375	0,1998	0,281	0,0869
1,495	0,4712	1,125	0,2776	1,900	0,3793	1,625	0,8278	0,481	0,2233
0,345	0,1303	0,375	0,1781	0,400	0,0986	0,375	0,2225	0,494	0,2679
0,552	0,2950	0,510	0,1179	0,670	0,2066	0,600	0,3729	0,494	0,2127
0,230	0,1057	0,300	0,1241	0,250	0,0551	0,250	0,4128	0,246	0,0983
2,415	0,8439	1,725	0,3916	3,100	0,6203	2,625	0,8541	0,624	0,2452
2,599	0,8904	1,845	0,4903	3,340	0,6026	2,825	1,0947	0,650	0,1543
0,322	0,2408	0,360	0,1441	0,370	0,1653	0,350	0,2891	0,676	0,2749
0,207	0,0900	0,285	0,1719	0,220	0,0995	0,225	0,1021	0,806	0,1789
2,875	0,9291	2,025	0,5384	3,700	0,6952	3,125	1,0158	0,845	0,3165
1,196	0,4394	0,930	0,3197	1,510	0,3535	1,300	0,6387	0,897	0,3218
2,875	0,9165	2,025	0,4467	3,700	0,6504	3,125	1,0909	0,897	0,2838
0,874	0,3990	0,720	0,2576	1,090	0,3044	0,950	0,4141	0,910	0,2709
1,587	0,5933	1,185	0,3764	2,020	0,4826	1,725	0,6097	0,910	0,2256
0,253	0,2275	0,315	0,0721	0,280	0,0819	0,275	0,1980	0,910	0,2224
0,529	0,1768	0,495	0,1281	0,640	0,1894	0,575	0,2364	0,949	0,1940
1,426	0,5164	1,080	0,2405	1,810	0,3124	1,550	0,7738	1,131	0,2537
1,150	0,4971	0,900	0,2280	1,450	0,3244	1,250	0,6607	0,410	0,1614
2,691	0,9764	1,905	0,4904	3,460	0,6491	2,925	1,2251	0,300	0,1750
4,600	1,4525	3,150	0,7440	5,950	1,1532	5,000	1,5295	1,365	0,2522
1,610	0,5292	1,200	0,3544	2,050	0,4543	1,750	0,5760	1,430	0,2871
0,322	0,1156	0,360	0,1581	0,370	0,1235	0,350	0,2919	1,469	0,3140
0,414	0,2600	0,420	0,1816	0,490	0,2295	0,450	0,4463	1,521	0,2566
2,001	0,7597	1,455	0,4110	2,560	0,4691	2,175	0,8622	1,625	0,3109
0,345	0,1260	0,375	0,1474	0,400	0,0803	0,375	0,4436	1,625	0,3681
4,600	1,4385	3,150	0,7523	5,950	1,1227	5,000	1,5509	1,755	0,4113
4,600	1,4773	3,150	0,7720	5,950	1,0423	5,000	1,6641	2,106	0,3977
5,451	1,8051	3,705	0,9030	7,060	1,2972	5,925	1,9756	2,600	0,3962
2,530	0,8674	1,800	0,4140	3,250	0,6241	2,750	0,9175	2,600	0,4847
6,440	2,1428	4,350	0,9715	8,350	1,5645	7,000	2,3582	2,600	0,5298
6,831	2,1376	4,605	1,0197	8,860	1,5715	7,425	2,4295	2,600	0,4851
6,463	2,0782	4,365	1,0074	8,380	1,4326	7,025	2,1487	2,600	0,3962
3,726	1,1866	2,580	0,6155	4,810	0,9103	4,050	1,2493	2,600	0,3627
4,600	1,4895	3,150	0,7563	5,950	1,0134	5,000	1,7286	2,600	0,3864
4,600	1,4922	3,150	0,7657	5,950	1,0254	5,000	1,7516	3,081	0,5239
3,105	1,0774	2,175	0,5393	4,000	0,8229	3,375	1,2723	3,250	0,5945
6,900	2,1615	4,650	1,0471	8,950	1,5334	7,500	2,4975	3,640	0,5602
4,600	1,5593	3,150	0,7901	5,950	1,0922	5,000	1,5718	3,653	0,5176
4,600	1,4278	3,150	0,7399	5,950	1,1401	5,000	1,6934	3,861	0,5616
5,750	1,8159	3,900	0,8787	7,450	1,3033	6,250	1,9142	3,900	0,5559

Окончание таблицы 3

Номер куска	Масса куска, г	Вторая цифра									
		1		2		3		4		5	
		α, %	***P*, у. е.**	**α, %**	***P*, у. е.**	**α, %**	***P*, у. е.**	**α, %**	***P*, у. е.**	**α, %**	***P*, у. е.**
101	172	4,800	0,5334	5,280	0,9786	7,200	1,8669	11,990	2,4772	19,200	6,7410
102	66	5,000	0,5523	5,500	0,9477	7,875	2,0950	13,115	2,7809	21,000	7,2098
103	72	5,250	0,5406	5,775	0,9319	7,500	2,2421	12,490	2,7900	20,000	7,4051
104	91	5,250	0,6922	5,775	1,0614	7,875	2,2596	13,115	2,8316	21,000	7,6622
105	32	7,200	0,7947	7,920	1,2428	10,800	2,8885	17,990	3,7110	28,800	10,203
106	30	7,620	0,8000	8,382	1,4001	11,430	2,8679	19,040	3,9142	30,480	10,903
Коэффициент K		0,790		1,193		0,829		0,952		0,907	
Коэффициент k_{φ}		0,85		0,80		0,75		0,70		0,65	

Таблица 4 – Кривая разделения сортируемых

Вторая цифра									
1		2		3		4		5	
Массовая доля в хвостах ϑ, %	**Суммарный выход хвостов γ_x, %**	**Массовая доля в хвостах ϑ, %**	**Суммарный выход хвостов γ_x, %**	**Массовая доля в хвостах ϑ, %**	**Суммарный выход хвостов γ_x, %**	**Массовая доля в хвостах ϑ, %**	**Суммарный выход хвостов, γ_x, %**	**Массовая доля в хвостах ϑ, %**	**Суммарный выход хвостов γ_x, %**
0,05	4	0,03	4	0,04	1	0,04	4	0,20	2
0,12	20	0,14	30	0,20	25	0,26	40	0,40	20
0,16	33	0,20	54	0,40	57	0,50	70	0,50	37
0,20	46	0,30	70	0,50	71	0,60	75	0,78	60
0,30	66	0,40	82	0,60	85	0,75	80	1,00	75
0,40	86	0,50	90	0,70	90	1,00	84	1,50	82
0,50	92	0,60	95	0,80	94	1,25	90	2,00	90
0,60	95	0,70	98	1,10	97	1,50	96	2,50	95
0,78	100	0,86	100	1,17	100	1,94	100	3,12	100
Коэффи									
0,969		1,105		0,939		1,079		0,952	
Коэффи									
0,82		0,79		0,75		0,70		0,67	

варианта									
6		**7**		**8**		**9**		**0**	
α, %	***P*, у. е.**	**α, %**	***P*, у. е.**	**α, %**	***P*, у. е.**	**α, %**	***P*, у. е.**	**α, %**	***P*, у. е.**
11,040	3,4450	7,350	1,6329	14,350	2,4655	12,000	3,8380	6,240	0,8226
12,075	3,8688	8,025	1,8467	15,700	2,7047	13,125	4,0446	6,500	0,8927
11,500	3,6199	7,650	1,7835	14,950	2,6358	12,500	3,8906	6,825	1,0637
12,075	3,7831	8,025	1,8600	15,700	2,7723	13,125	4,0405	6,825	0,9391
16,560	5,2304	10,950	2,4687	21,550	3,6898	18,000	5,6326	9,360	1,3445
17,526	5,4843	11,580	2,5519	22,810	3,9592	19,050	5,7225	9,906	1,3843
0,886		0,969		1,153		1,109		0,939	
0,60		0,55		0,50		0,45		0,40	

классов руды (для версии II)

варианта									
6		**7**		**8**		**9**		**0**	
Массовая доля в хвостах ϑ, %	**Суммарный выход хвостов γ_x, %**	**Массовая доля в хвостах ϑ, %**	**Суммарный выход хвостов γ_x, %**	**Массовая доля в хвостах ϑ, %**	**Суммарный выход хвостов γ_x, %**	**Массовая доля в хвостах ϑ, %**	**Суммарный выход хвостов γ_x, %**	**Массовая доля в хвостах ϑ, %**	**Суммарный выход хвостов γ_x, %**
0,10	3	0,21	3	0,08	1	0,13	2	0,08	2
0,20	20	0,25	20	0,10	15	0,20	20	0,13	20
0,30	40	0,30	40	0,23	40	0,30	40	0,20	45
0,50	72	0,40	65	0,50	68	0,50	70	0,25	65
0,62	78	0,50	75	0,80	80	0,80	82	0,30	74
1,00	85	0,70	83	1,00	83	1,00	89	0,40	82
1,30	92	0,80	87	1,30	87	1,20	93	0,50	87
1,50	97	1,00	93	1,50	90	1,50	97	0,60	91
1,79	100	1,32	100	2,29	100	1,95	100	1,01	100
циент K									
0,790		0,886		0,907		0,860		1,200	
циент k_φ									
0,60		0,77		0,85		0,65		0,73	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Технические характеристики дробилок

Таблица 1 – Щековые дробилки отечественного производства
(ОАО «Уралмаш», ОАО «Волгогормаш», ОАО «Дробмаш») /10, 12, 17/

Типоразмер (модель)	**Размер приёмного отверстия, мм (B×L)**	**D_{max}, мм**	**Номинальный размер разгрузочной щели $s_{ном}$, мм**	**Производительность $Q_{ном}$, м^3/ч**	**Габаритные размеры, м (L × B × H)**	**Масса, т**	**Мощность двигателя, кВт**
Щековые дробилки с простым качанием щеки							
ЩДП 6×9 (СМД 204)	600×900	510	80-160	45-84	3,6×2,2×2,4	22	100
ЩДП 9×12 (СМД 111А)	900×1200	750	130±35	160	5,0×4,4×3,3	72	110
ЩКД 90х120 (С-886)	900×1200	750	130	130	4,9×5,7×3,0	69	100
ЩДП 12×15 (СМД 118А)	1200×1500	1000	155±40	280	6,1×5,2×3,9	145	160
ЩКД 120х150 (С-887)	1200×1500	1000	150	220	6,4×6,6×3,9	137	160
ЩДП 15×21 (СМД 117А)	1500×2100	1200	180±45	550	6,6×6,3×4,8	250	250
ЩКД 150х210 (С-888)	1500×2100	1200	180	450	7,4×6,8×4,8	256	250
ЩДП 21×25 (СМД 156)	2100×2500	1700	250±65	800	12,0×8,0×9,0	558	400
Щековые дробилки со сложным качанием щеки							
ШДС 6×9 (СМД 110А)	600×900	510	75-200	80-130	2,5×2,6×2,4	20	110
ШДС 6×10 (ДРО-745)	600×1000	510	80-130	35-120	2,5×2,2×2,6	22	75
ШДС 7,5×9 (ДРО-529)	750×900	510	160-200	90-160	2,8×2,5×2,6	21	75
ШДС 8×10 (ДРО-609)	800×1000	680	100-180	85-155	3,2×2,7×2,8	28	132
ШДС 12×15 (С-889)	1200×1500	1000	150	250-300	5,0×5,5×4,0	120	200

Таблица 2 – Щековые дробилки зарубежного производства /8/

Модель	Размер приёмного отверстия, мм (*B*×*L*)	Номинальный размер разгрузочной щели $s_{ном}$, мм	Производительность $Q_{ном}$, т/ч	Габаритные размеры, м (*L* × *B* × *H*)	Масса, т	Мощность двигателя, кВт
Sandvik Rock Processing, Швеция						
CJ211	700×1100	175 200	350 395	2,39×2,45×2,17	14,6	90
CJ411	840×1045	175 200 225	390 445 490	2,99×2,09×2,82	21,7	110
CJ412	830×1200	175 200 225	445 510 570	3,23×2,57×2,95	26,6	132
CJ612	1100×1200	175 200 225	465 520 580	3,61×2,5×2,2	36,6	160
CJ613	1130×1300	175 200 225	510 570 640	2,4×2,35×3,51	41,5	160
CJ615	1070×1500	175 200 225	585 655 730	3,76×2,47×3,85	53,0	200
CJ815	1300×1500	175 200 225	625 705 780	4,11×3,00×3,33	64,5	200
Metso Minerals (дробилки Nordberg серии C), Финляндия						
C100	1000*	175 200	370 420	3,0×2,4×3,7	20,1	110
C106	1060	175 200	405 448	2,6×2,0×3,3	14,5	110
C116	1150	175 200	420 465	2,9×2,4×3,6	18,6	132
C125	1250	175 200 225	470 530 590	3,5×2,8×4,1	38,0	160
C140	1400	175 200 225	520 590 655	3,8×3,0×4,4	47,1	200
C145	1400	175 200 225	540 590 680	3,9×3,1×4,6	54,5	200
C160	1600	175 200 225	595 675 750	4,3×3,7×5,9	71,3	250
C200	2000	175 200 225	760 855 945	4,9×4,0×6,7	121,5	400
* Указана ширина загрузочного отверстия *B*, мм.						

Таблица 3 – Щековые дробилки производства Martimex, Чехия /13/

Модель	**Размер приёмного отверстия, мм (*B*×*L*)**	***D*max, мм**	**Диапазон регулирования разгрузочной щели, мм**	**Производительность *Q*, т/ч**	**Масса, т**	**Мощность двигателя, кВт**
DCJ 900x600	900x600	500	50-170	130-210	10,5	75
DCJ 1100x750	750x1100	700	70-170	150-300	18,0	110
DC 105 x 80	800x1050	650	70-180	80-350	21,0	110
DC 115 x 85	850x1150	850	80-250	110-480	29,0	110
DC 130 x 105	1050x1300	1000	120-260	190-610	47,0	160

Таблица 4 – Щековые дробилки производства Zenith, Китай /8/

Модель	**Размер приёмного отверстия, мм (*B*×*L*)**	***D*max, мм**	**Диапазон регулирования разгрузочной щели, мм**	**Производительность *Q*, т/ч**	**Габаритные размеры, м (*L* × *B* × *H*)**	**Мощность двигателя, кВт**
HJ98	650x980	560	75-175	110-350	2,5×2,0×2,2	90-110
HJ110	800x1100	660	100-200	215-510	2,9×2,5×2,6	110-132
HJ125	950x1250	800	125-225	280-650	3,3×2,5×3,1	132-160

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Технические характеристики инерционных грохотов

Типоразмер (модель)	Размеры просеивающей поверхности, мм		Мощность двигателя, кВт	Масса, кг
	B	***L***		
Производство ОАО «Дробмаш», ООО «Канмаш ДСО», ОАО «Рудгормаш-УГМК», «Волгогормаш»				
ГИТ-33	1250	3000	15	3300
ГИТ-43	1500	4000	18,5	4500
ГИТ-53	1750	3990	18,5	5200
ГИС-53	1750	5000	15	5100
ГИТ-63	2000	5500	22	6300
ГИС-63	2000	6000	22	8200
ГИТ-73П	2420	6250	30	11700
ДРО-747	1500	4200	2х7,5	5640
Производство Martimex, Чехия				
1200 х 4000/3	1200	4000	15	Нет информации
1600 х 4000/3	1600	4000	15	
2000 х 4000/3	2000	4000	15	
1600 х 5000/3	1600	5000	15	
2000 х 5000/3	2000	5000	22	
1600 х 6000/3	1600	6000	30	
2000 х 6000/3	2000	6000	30	
Производство Sandvik Rock Processing, Швеция				
LF1240 Type T (3-d)	1200	4000	Грохоты Sandvik представлены моделями серий QA и QE на гусеничном ходу. Привод данных моделей является дизель-гидравлическим. Эксплуатационная масса варьируется от 27,3 до 36,3 т. Техника снабжена двигателями Deutz и Caterpillar мощностью 74-74,9 кВт.	
LF1540 Type T (3-d)	1540	4000		
LF1550 Type T (3-d)	1550	5000		
LF1820 Type T (3-d)	1820	5000		
LF1850 Type T (3-d)	1850	5000		
LF2160 Type T (3-d)	2160	6000		
LF2470 Type T (3-d)	2470	7000		
Производство Metso Minerals, Финляндия				
Metso TS2.3	1500	5000	15	6000
Metso TS3.3	1800	6000	22	10000
Metso TS4.3	2400	6000	30	12000
Metso TS5.3	2400	8000	2х22	20000
Metso TS6.3	3000	8300	2х30	25000
Metso ST620	Площадь просеивающей поверхности 11 м^2		134	27600

Грохоты Metso в настоящее время выпускаются под маркой Lokotrack. Данная техника представлена мобильными грохотами. Модель ST620 оборудована трехъярусным грохотом Nordberg.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
Технические характеристики рентгенофлуоресцентных сепараторов

Таблица 1 – Сепараторы ООО «РАДОС»

Параметр	**СРФ 4-50** **СРФ 4/2-50**	**СРФ 4-100** **СРФ 4/2-100** **СРФ 4-150** **СРФ 4/2-150**	**СРФ 2-300** **СРФ 3-300**
Классы крупности сортируемой руды, мм	10...60	20...150	60...350
Диапазоны класса крупности, мм	10-40	30-80	60-200
	20-40	30-100	80-250
	20-50	40-120	100-250
	20-60	40-150	150-350
Производительность, т/ч (в зависимости от диапазона и насыпной плотности)	3-8	8-20	20-50
Количество каналов (ручьев) сортировки, шт.	4	4	2 (3)
Количество продуктов сортировки, шт.	2		
Габаритные размеры, мм ($L \times B \times H$)	3520×1200×2240	5070×1500×2500	5070×1500×2500
Масса, кг (не более)	1600	3900	4100
Потребляемая мощность, кВт (не более)	3,0	5,0	5,0

Таблица 2 – Сепараторы компании «Интегра»

Параметр	**Микро РС-50**	**РМ-50Р**	**РМ-100Р**	**РМ-200Р**
Классы крупности сортируемой руды, мм	-50+25	-50+25	-100+50	-200+100
Производительность, т/ч	8	2,5	7	14
Количество ручьев сортировки, шт.	8	1		
Количество продуктов сортировки, шт.	2	3		
Габаритные размеры, мм ($L \times B \times H$)	6400×1240×3560	7200×800×1940	7200×800×1940	7500×880×1940
Масса, кг (не более)	3500	1200	1200	1400
Потребляемая мощность, кВт (не более)	8	6,6	7,5	8

Таблица 3 – Сепаратор РСЭ-50 ООО «ЭГОНТ»

Параметр	**Классы крупности сортируемой руды, мм**	
	-50+20	**-20+10**
Производительность, т/ч	30	8
Количество ручьев сортировки, шт.	8	8
Количество продуктов сортировки, шт.	2	
Габаритные размеры, мм ($L \times B \times H$)	1970×1220×15500	
Масса, кг (не более)	1300	
Расход электроэнергии, кВт·ч (не более)	1,2	

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
Условные обозначения

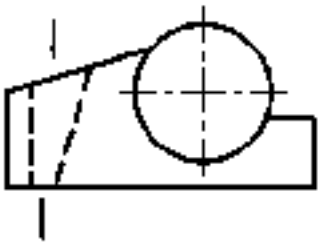
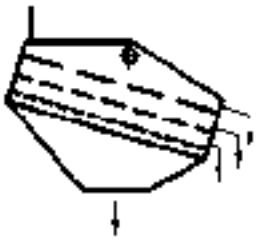
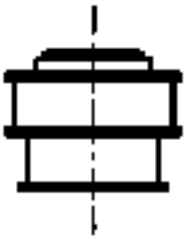
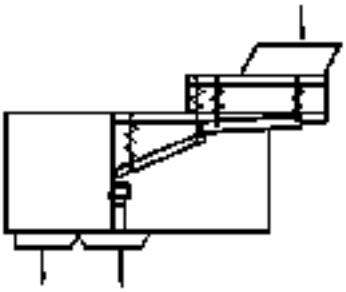
Дробилка щековая крупного дробления	*Грохот инерционный*
	
Дробилка конусная крупного дробления	*Бункер сепаратора*
	
Дробилка конусная среднего и мелкого дробления	*Сепаратор рентгенофлуоресцентный*
	
Погрузчик фронтальный	*Автосамосвал*
	

Рисунок 1 – Основное оборудование

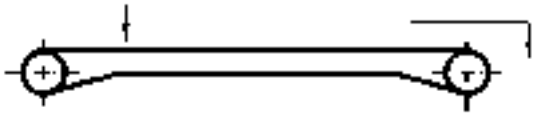
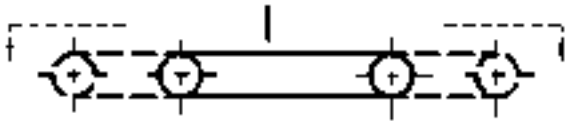
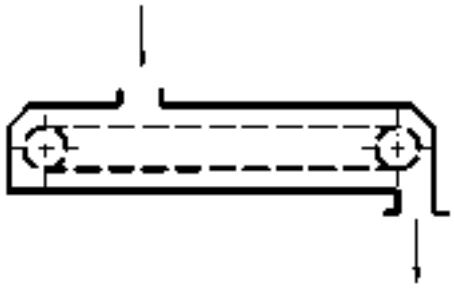
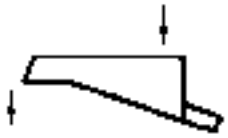
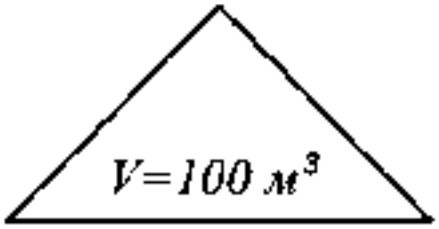
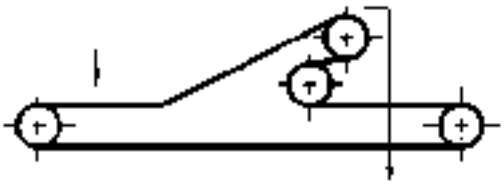
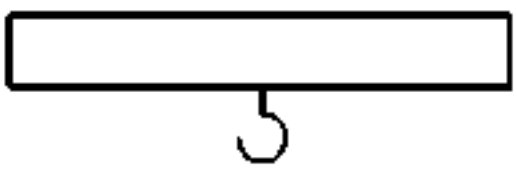
Конвейер ленточный	*Конвейер реверсивный*
	
Питатель пластинчатый	*Питатель электровибрационный*
	
Склад готовой продукции	*Конвейер с автостеллой (с разбрасывающей тележкой)*
	
Таль электрическая	*Кран-балка*
	

Рисунок 2 – Вспомогательное оборудования

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
Образец титульного листа

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО
«УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА «ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»

РУДОСОРТИРОВОЧНЫЙ КОМПЛЕКС ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОБОГАЩЕНИЯ РУДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕНТГЕНОРАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ СЕПАРАЦИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ___ МЛН Т/ГОД

КУРСОВАЯ РАБОТА
по дисциплине «Информационные методы ОПИ»

Версия I (II)
вариант № XX

Руководитель
проф., д.т.н. _____ **Е. Ф. Цыпин**

Студент
группа ОПИ-15 _____ **И. О. Фамилия**

Екатеринбург, 2018

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
Образец бланка задания на курсовую работу

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Кафедра «Обогащение полезных ископаемых»

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

по дисциплине «Информационные методы ОПИ»

вариант №_____

выдано студенту _____ группа ОПИ_____

Тема курсовой работы: «Рудосортировочный комплекс (цех) предварительного обогащения руды с использованием рентгенорадиометрической сепарации производительностью _____млн т/год» (Версия _____).

Исходные данные

Первая цифра варианта	
Производительность по исходной руде, млн. т/год	
Коэффициент крепости руды по шкале М. М. Протодьяконова	
Насыпная плотность исходной руды, кг/м^3	
Размер максимального куска в руде, поступающей в цех, мм	
Размер максимального куска в разгрузке дробилки, мм	
Номер гранулометрической характеристики исходной руды	
Вторая цифра варианта	
Номер фракционного состава сортируемых классов руды (Версия I)	
Угол наклона сепарационной характеристики рентгенорадиометрического сепаратора в рабочей точке, град.	
Величина E_{pm_2}, у. е.	
Номер кривой разделения сортируемых классов руды (Версия II)	
Коэффициент k	
Коэффициент k_φ	

Содержание курсовой работы: Пояснительная записка, включающая текстовую и графическую части (качественно-количественная схема и схема цепи аппаратов).

Сроки выполнения: _____

Задание выдал: _____ / Е. Ф. Цыпин /
дата, подпись

Задание получил: _____ / /
дата, подпись

Учебное издание

Цыпин Евгений Федорович

Овчинникова Татьяна Юрьевна

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсовой работы
по дисциплине «Информационные методы ОПИ»
для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения

Редактор И. А. Крестьянинова

Компьютерная вёрстка: Т. Ю. Овчинниковой

Подписано в печать 24.10.2018 г.
Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе
Печ. л. 3,56. Уч.-изд. л. 2,00. Тираж 100 экз. Заказ № 113

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

**Министерство науки
и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный
горный университет»**

Е. Ф. Цыпин, Т. Ю. Овчинникова

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Информационные методы ОПИ»
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Екатеринбург – 2019

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией
горно-механического
факультета
«22» ноября 2018 г.

Председатель комиссии
_____проф. В. П. Барановский

Е. Ф. Цыпин, Т. Ю. Овчинникова

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Информационные методы ОПИ»
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

Ц 96

Рецензент: *А. Е. Пелевин*, доктор технических наук,
профессор кафедры обогащения полезных ископаемых УГГУ.

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых» 8 ноября 2018 г. (протокол № 3) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Цыпин Е. Ф., Овчинникова Т. Ю.

Ц 96 Информационные методы обогащения полезных ископаемых: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Информационные методы ОПИ» для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых» специальности 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения /Е. Ф. Цыпин, Т. Ю. Овчинникова; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 34 с.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с учебной программой курса «Информационные методы ОПИ» и содержит элементы теории, постановку задачи и объяснение существа получаемых результатов. Работы направлены на освоение теоретических положений информационных методов обогащения и методик оценки обогатимости при их использовании.

Предназначено для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых специальности 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения.

© Цыпин Е. Ф., Овчинникова Т. Ю., 2019
© Уральский государственный
горный университет, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

КРАТКАЯ ТЕОРИЯ 4

Лабораторная работа № 1 КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО СЕПАРАТОРА 11

Лабораторная работа № 2 ВЫБОР АНАЛИТИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРА ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ СЫРЬЯ НА РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОМ СЕПАРАТОРЕ 15

Лабораторная работа № 3 ИЗМЕНЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ АНАЛИТИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРА (ПАРАМЕТРА РАЗДЕЛЕНИЯ) ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ КУСКА В ЗОНЕ ИЗМЕРЕНИЯ 22

Лабораторная работа № 4 ВЛИЯНИЕ КРУПНОСТИ ЧАСТИЦ НА ВЕЛИЧИНУ АНАЛИТИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРА 24

Лабораторная работа № 5 СЕПАРАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕНТГЕНОРАДИОМЕТРИЧЕСКОГО СЕПАРАТОРА 26

Лабораторная работа № 6 ИСПЫТАНИЯ ОБОГАТИМОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНЫМ МЕТОДОМ . 29

Лабораторная работа № 7 ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КУСКОВ СОРТИРУЕМОГО МАТЕРИАЛА 30

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 34

КРАТКАЯ ТЕОРИЯ

Характеристики (свойства) вещества, используемые для измерений в информационных методах, определяются элементным, изотопным, минеральным составами, особенностями текстуры и структуры, характером минерализации, состоянием поверхности и многими другими факторами.

Информационные методы отличает от прочих несколько свойственных только им весьма ценных возможностей. Среди них: возможность разделения по признакам, весьма тесно связанным с содержанием элементов; возможность использования комплексных разделительных признаков, обеспечивающих качественную идентификацию минеральных фаз; возможность учёта в алгоритмах принятия решения содержаний нескольких элементов с учётом их промышленной ценности; возможность использования при разделении в одной технологической операции различий разделяемых фаз по нескольким физическим свойствам, что в прямых методах обогащения или просто невозможно, или требует развёрнутых технологических схем.

Среди информационных методов особое место занимают рентгеновские и гамма-методы. Основные процессы взаимодействия рентгеновского и γ-излучений со средой – это фотоэлектрическое поглощение на электронных оболочках или на ядрах атомов, рассеяние на электронах, образование пар электрон-позитрон, при больших энергиях квантов – захват с делением ядра (ядерный фотоэффект).

Процессы поглощения сопровождаются испусканием характеристического рентгеновского излучения, оже-электронов (фотоэффект), испусканием электронов и позитронов (образование пар), нейтронов (фотоядерный эффект). Рассеяние сопровождается изменением направления движения и энергии γ-квантов или испусканием элементарных частиц.

Прошедшее через вещество γ-излучение ослабляется главным образом за счёт фотопоглощения на электронных оболочках (фотоэффект), иногда за счёт фотопоглощения на ядрах атомов с испусканием нейтронов (фотоядерный эффект), когерентного и некогерентного рассеяния на электронах (комптоновское рассеяние преобладает над прочими видами рассеяния), образования пар электрон-позитрон как на ядре, так и на электронах.

Процесс, когда γ-квант взаимодействует с одним из электронов и при этом полностью поглощается атомом, а его энергия тратится на

преодоление связи электрона и удаление его из атома, называется *фотоэлектрическим поглощением* или *фотоэффектом*. При этом электрон выбрасывается за пределы атома с энергией

$$E_e = E_\gamma - E_q,$$

где E_γ – энергия γ-кванта; E_q – энергия связи электрона (потенциал ионизации оболочки атома).

Если энергия γ-кванта больше энергии связи наиболее близкого к ядру электрона, то фотоэффект может происходить на любой электронной оболочке атома. Максимальную вероятность поглощения кванта имеют наиболее сильно связанные электроны. Фотоэлектрический коэффициент поглощения на *K*-оболочке в несколько раз больше подобного коэффициента на всех остальных.

Поскольку электроны, окружающие ядра атомов, располагаются на отдельных энергетических уровнях (*K*-, *L*-, *M*- и т. д.), при удалении одного из электронов атом оказывается в возбуждённом состоянии. Он возвращается в нормальное состояние практически мгновенно (10^{-16}–10^{-7} с) путём целого каскада последовательных переходов электронов с одного уровня на другой с постепенным снижением энергии перехода. В результате таких переходов избыток энергии атома теряется за счёт испускания фотонов, образующих характеристическое рентгеновское излучение, называемое также рентгеновским флуоресцентным излучением.

Связь между длиной волны спектральной линии λ и энергии E_x характеристического рентгеновского излучения элемента для каждой спектральной линии (K_α, K_β, L_α, L_β, и т. д.) с атомным номером Z определяется законом, согласно которому

$$\sqrt{1/\lambda} = a \cdot (Z - b),$$

или, поскольку $1/\lambda = E/(\hbar C)$, где $\hbar$ – постоянная Планка; C – скорость света в вакууме,

$$\sqrt{E_x} = a_1 \cdot (Z - b) \quad \text{или} \quad \sqrt{E_x} \propto Z,$$

где a, $a_1 = a(\hbar C)^{1/2}$; b – константы для конкретных спектральных линий рентгеновского излучения элементов. Они различны для K_α, K_β, L_α, L_β и т. д. линий.

Первоначально данный закон был открыт английским физиком Мозли как эмпирическая закономерность для длин волн линии K_α разных элементов. Затем с развитием методов квантовой механики и объяснением смысла эмпирических постоянных, входящих в уравне-

ния, был распространён на прочие спектральные линии, в том числе и других серий.

Таким образом, для каждого элемента энергия его характеристических квантов строго фиксирована, и интенсивность характеристического излучения определяется массовой концентрацией этого элемента в исследуемом веществе. Эти два обстоятельства являются основой *гамма-флуоресцентного* и *рентгенолюминесцентного* методов измерения.

В данном методе обычно используются *K*- и *L*-серии характеристического излучения элементов.

Для возбуждения атома на *q*-уровне энергия, передаваемая электрону, не может быть меньше энергии связи электрона на данном уровне. Минимальная энергия излучения, приводящая к возбуждению атома на *q*-уровне, очень близка к энергии *q*-края поглощения, но несколько меньше него. Энергия возбуждения атома на *K*-уровень почти на порядок больше той же энергии для возбуждения на *L*-уровень.

Если $E_\gamma > E_K$ (наиболее близкого к ядру электрона), то фотоэффект может происходить на любой электронной оболочке атома.

Испускаемое атомами характеристическое излучение имеет линейчатый спектр, состоящий из нескольких серий линий. Линия спектра *K*-серии возникает при появлении вакансии на *K*-уровне, линия *L*-серии при возникновении вакансии на *L*-уровне и т. п. Если атомы вещества испускают кванты *q*-серии, то в спектре всегда будут присутствовать линии более удалённых уровней (серий). Заполнение *K*-уровня электронами может происходить за счёт электронов L_{III}- и L_{II}-подуровней (соответственно K_{α_1}, K_{α_2} – линии с энергией фотонов, отличающихся друг от друга) или за счёт электронов уровней M_{III} и N_{III} (линии K_{β_1}, K_{β_2}).

Если речь идёт об одном атоме, то возникает одна из линий *K*-серии. Поскольку любой из переходов случаен, предсказать появление конкретной линии невозможно. Вероятность появления линий различна, больше она для линий, расположенных к *K*-уровню ближе других. Соотношение интенсивностей линий *K*-серии:

$$I_{\alpha_1} : I_{\alpha_2} : I_{\beta_1} : I_{\beta_2} = 100 : 50 : 25 : 5.$$

Подобные закономерности соотношения интенсивностей справедливы и для других уровней.

В редких случаях избыток энергии атома вызывает не излучение фотона, а излучение оже-электрона. Это происходит при заполнении

вакансии электроном L_{III}-серии с L_I-уровня (безрадиационный переход).

Выход фотонов характеризуется коэффициентом выхода флуоресценции (отдачей флуоресценции) W_q, определяемым соотношением числа атомов, испустивших фотоны характеристического излучения q-серии, к общему числу атомов, возбуждённых на q-уровень:

$$W_q = n_{qx} / n_q .$$

Коэффициент выхода флуоресценции зависит от порядкового номера элемента и возбуждаемого уровня, для каждого элемента он является постоянной величиной. С увеличением порядкового номера элемента вероятность радиационных переходов возрастает.

Приближённое значение коэффициента выхода флуоресценции для K-уровня можно найти по формуле

$$W_K = \frac{Z^4}{Z^4 + 34{,}2^4}.$$

Для L-уровня коэффициент выхода флуоресценции в несколько раз меньше, чем для K-уровня (эта закономерность действует и при переходе к каждому последующему уровню), поэтому при γ-флуоресцентном методе обогащения целесообразно использовать информацию о характеристическом излучении, возникающем при возбуждении K- или L-краёв поглощения химических элементов. В таблице приведены значения энергии K-краёв поглощения для химических элементов. При этом под краем поглощения понимается граничное значение энергии излучения, способного удалить электрон с K-уровня.

Энергии скачков специфические для каждого элемента. Энергия каждого i-го скачка соответствует i-му краю поглощения.

В таблице 1 представлены такие энергетические характеристики фотонов химических элементов.

При рассмотрении данных таблицы следует учитывать, что фотоны с энергией 1–3 кэВ имеют низкую проникающую способность даже в воздухе, что делает невозможным их использование при информационном обогащении. Нижняя граница применения гамма-флуоресцентного метода находится в области элементов с Z=20, то есть метод применим начиная с кальция.

Гамма-флуоресцентный метод обогащения может использоваться для многих типов руд цветных, чёрных и редких металлов, напри-

мер марганцевых, медно-никелевых, медно-цинковых, молибденовых, оловянных, свинцово-цинковых, цезиевых, вольфрамовых и др.

Таблица 1 – Энергия фотонов основных линий и краёв поглощения некоторых химических элементов

Элемент	**Атомный номер**	**Энергия фотонов, кэВ**				
		K_α	K_β	L_α	L_β	***K*-край поглощения**
Кальций	20	3,691	4,012	0,341	0,344	4,038
Скандий	21	4,090	4,460	0,395	0,399	4,496
Титан	22	4,510	4,931	0,452	0,458	4,964
Ванадий	23	4,952	5,427	0,510	0,519	5,463
Хром	24	5,414	5,946	0,571	0,581	5,988
Марганец	25	5,899	6,490	0,636	0,647	6,537
Железо	26	6,403	7,057	0,704	0,717	7,111
Кобальт	27	6,930	7,649	0,775	0,790	7,709
Никель	28	7,477	8,264	0,849	0,866	8,331
Медь	29	8,047	8,904	0,928	0,948	8,898
Цинк	30	8,638	9,571	1,009	1,032	9,660
Мышьяк	33	10,543	11,725	1,282	1,317	11,863
Рубидий	37	14,960	13,394	1,694	1,752	15,201
Ниобий	41	16,614	18,621	2,166	2,257	18,987
Молибден	42	17,478	19,607	2,293	2,395	20,002
Серебро	47	22,162	24,942	2,984	3,151	25,517
Кадмий	48	23,172	26,093	3,133	3,316	26,712
Олово	50	25,270	28,483	3,444	3,662	29,190
Барий	56	32,191	36,376	4,467	4,828	37,410
Вольфрам	74	59,310	67,233	8,396	9,670	69,508
Платина	78	66,820	75,736	9,441	11,069	78,379
Золото	79	68,794	77,968	9,711	11,439	80,713
Свинец	82	74,957	84,922	10,549	12,611	88,001

Рентгеновское и γ-излучения представляют собой электромагнитные колебания, различающиеся природой своего происхождения. Энергетические (частотные) диапазоны их перекрываются в широкой области (12,4-250 кэВ). При одинаковой энергии фотонов оба типа излучений эквивалентны.

Процессы взаимодействия электромагнитного излучения с веществом предопределяются энергией фотонов и составом вещества, поэтому независимо от происхождения фотонов закономерности взаимодействия обоих излучений одинаковых энергий с веществом оди-

наковы и излучения могут рассматриваться и как рентгеновское, и как γ-излучение.

γ-излучение является результатом ядерной реакции (например, распад радиоактивного изотопа) или аннигиляции частиц.

Первичное рентгеновское излучение чаще получают с использованием рентгеновских трубок при торможении заряженных частиц (электронов) материалом анода (тормозное рентгеновское излучение).

Спектр первичного рентгеновского излучения является сплошным (диапазон спектра – от нуля до максимума, определяемого напряжением на аноде), поскольку энергии электронов, взаимодействующих с атомами вещества анода, меняются в широких пределах. Спектр может иметь выраженный пик, соответствующий энергии первичного характеристического рентгеновского излучения атомов вещества анода (*K*- или *L*-серии). Спектр γ-излучения линейчатый (одна или несколько энергетических линий изотопа).

Вторичное рентгеновское флуоресцентное излучение возникает в результате возбуждения атомов под действием фотонов мягкого γ- или рентгеновского излучения и в ряде случаев потока α- и β-частиц с последующими переходами электронов между разными энергетическими уровнями электронной оболочки.

Для определения концентраций элементов в рудах и горных породах при сортировке используют, как правило, вторичное характеристическое рентгеновское флуоресцентное излучение, возникающее при взаимодействии первичного рентгеновского излучения (включающего и тормозное характеристическое от материала анода) с веществом. Первичное характеристическое излучение иногда используют лишь при аналитическом лабораторном контроле состава облучаемого вещества.

Рентгеновское излучение может быть также использовано для рентгеноотражательного и рентгеноабсорбционного методов обогащения, по сути не отличающихся от соответствующих γ-аналогов.

Особенности, связанные со сплошным спектром первичного рентгеновского излучения, а также с большей мощностью излучения рентгеновской трубки в сравнении с излучением изотопа, определяют методические отличия применения всех рентгеновских методов в сравнении с их γ-аналогами.

Поскольку изотопы (источник γ-излучения) – это радиоактивные вещества, которые представляют постоянную радиоактивную опасность, и их мощность существенно меньше, чем у рентгеновских трубок, в настоящее время в качестве источников излучения для общего

диапазона энергий γ- и рентгеновских квантов применяют рентгеновские трубки.

Основные методы измерения содержания элементов с использованием облучения кусков руды первичным рентгеновским излучением: рентгенофлуоресцентный, рентгеноабсорбционный и рентгеноотражательный (по рассеянному излучению). Они во многом повторяют соответствующие γ-аналоги. Самым универсальным и внедряемым в последние годы является рентгенофлуоресцентный метод обогащения.

К наиболее разработанным и нашедшим промышленное использование в России и ряде стран мира следует также отнести и рентгенолюминесцентный метод обогащения.

Флуоресцентные методы весьма селективны, они являются прямыми, так как интенсивность излучения в характеристической рентгеновской энергетической области элемента прямо характеризует его содержание в контролируемом объёме (слое) вещества. В спектре может быть выделено несколько спектральных областей, каждая из которых соответствует определённому элементу, что позволяет одновременно определять содержания нескольких элементов. Эти преимущества делают флуоресцентные методы наиболее информативными и перспективными для применения.

Практическая реализация флуоресцентных методов обогащения, помимо выделения спектральной области определённого элемента, требует в ряде случаев учёта ряда мешающих факторов (размеры кусков, расстояния излучатель-кусок, кусок-детектор, влияние аналитических линий прочих элементов, влияние рассеянного излучения и т. д.). Учёт может производиться различными приёмами.

Чаще применяют в качестве разделительного признака функцию интенсивностей потоков квантов в нескольких спектральных областях, в том числе в области рассеянного излучения. Формирование разделительного признака (построение алгоритма разделения) осуществляется чаще с использованием способов спектральной разности, спектрального отношения или их комбинаций.

Лабораторная работа № 1
КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО СЕПАРАТОРА

Цель работы: изучение конструкции, принципа действия и технических характеристик сепаратора рентгеновского флуоресцентного (СРФ).

Пояснения к работе

Один из методов рентгенорадиометрического обогащения – рентгенофлуоресцентный. От прочих радиометрических методов его отличает возможность использования в качестве признака разделения аналитического параметра, тесно коррелированного с массовой долей интересующих элементов. Метод основан на возбуждении *характеристического рентгеновского излучения элементов* (ХРИЭ) при воздействии на вещество первичного рентгеновского излучения, генерируемого рентгеновской трубкой. Характеристическое излучение атомов тесно связано со строением их электронных оболочек и функционально зависит от атомного номера элемента. Наряду с ХРИЭ, при взаимодействии первичного рентгеновского излучения с веществом и средой, в которой происходит измерение, возникает рассеянное рентгеновское излучение. При прекращении облучения вторичное излучение мгновенно исчезает без остаточной радиации облучённого вещества. В рентгеноспектральном анализе контролируемая толщина материала зависит от энергий первичного и вторичного излучений и составляет от 0,01 до 1 мм, т. е. измерение проводится с поверхностного слоя куска.

Конструкция рентгенофлуоресцентного сепаратора приведена на рисунке 1.1.

Принцип возбуждения первичного рентгеновского излучения в рентгеновской трубке, его взаимодействие с куском руды и регистрация вторичного характеристического и рассеянного излучений поясняются рисунком 1.2.

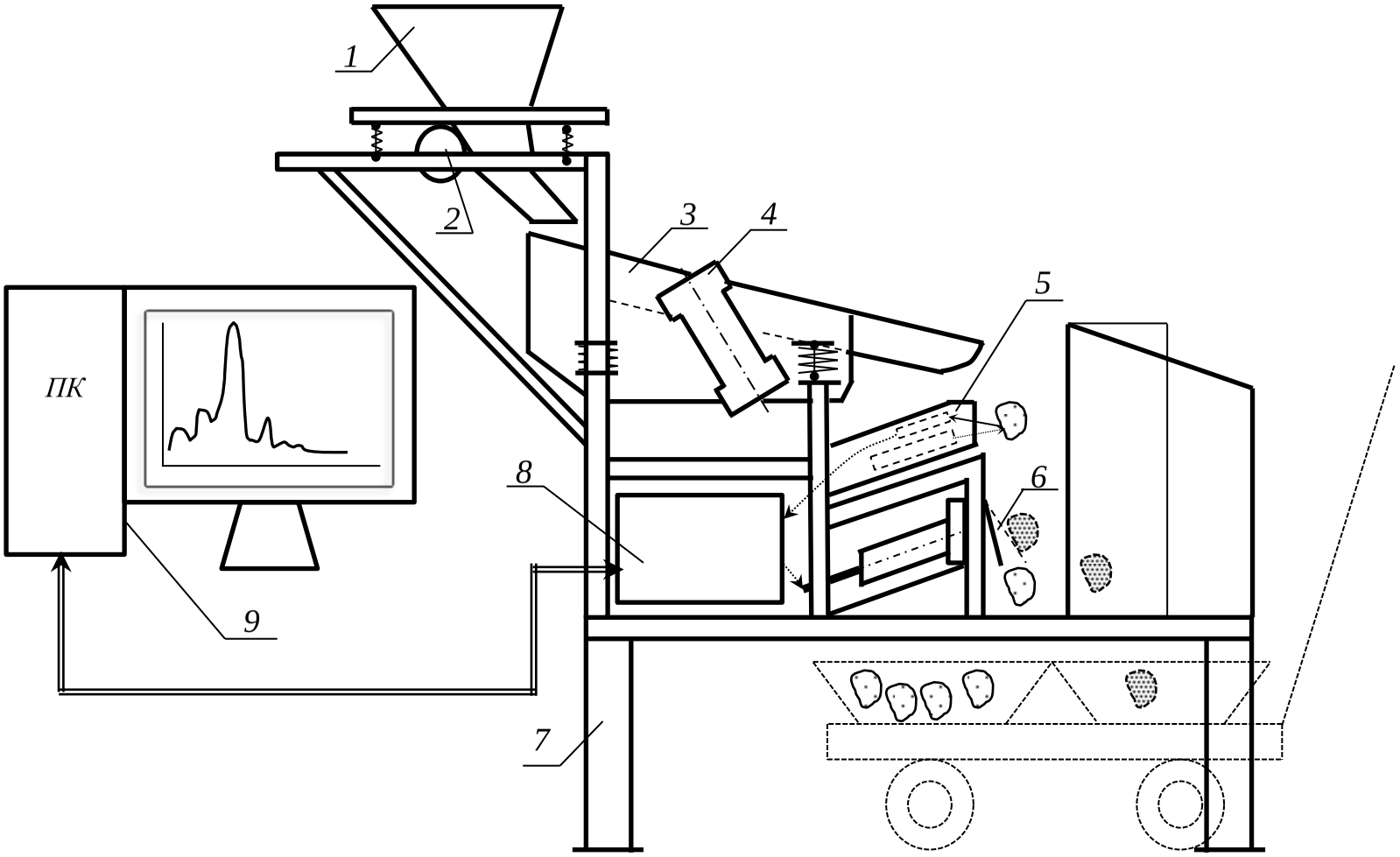


Рисунок 1.1 – Сепаратор рентгенофлуоресцентный лабораторный (СРФ-100Л):
1 – бункер-питатель; *2* – вибратор питателя; *3* – раскладчик;
4 – вибратор раскладчика; *5* – блок рентгеновский; *6* – отбойник; *7* – рама;
8 – бортовой компьютер; *9* – управляющий компьютер

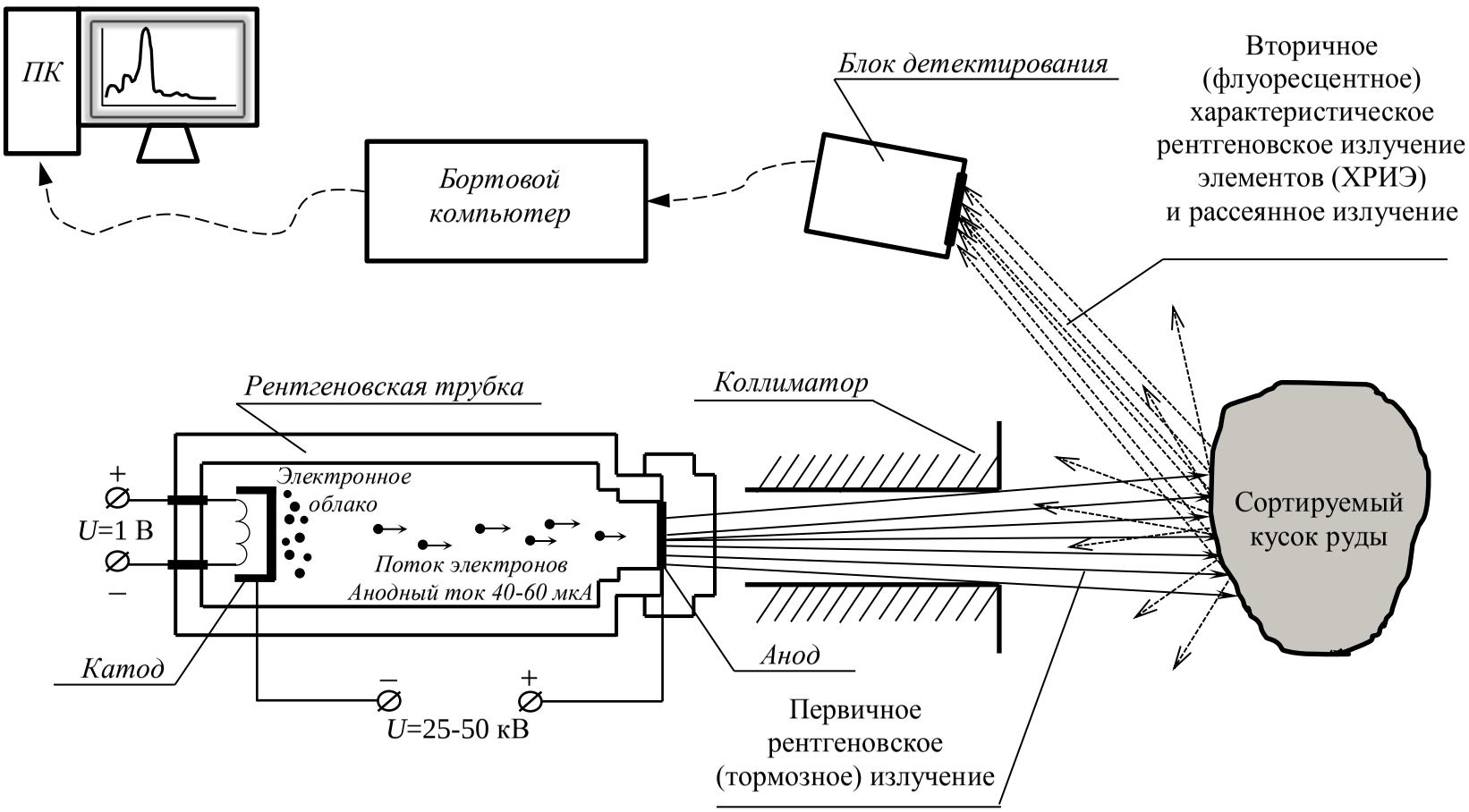


Рисунок 1.2 – Принцип возбуждения и регистрации излучений

В составе рентгеновских флуоресцентных сепараторов используются специальные портативные маломощные рентгеновские излучатели. Первичное излучение рентгеновских излучателей подбирается для каждого анализируемого элемента или группы элементов материалом анода трубки (Mo, W, Re, Ag), анодным напряжением (в пределах 20-50 кВ) и анодным током (40-60 мкА), а также фильтрами-ослабителями (из алюминиевой или медной фольги). Вторичное излучение от куска регистрируется блоками детектирования.

Электрические импульсы блока детектирования посредством обработки в бортовом компьютере преобразуются в аппаратурный спектр вторичного регистрируемого излучения. Его анализ (выделение аналитических областей анализируемых элементов и рассеянного излучения) и расчёт аналитического параметра производятся бортовым компьютером в реальном масштабе времени. Исполнительными механизмами для удаления кусков из потока служат либо быстродействующие электромагнитные шиберные устройства, либо быстродействующие пневматические клапаны.

Управление работой бортового компьютера (настройка) осуществляется с помощью персонального компьютера посредством программного обеспечения RadosSeparatorQT.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с правилами техники безопасности.

2. Изучить конструкцию сепаратора СРФ, составить эскиз сепаратора с указанием основных узлов и деталей.

3. Изобразить схему, показывающую принцип возбуждения и регистрации излучения в СРФ.

4. В отчёте изобразить сепаратор с указанием основных узлов и деталей, схему возбуждения и регистрации излучения в рентгенорадиометрическом сепараторе (РРС), полученные рентгеновские спектры кусков и дать оценку качества разделения по доле количества породных кусков в концентрате и минеральных кусков в хвостах.

Лабораторная работа № 2
ВЫБОР АНАЛИТИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРА ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ СЫРЬЯ НА РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОМ СЕПАРАТОРЕ

Цель работы: экспериментальное определение параметра разделения (аналитического параметра) для разделения пробы минерального сырья на сепараторе СРФ.

Пояснения к работе

При измерении вторичного рентгеновского спектра кусков формируется аппаратурный спектр вторичного излучения, который служит основой для определения содержаний компонентов в кусках. Это не реальный спектр, а его аппаратурное отображение, преобразованное из энергетического спектра за счёт прохождения через ряд электронных устройств (детектора, блока детектирования). Искажения спектра вызываются нестабильностью и эксклюзивностью характеристик электронных устройств, таких как энергетическое разрешение, эффективность регистрации детектором квантов различных энергий, уровень шумов, амплитудный диапазон, линейность характеристик блока детектирования и пр. По этой причине каждая аналитическая линия *K*- или *L*- серии элементов в аппаратурном спектре проявляется не в виде линейчатого спектра (монолиний), а в виде пика нормального распределения с центром, соответствующим энергии аналитической линии ХРИЭ. Например, K_α-линия Fe имеет энергию 6,4 кэВ, а в аппаратурном спектре она уширяется и имеет аналитическую область энергий от 5,2 до 7,6 кэВ. Кроме того, спектры отдельных элементов накладываются друг на друга, и число импульсов от всех элементов в каждом энергетическом интервале суммируется. Пример аппаратурного спектра образца сульфидной свинцовой руды приведён на рисунке 2.1. Помимо галенита в состав руды входит также в небольших количествах пирит.

На рисунке 2.1 выделены спектральные области ХРИ: K_α(Fe) и K_β(Fe) от пирита; L_α(Pb) и L_β(Pb) от галенита; область контроля работы АРУ (материал анода Mo); область рассеянного излучения.

Ось абсцисс – энергетическая шкала, представляет распределение регистрируемых квантов по энергии, условно задаваемых как номер канала анализатора. В аппаратурном спектре энергия квантов *E* пропорциональна номеру канала (амплитуде импульса в вольтах).

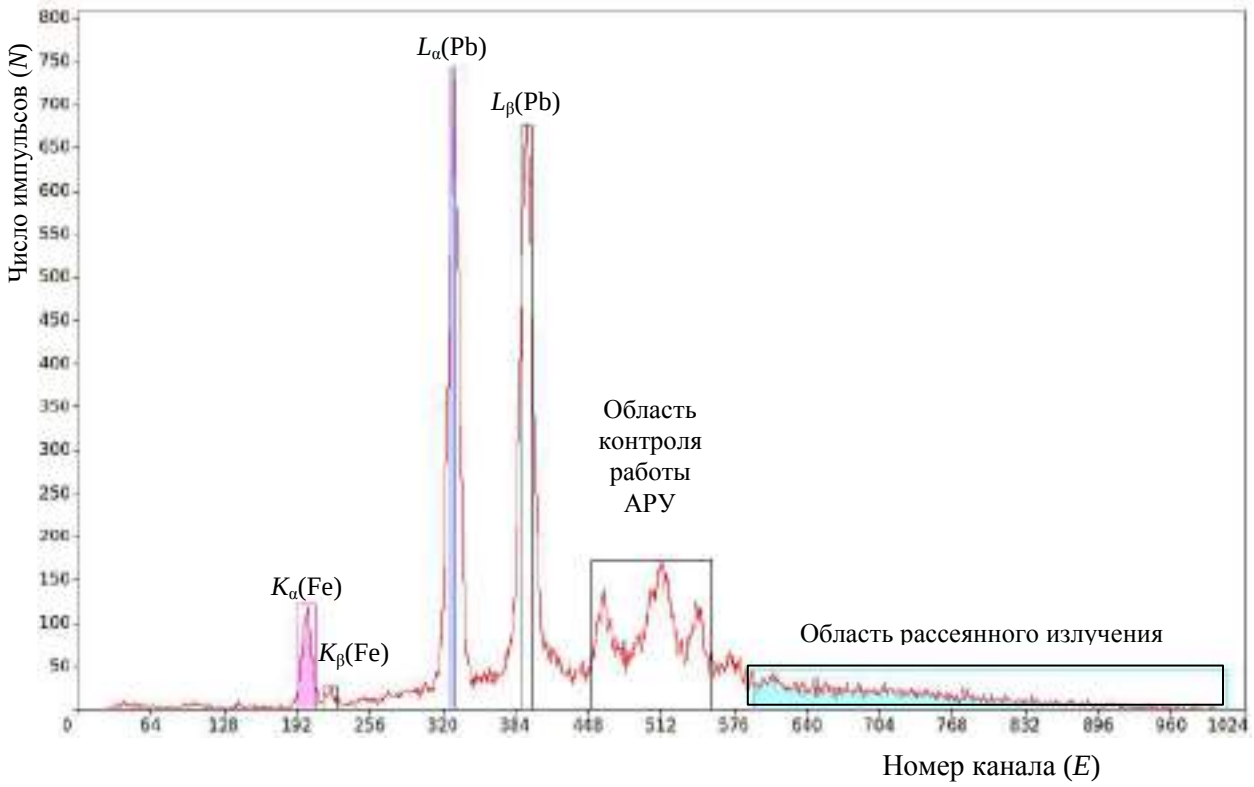


Рисунок 2.1 – Спектр ХРИ образца сульфидной свинцовой руды

Ось ординат – число зарегистрированных импульсов-квантов с различной энергией E. По оси N может быть отложена интенсивность излучения.

Под интенсивностью I понимается количество зарегистрированных импульсов за единицу времени – 1 с. Полная интенсивность I всего спектра в пределах всей максимально возможной ширины аналитической области называется суммарной или интегральной, обозначается I_Σ и определяется как суммарное число импульсов по всем каналам в этой области в единицу времени.

В рентгеновском флуоресцентном сепараторе СРФ для определения содержаний элементов используется часто метод спектральных отношений. Метод предполагает использование для определения аналитического параметра P (в общем случае параметра разделения) формулы (2.1). В данном случае аналитический параметр корреляционно связан с содержанием элемента α_1 (связь описывается нелинейным регрессионным уравнением):

$$P = f(\alpha_1) = \frac{N_1 + K_2 N_2}{N_3 + K_4 N_4}, \qquad (2.1)$$

где $N_1 \ldots N_4$ – количество импульсов, регистрируемых ДЭУ от куска в

выбранных аналитических областях: N_1 – флуоресцентное ХРИ излучение основного анализируемого элемента; N_2 и N_4 – флуоресцентное характеристическое рентгеновское излучение (ХРИ) сопутствующих и (или) мешающих элементов, которые необходимо учитывать для более правильного расчёта P и повышения чувствительности измерений (в т. ч. для учёта взаимовлияющих элементов); N_3 – как правило, рассеянное куском излучение (часто используется обозначение N_S); K_2 и K_4 – спектральные коэффициенты, выбираемые при разработке методики РРС.

K_2 со знаком «плюс», если элементы при разделении должны концентрироваться в одном продукте, и со знаком «минус», если они должны быть направлены в разные продукты. Численные значения K_2 и K_4 служат для учёта соотношений площадей пиков отдельных элементов или для учёта их условной ценности.

В отдельных случаях, если элементы имеют весьма близко расположенные вершины пиков и представляют примерно одинаковую ценность, сумму числа импульсов от этих элементов можно учесть в формуле объединением их смежных спектральных областей в единую. Этим приёмом часто пользуются, например, в случае медно-цинковых или медно-никелевых руд, когда пики меди и цинка, меди и никеля трудно разделимы.

Для детекторов с высокой разрешающей способностью необходимость учёта наложения пиков отдельных элементов отпадает.

Данный способ спектрального отношения (известный в рентгенорадиометрии и широко применяемый в геофизической практике), адаптированный для условий РРС, в отличие от других возможных вариантов позволяет более точно и полно учитывать ряд мешающих факторов, таких как непостоянство геометрии измерения кусков (изменение геометрического фактора вызвано изменениями и колебаниями траектории полёта, формы и размеров кусков), непостоянство вещественного состава анализируемой среды (матричный эффект – зависимость интенсивности флуоресцентного ХРИ и рассеянного излучения (РИ) от общего вещественного состава каждого куска, т. е. от соотношения в анализируемой среде составляющих его элементов и минералов).

Для большинства задач РРС достаточно четырёх аналитических областей, что и отражено в приведённом алгоритме расчёта для аналитического параметра P. При необходимости учёта дополнительных элементов в формулу может входить до 6-8 аналитических областей.

На рисунках 2.2-2.4 выделены спектральные области вторичного характеристического излучения интересующих элементов и спектральные области рассеянного рентгеновского излучения (*Ns*). Следует отметить, что на спектрах отображаются пики линий K_α и K_β по каждому из этих элементов. Для тяжёлых элементов, например свинца, на спектрах отображаются пики линий L_α и L_β.

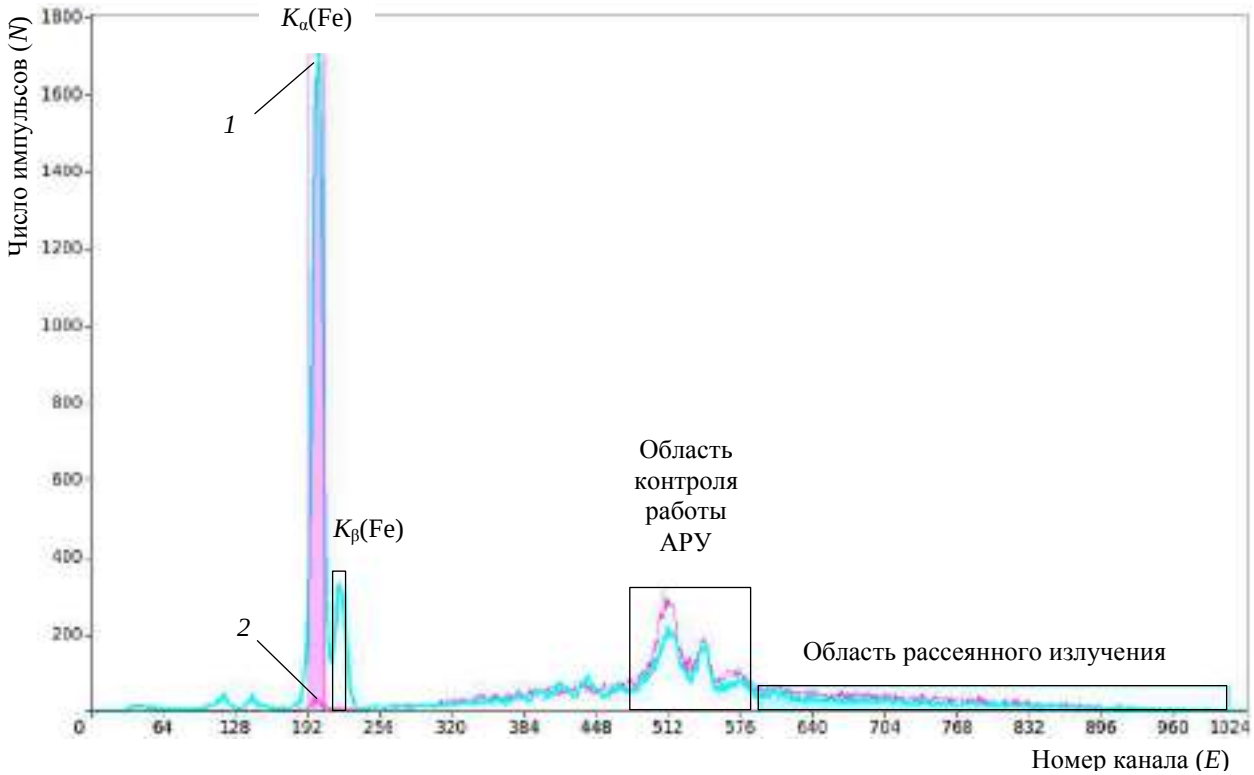


Рисунок 2.2 –Вторичные рентгеновские спектры кварца с различным содержанием железа: *1* – спектр образца с высоким содержанием железа; *2* – спектр образца с низким содержанием железа

Для мономинерального сырья и простых технологических задач в большинстве случаев используют простой аналитический параметр:

$$P = N_1 / N_j \,, \qquad (2.2)$$

где N_1 – суммарное число импульсов в области спектра для измеряемого компонента; N_j – суммарное число импульсов в j-й спектральной области, выделяемой для сравнения.

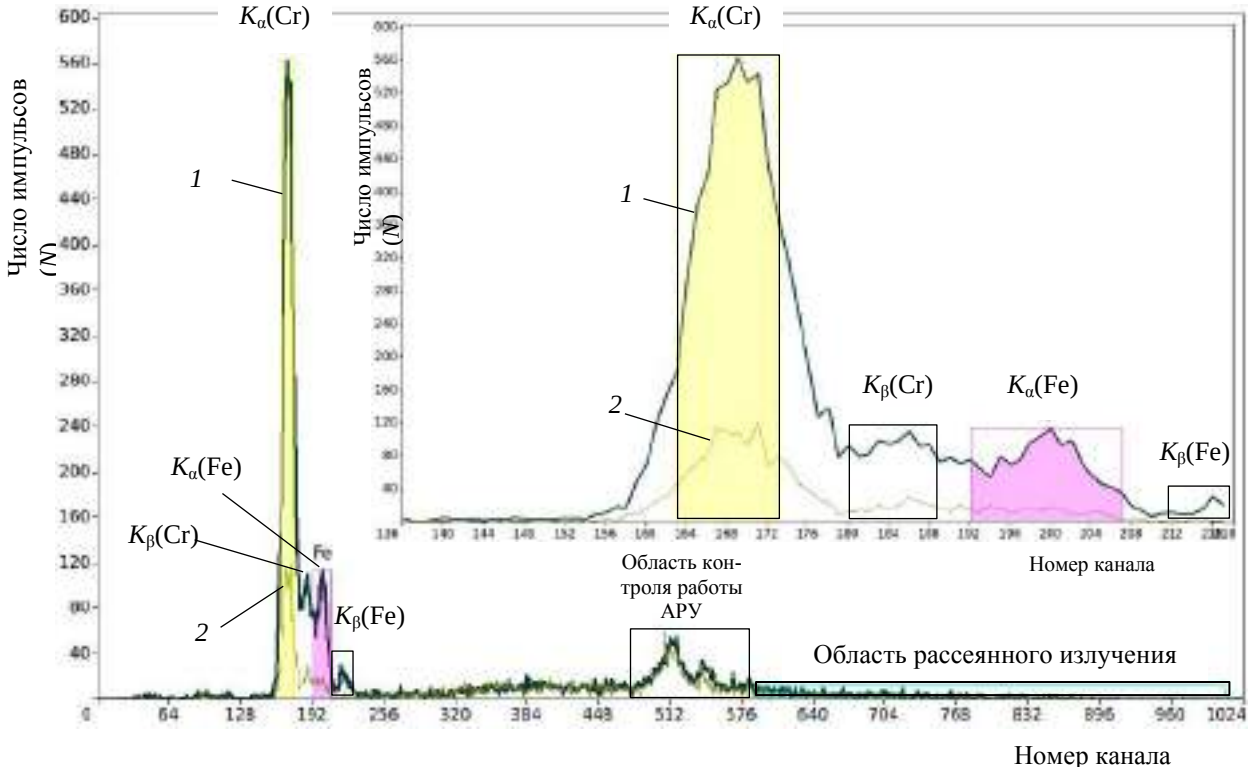


Рисунок 2.3 –Вторичные рентгеновские спектры образцов хромитовой руды с различным содержанием хрома:
1 – спектр образца с высоким содержанием хрома;
2 – спектр образца с низким содержанием хрома

Для сложных технологических задач приходится усложнять и алгоритм расчёта аналитического параметра. Для примера ниже приведены характерные аппаратурные спектры с установленными областями.

Для рисунка 2.2

$$P_{Fe} = N_{Fe} / Ns, \tag{2.3}$$

для рисунка 2.3

$$P_{Cr} = N_{Cr} / Ns. \tag{2.4}$$

В отдельных особых случаях могут быть использованы такие параметры разделения как $P_2=N_1$ или $P_3= Ns$.

Для рисунка 2.4 при отделении от кусков прочих видов медного от цинкового и медно-цинкового или цинкового от медных и медно-цинковых необходимо учесть «взаимопроникновение» монопиков элементов в соседние спектральные области. Например, для выделения медных кусков может быть применён аналитический параметр вида:

$$P_{Cu} = (N_{Cu} – K_2\, N_{Zn}) /Ns, \tag{2.5}$$

где K_2 – доля площади пика K_α(Zn), «проникающего» в спектральную

область меди, доля может быть вычислена по спектру металлической цинковой пластины, с учётом номеров каналов – границ спектрального отношения элементов.

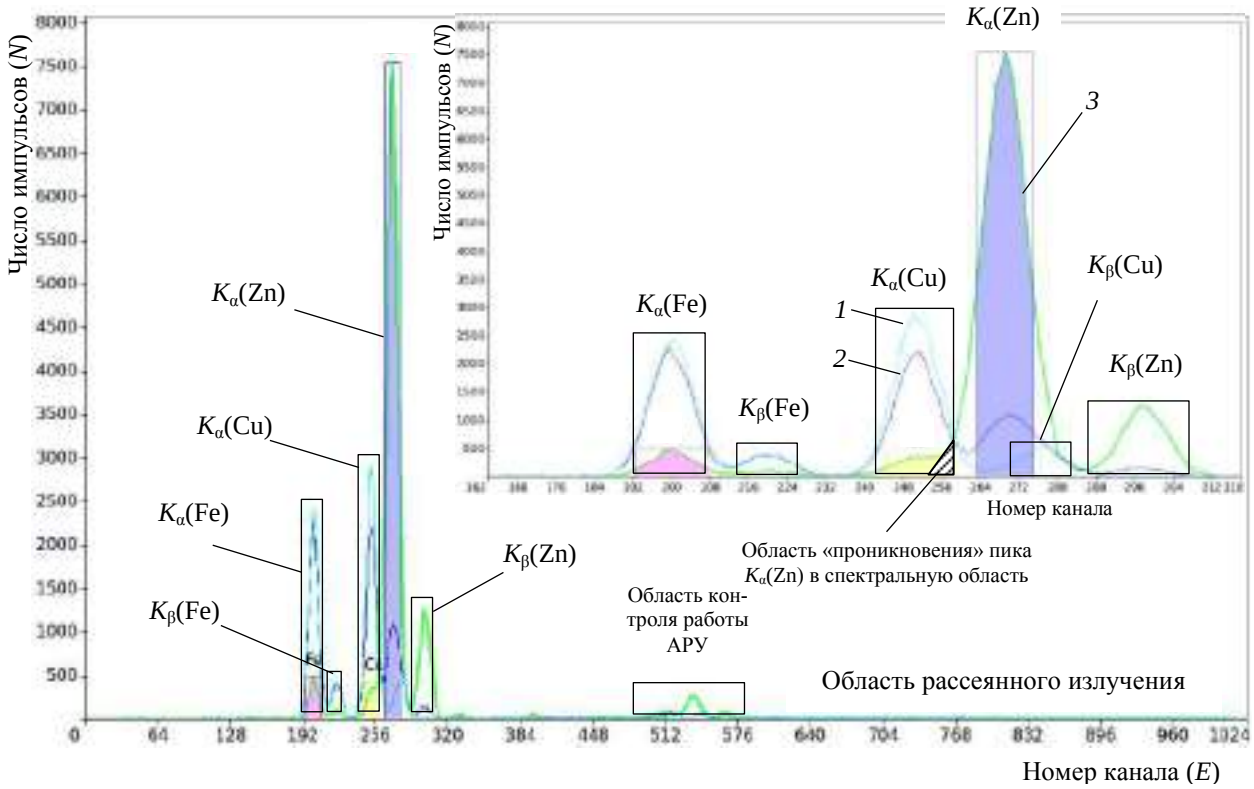


Рисунок 2.4 –Вторичные рентгеновские спектры образцов богатых кусков медно-цинковой сульфидной руды: *1* – спектр образца с высоким содержанием меди; *2* – спектр образца с высоким содержанием меди и цинка; *3* – спектр образца с высоким содержанием цинка

Для аналитического параметра существует много изменяемых настройками величин. Это местоположение и ширина спектральных окон, количество слагаемых в числителе и знаменателе, знаки и числовые значения коэффициентов в формуле типа (2.3), (2.4), (2.5).

При выборе формулы надо добиваться наибольшего контраста значений аналитического параметра P, т. е. максимальной разности его значений наиболее богатых и наиболее бедных компонентом кусков. Практически такие куски из пробы выбрать очень трудно, поэтому целесообразно отбирать визуально по несколько самых бедных и самых богатых кусков. Тогда абсолютные значения контраста можно рассчитать по формуле

$$\Delta_{\text{абс}} = |P_{\text{ср бог}} - P_{\text{ср бед}}| = |\Sigma\, p_{\text{бог}\,i} / n - \Sigma\, p_{\text{бед}\,j} / m\,|, \qquad (2.6)$$

где n и m – число отобранных богатых и бедных кусков; $p_{\text{бог}\,i}$, $p_{\text{бед}\,j}$ – значения аналитического параметра i-го богатого и j-го

бедного кусков (может быть определено для каждого куска как среднее значение нескольких замеров при разных его положениях в зоне измерения).

Относительные значения контраста можно вычислить по формуле

$$\Delta_{отн} = 2\Delta_{абс} / (P_{ср\ бог} + P_{ср\ бед}), \qquad (2.7)$$

Порядок выполнения работы

1. Заготовить таблицу для занесения результатов измерений (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Результаты эксперимента

Формула	**Вид кусков**	**Номер куска**	**Значения параметра разделения в отдельных замерах**				**Среднее для куска**	**Среднее для группы кусков**	**Значения контраста**	
			1	**2**	**3**	**…**			$\Delta_{абс}$	$\Delta_{отн}$
P_1	Богатые	1		…	…	…	$p_{бог\ 1}$	$P_{ср\ бог}$		
		2					$p_{бог\ 2}$			
		…					…			
	Бедные	1					$p_{бед\ 1}$	$P_{ср\ бед}$		
		2					$p_{бед\ 2}$			
		…					…			
P_2	Богатые	1								
		2								
		3								
	Бедные	1								
		2								
		3								
P_3	…	…	…	…	…	…	…			

2. Произвести отбор трёх самых богатых и самых бедных кусков.

3. В нескольких положениях с кусков снять спектры характеристических рентгеновских излучений элементов – ХРИЭ (они сохраняются в памяти компьютера).

4. По спектрам составить и записать варианты формул параметра разделения (P_1, P_2, P_3…), модернизируя формулу (2.1).

5. По каждой формуле и для каждого куска с использованием компьютера сепаратора рассчитать значения аналитических параметров в каждом положении куска, а также их средние значения по отдельным кускам и по группам самых богатых и самых бедных кусков. Для каждой формулы (P_1, P_2, P_3…) найти значения контраста ($\Delta_{абс}$ и $\Delta_{отн}$). Все результаты измерений и расчётов занести в таблицу 2.1.

6. Выбрать из проанализированных формул ту, что наилучшим образом подходит для разделения изученной пробы сырья (относительное значение контраста максимальное).

7. В отчёте привести рентгеновские спектры для богатого и бедного кусков, заполненную таблицу 2.1, выбранную формулу параметра разделения.

Лабораторная работа № 3
ИЗМЕНЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ АНАЛИТИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРА (ПАРАМЕТРА РАЗДЕЛЕНИЯ) ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ КУСКА В ЗОНЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Цель работы: изучение нестабильности аналитического параметра от куска при различных положениях куска в зоне измерения рентгенорадиометрического сепаратора.

Пояснения к работе

Признаком разделения в рентгеновском сепараторе СРФ является аналитический параметр, вычисляемый по формуле, включающей несколько спектральных характеристик. Кусок, пролетая через зону измерения, может быть по-разному ориентирован, что может явиться причиной погрешностей определения содержания компонента. Различная ориентация куска меняет соотношение характеристического и рассеянного излучения и, как следствие, значение аналитического параметра, даже если это мономинеральный кусок.

Оценку нестабильности значений аналитического параметра можно выполнить как в статических условиях, установив подставку для куска в зоне измерения и меняя его положение перед каждым новым измерением, так и в динамических условиях, неоднократно помещая кусок на питающий лоток сепаратора при каждом новом измерении. Получив несколько значений аналитического параметра от куска, можно найти среднее значение аналитического параметра и характеристику его колебаний, например значение коэффициента вариации *V*. Найденные средние значения и коэффициенты вариации аналитического параметра для динамического и статического режимов могут отличаться, поскольку при измерении аналитического параметра в движении формируется усреднённый сигнал с большей поверхности куска.

Порядок выполнения работы

1. Отобрать каждому студенту по пять кусков, подписать. Среди отобранных кусков должны быть куски с разным содержанием компонента, как богатые полезным компонентом, так и бедные.

2. При включённой измерительной системе сепаратора в статических условиях (кусок неподвижен) произвести измерение значения аналитического параметра в 5 различных положениях. Изменения положения производить при выключенной рентгеновской трубке. Результаты занести в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Значения аналитического параметра при измерении в статических условиях

Номер куска	**Масса, г**	**Значение аналитического параметра**					$\overline{P}_{\text{СТ}}$	$S_{P\,\text{СТ}}$	$V_{P\,\text{СТ}}$
		1	**2**	**3**	**4**	**5**			

3. В таблицу внести результаты расчёта среднего значения аналитического параметра $\overline{P}_{\text{СТ}}$ и его среднего квадратического отклонения $S_{P\text{СТ}}$, а также коэффициент вариации $V_{P\text{СТ}}=(S_{P\text{СТ}} / \overline{P}_{\text{СТ}})\cdot 100$, %.

4. При включённой измерительной системе сепаратора в динамических условиях (при включённом питателе) 5 раз пропустить через зону измерения каждый кусок, помещая его на лоток питателя ***случайным образом***, измерить значения аналитического параметра при каждом прохождении куска. Результаты заносятся в таблицу 3.2 и обрабатываются аналогично таблице 3.1.

Таблица 3.2 – Значения аналитического параметра при измерениях в динамических условиях

Номер куска	**Масса, кг**	**Значение аналитического параметра**					$\overline{P}_{\text{Д}}$	$S_{P\,\text{Д}}$	$V_{P\,\text{Д}}$
		1				**5**			

5. Оценить смещение среднего значения аналитического параметра при переходе от статического режима к динамическому по формуле

$$\Delta P = \sum_{i=1}^{n} \left| \overline{P}_{\text{Д}i} - \overline{P}_{\text{СТ}\,i} \right| \Big/ n, \qquad (3.1)$$

а также вычислить среднее значение отношений коэффициентов вариации значений аналитических параметров при отдельных измере-

ниях в динамическом и статическом режимах:

$$a = \sum_{i=1}^{n} \left(V_{P_{\text{Д}i}} / V_{P_{\text{СТ}i}} \right) / n, \qquad (3.2)$$

где n – число кусков; $\overline{P}_{\text{Д}i}$ и $\overline{P}_{\text{СТ}i}$ – средние значения аналитического параметра для i-го куска соответственно в динамическом и статическом режимах; $V_{P_{\text{Д}i}}$ и $V_{P_{\text{СТ}i}}$ – коэффициенты вариации для i-го куска соответственно для динамических и статических условий.

6. Построить поля корреляции и экспериментальные линии регрессии зависимостей:

$$\overline{P}_{\text{Д}i} = f\left(\overline{P}_{\text{СТ}i}\right); \quad V_{P_{\text{Д}i}} = f\left(\overline{P}_{\text{Д}i}\right); \quad V_{P_{\text{СТ}i}} = f\left(\overline{P}_{\text{СТ}i}\right).$$

Для каждой зависимости рассчитать корреляционное отношение и регрессионное уравнение.

7. В отчёте необходимо привести результаты замеров и расчётов; объяснить причины разброса значений аналитического параметра любого куска при нескольких его измерениях; указать потенциальные причины несовпадения характеристик в динамическом и статическом режимах; объяснить различия в разбросе значений аналитического параметра для богатых и бедных кусков.

Лабораторная работа № 4
ВЛИЯНИЕ КРУПНОСТИ ЧАСТИЦ НА ВЕЛИЧИНУ АНАЛИТИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРА

Цель работы: установить влияние крупности частиц на величину аналитического параметра рентгеновского флуоресцентного сепаратора.

Пояснения к работе

Измерительная система рентгеновского сепаратора настроена на минимальную продолжительность набора импульсной статистики от куска. В формуле аналитического параметра числитель и знаменатель уменьшаются с уменьшением размера куска. Если массовая доля контролируемого компонента в частице малого размера приближается к нулю, число импульсов в числителе (характеристическое излучение) невелико, в то время как число импульсов в знаменателе (рассеянное излучение) может быть значительным. Тогда результат деления также может быть близким к нулю, т. е. сигнал от куска может быть не заре-

гистрирован. На результате измерения может сказаться и ориентация малого куска в зоне измерения (малая или большая эффективная площадь обращённой к датчику поверхности куска). У кусков лещадной формы разброс значений аналитического параметра может измениться, поскольку уменьшается число вариантов ориентации куска при прохождении через измерительную систему.

Порядок выполнения работы

Способ подготовки кусков к измерению следующий.

1. От наиболее крупных кусков (например –150+100 мм) отобрать 1-2 наиболее богатых образца всех минералогических разновидностей (желательно отобрать куски достаточно однородные по минеральному составу) и 1-2 бедных куска.

2. Ударами молотка каждый кусок разбить на несколько кусков и из них отобрать пять кусков разного размера каждой минералогический разновидности.

3. Далее каждый из вновь образованных и отобранных кусков взвесить и у каждого определить линейные размеры в трёх взаимно перпендикулярных направлениях. Рассчитать среднее значение линейного размера куска $d_{ср}$.

4. При выбранной в лабораторной работе № 2 формуле аналитического параметра каждый кусок в динамике пропустить через сепаратор в режиме измерения 10 раз. Результаты измерения значения аналитического параметра занести в таблицу 4.1. Для каждого куска рассчитать среднее значение аналитического параметра.

5. По таблице 4.1 для каждой разновидности построить отдельные графики $\overline{P} = f\left(d_{\text{ср класса}}\right)$ и $\overline{P} = f\left(m\right)$ с нанесением точек и эмпирических линий регрессии. Здесь $d_{\text{ср класса}}$ – среднее арифметическое границ класса.

6. Если при измерении аналитического параметра малых кусков в отдельных тестах компьютер сепаратора кусок не обнаруживает, подсчитать число «пропусков» n для каждого куска и построить зависимости $n=f(d_{ср})$, $n=f(m)$ для каждой минералогической разновидности. Построить поля корреляции, нанести теоретические линии регрессии и значения корреляционных отношений анализируемых связей.

Таблица 4.1 – Результаты измерений

Вид куска	**$d_{ср}$ куска, мм**	**Масса куска *m*, г**	**Значения аналитического параметра при частных замерах**					**Среднее значение аналитического параметра $\overline{P}$**	**Коэффициент вариации V_P, %**
Среднее значение по виду									

7. В отчёте необходимо привести заполненную таблицу 4.1 и построить графики экспериментальных зависимостей. По результатам расчётов и построений оценить влияние крупности частиц на величину аналитического параметра.

Лабораторная работа № 5
СЕПАРАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕНТГЕНОРАДИОМЕТРИЧЕСКОГО СЕПАРАТОРА

Цель работы: получение сепарационной характеристики лабораторного рентгенорадиометрического сепаратора СРФ-100Л.

Пояснения к работе

Сепарационная характеристика аппарата позволяет судить о потенциальном качестве разделения сырья на данном аппарате. Сепарационная характеристика – это зависимость извлечения фракции в продукт разделения от среднего значения признака разделения фракций. Поскольку однократного измерения значения аналитического параметра для толкования его как признака разделения недостаточно, в дальнейшем будем полагать признаком разделения куска среднее значение аналитического параметра, определённое по нескольким измерениям при динамических (или статических с последующим переходом к динамическим) условиях. Поэтому первым этапом данной работы должно быть экспериментальное разделение пробы на сепараторе, вторым – измерение признака разделения кусков полученных продуктов (концентрата и хвостов), третьим – расчёт сепарационной характеристики.

Порядок выполнения работы

1. Произвести отбор пробы руды (100-200 кусков) крупностью -100+50 или -50+25 мм либо использовать пробу целиком, не разделяя на классы. Все куски пронумеровать и взвесить.

2. Выбрать формулу аналитического параметра.

3. Пропустить общую пробу через рентгенорадиометрический сепаратор, настроенный на высокую производительность, установив границу разделения. Опыты провести с получением концентрата и хвостов (в режиме удаления богатых кусков при заданной преподавателем границе разделения).

4. С каждого куска концентрата и хвостов снять пять значений аналитического параметра в динамическом режиме, рассчитать среднее значение.

5. Заполнить таблицу 5.1, располагая куски концентрата в порядке возрастания среднего значения аналитического параметра. В ту же таблицу занести результаты их взвешивания и расчётов значений аналитического параметра. Аналогично провести измерения для хвостов.

Таблица 5.1 – Реестр кусков концентрата и хвостов

Номер куска	**Масса куска, кг**	**Значение аналитического параметра в отдельном измерении**					**Среднее значение аналитического параметра**
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	
Концентрат							
…	…	…	…	…	…		…
…	…	…	…	…	…		…
Хвосты							
…	…	…	…	…	…		…
…	…	…	…	…	…		…

6. Определить усреднённые минимальное и максимальное значения аналитического параметра среди всех кусков обоих продуктов. Разбить данный диапазон на 10 интервалов с девятью промежуточными границами (ширина интервалов может быть различной). Границы фракций по концентрату и по хвостам должны быть одинаковыми. Число фракций может быть изменено преподавателем.

7. Все обмеренные куски обоих продуктов распределить по десяти введенным фракциям. При малом количестве кусков в отдельных фракциях их можно объединять с соседними, расширяя границы, тогда число фракций уменьшится. Результаты занести в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Расчёт сепарационной характеристики

Номер фракции	1	2	3	…	9	10
Границы фракции, отн. ед.						
Среднее значение аналитического параметра во фракции $P_{j\text{ср}}$, отн. ед.						
Масса фракций концентрата, кг						
Масса фракций хвостов, кг						
Масса фракций исходной руды, кг						
Вероятность перехода в концентрат j-й фракции, $E_{\text{к}j}$, %						

8. Для исходной пробы найти суммарные массы фракций и массу самой исходной пробы по формулам:

$$M_{\text{исх фр}\,j} = M_{\text{к фр}\,j} + M_{\text{х фр}\,j}; \quad (5.1)$$

$$M_{\text{исх}} = \Sigma\, M_{\text{исх фр}\,j}\,, \quad (5.2)$$

где j – порядковый номер фракции.

9. Определить выход концентрата, %:

$$\gamma_{\text{к}} = 100 \cdot M_{\text{к}} / M_{\text{исх}}. \quad (5.3)$$

10. Для каждой j-й фракции рассчитать вероятность перехода частиц в концентрат, %:

$$E_{\text{к}j} = 100 \cdot M_{\text{к фр}\,j} / M_{\text{исх фр}\,j} \quad (5.4)$$

и занести их в таблицу расчёта сепарационной характеристики рентгенорадиометрического сепаратора.

11. Построить сепарационную характеристику $E_{\text{к}} = f(P_{j\text{ср}})$ по точкам $E_{\text{к}j}$ и $P_{j\text{ср}}$, где $P_{j\text{ср}}$ – среднее значение аналитического параметра для j-й фракции, которое находят по максимальному и минимальному значениям аналитического параметра фракции (по границам фракции) $P_{j\text{ср}} = (P_{j\max} + P_{j\min})/2$.

12. Определить по построенной характеристике границу разделения и величину среднего вероятного отклонения E_{pm}. Из анализа сепарационной характеристики определить границы зоны нечувствительности.

13. В отчёте привести результаты расчётов и график сепарационной характеристики. Сделать выводы о виде полученной сепарационной характеристики. Сопоставить настроенную перед разделением и фактически полученную границу разделения.

Лабораторная работа № 6
ИСПЫТАНИЯ ОБОГАТИМОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНЫМ МЕТОДОМ

Цель работы: освоение методики проведения испытаний обогатимости минерального сырья на информационном (рентгенофлуоресцентном) сепараторе.

Пояснения к работе

По результатам испытаний обогатимости руды на сепараторе можно осуществить прогноз потенциальных технологических показателей. Так как по однократно проведённому опыту невозможно правильно выбрать граничное значение признака разделения, целесообразно поставить несколько опытов с изменением границы разделения и разделением исходной пробы на фракции, например, с увеличением граничного значения признака при условии прямой связи между признаком и массовой долей компонента (схема приведена на рисунке 6.1).

Порядок выполнения работы

1. Разделению предшествует определение по описанным ранее методикам формулы аналитического параметра, подходящего для данного вида сырья, и выбор вариантов граничных значений. Они могут корректироваться после проведения отдельных опытов.

2. Далее устанавливается первое значение границы разделения на компьютере сепаратора и проводится опыт с выделением наиболее богатой фракции (обычно того продукта, предполагаемый выход которого меньше). Выделенная первая фракция выводится из процесса. Дальнейшие опыты проводят с оставшимися продуктами. Так выделяют нужное число продуктов.

3. Каждый выделенный продукт взвешивают, дробят, сокращают, истирают и доводят до навески анализа. Массовую долю определяют химическим или рентгеноспектральным методом.

4. В таблицу 6.1 вносят массы продуктов и массовые доли компонента в них, затем выполняют необходимые расчёты.

5. Анализируя технологические показатели разделения, определить, к какому продукту (концентрату или хвостам) следует отнести промпродуктовые фракции. Если массовая доля компонентов в промпродуктах значительно отличается от массовой доли компонента в концентрате или хвостах, его не следует присоединять ни к одному из них.

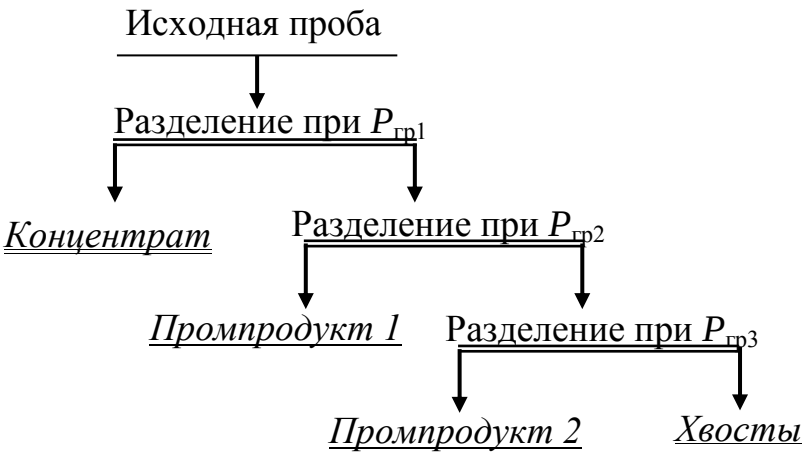


Рисунок 6.1 – Схема разделения исходной пробы на продукты (фракции)

Таблица 6.1 – Результаты разделения пробы на несколько продуктов (фракций)

Граничное значение аналитического параметра	**Продукт (фракция)**	**Элементарные продукты**			**Суммарный концентрат**		**Суммарные хвосты**	
		масса, кг	**выход, %**	**массовая доля, %**	**выход, %**	**массовая доля, %**	**выход, %**	**массовая доля, %**
$P_{гр1}$	Концентрат						100	α
$P_{гр2}$	Промпродукт 1							
$P_{гр3}$	Промпродукт 2							
…	…							
$P_{грn}$	Хвосты				100	α		
	Итого	Σm_i	100	α	–	–	–	–

6. В отчёте необходимо привести схему разделения, таблицу результатов и построить кривые разделения $\gamma_к=(P_{гр})$; $\gamma_х=(P_{гр})$; $\beta=(P_{гр})$; $\vartheta=(P_{гр})$; $\varepsilon_к=(P_{гр})$; $\varepsilon_х=(P_{гр})$, далее следует сделать выводы о возможности разделения данного сырья рентгенофлуоресцентным методом с целью получения богатого концентрата или бедных хвостов.

Лабораторная работа № 7
ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КУСКОВ СОРТИРУЕМОГО МАТЕРИАЛА

Цель работы: экспериментальное определение плотности и коэффициента формы кусков сортируемой руды, необходимых для определения проектной производительности сепаратора для конкретного вида сырья.

Пояснения к работе

Приводимая в справочных данных производительность рентгенорадиометрических сепараторов указывается либо в широких пределах, либо даётся её максимальное значение. В проектных расчётах требуется уточнение вероятного значения производительности.

На фактическую производительность очевидно будет влиять плотность материала, о которой можно судить, проведя замеры плотности большого количества кусков сортируемой руды. Следует заметить, что существует вероятность избирательного разрушения минеральных фаз при добыче и первичном дроблении. Тогда плотность в кусках разных классов крупности может быть различной.

Плотность куска определяют методом гидростатического взвешивания. По результатам взвешивания куска в воздухе ($M_{\text{возд}}$, г) и в воде ($M_{\text{вода}}$, г) рассчитывают плотность куска по формуле:

$$\rho_{\text{к}}=1000\cdot M_{\text{возд}}/(M_{\text{возд}}-M_{\text{вода}}),\ \text{кг/м}^3. \qquad (7.1)$$

Рентгенорадиометрическая сепарация осуществляется в покусковом режиме, что достигается транспортированием кусков по конвейерной ленте или по жёлобу вибропитателя в зоны измерения свойств и удаления кусков из потока. Такой характер движения материала перед измерением рентгеновских характеристик кусков определяет наиболее вероятное положение кусков на транспортирующем устройстве. Куски будут стремиться соприкасаться с поверхностью устройства гранями с наибольшей площадью. Поэтому при постоянстве режима подачи материала (кусок за куском с постоянным разрывом между ними) форма кусков будет оказывать существенное влияние на производительность сепаратора (для плоских кусков производительность ниже).

Для учёта потенциального снижения производительности сепаратора вводят коэффициент формы, рассчитываемый по формуле:

$$\varphi_1=2c/(a+b), \qquad (7.2)$$

где a, b, c – соответственно наибольший (a), средний (b) и наименьший (c) размеры куска, которые проводят в трёх взаимно перпендикулярных направлениях.

Другим вариантом коэффициента формы в данном случае может быть оценка приближения объёма куска к объёму идеального тела – куба с ребром, длина которого равна a,

$$\varphi_2=V_{\text{изм}}/a^3.$$

где $V_{изм}$ – экспериментально найденный при гидростатическом взвешивании объём куска.

С учётом измерения массы куска в воде и воздухе объём куска в мм^3 может быть найден по выражению

$$V_{изм}=1000\cdot(M_{возд}-M_{вода}).$$

Любой кусок может иметь случайную форму. Именно поэтому его объём можно найти лишь экспериментально.

Для идеализированных по форме тел проиллюстрируем выражения для расчёта коэффициента формы φ_2.

Для прямоугольного параллелепипеда с длиной рёбер a, b, c

$$\varphi_{2п}= a\cdot b\cdot c/a^3= b\cdot c/a^2,$$

для шара (шар вписан в куб, тогда $d_ш=a$) его объём равен

$$V_ш= \pi(d_ш)^3/6= \pi a^3/6,$$

тогда

$$\varphi_{2ш}= \pi a^3/6a^3= \pi/6\approx 0{,}5236.$$

Порядок выполнения работы

1. Заготовить таблицу для занесения результатов измерения (таблица 7.1). В ней $d_{ср}=(a+b+c)/3$.

Таблица 7.1 – Результаты измерений и расчётов

Номер куска	**Размеры куска, мм**				φ_1	**Результаты взвешиваний куска, г**		**Плотность куска ρ, кг/м^3**	**Объём куска $V_{изм}$, мм^3**	φ_2
	a	b	c	$d_{ср}$		$M_{возд}$	$M_{вода}$			
1										
…										
n										
Средние значения	$a_{ср}$	$b_{ср}$	$c_{ср}$	$(d_{ср})_{ср}$	$\varphi_{1ср}$	$M_{возд\ ср}$	$M_{вода\ ср}$	$\rho_{ср}$	$V_{изм\ ср}$	$\varphi_{2ср}$
Максимальные значения	a_{max}	b_{max}	c_{max}	$(d_{ср})_{max}$	φ_{1max}	$M_{возд\ max}$	$M_{вода\ max}$	ρ_{max}	$V_{изм\ max}$	φ_{2max}
Минимальные значения	a_{min}	b_{min}	c_{min}	$(d_{ср})_{min}$	φ_{1min}	$M_{возд\ min}$	$M_{вода\ min}$	ρ_{min}	$V_{изм\ min}$	φ_{2min}
СКО										
Коэффициент вариации, %										

2. Произвести измерения размеров кусков в трёх взаимно перпендикулярных направлениях, результаты занести в таблицу 7.1 и

вычислить значения $d_{ср}$ и φ_1.

3. Произвести взвешивание каждого куска в воздухе и в воде, результаты занести в таблицу 7.1 и рассчитать плотность материала в кусках, их объём $V_{изм}$ и значения φ_2.

4. Вычислить по всем кускам средние, максимальные и минимальные значения показателей, измеренных и рассчитанных в каждом из столбцов, а также найти средние квадратичные отклонения, коэффициенты вариации:

среднее квадратичное отклонение (СКО)

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \bar{x}\right)^2 \Big/ (n-1)};$$

коэффициент вариации, %

$$V = 100 \cdot S / \bar{x}.$$

5. В отчёте привести формулы для вычисления φ_1, φ_2 и ρ по кускам, а также статистических показателей по всем измеренным характеристикам. Сделать выводы о колеблемости измеренных характеристик для изученной пробы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Газалеева Г. И., Цыпин Е. Ф., Червяков С. А. РУДОПОДГОТОВКА дробление, грохочение, обогащение. – Екатеринбург: ООО «УЦАО», 2014. – 914 с.
2. Цыпин Е. Ф. Информационные методы обогащения полезных ископаемых: учебн. пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015 – 206 с.
3. Цыпин Е. Ф. Обогащение в стадиях рудоподготовки: научн. монография – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015 – 303 с.

Учебное издание

Цыпин Евгений Федорович

Овчинникова Татьяна Юрьевна

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ по дисциплине
по дисциплине «Информационные методы ОПИ»
для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения

Редактор И. А. Крестьянинова

Компьютерная вёрстка: Т. Ю. Овчинниковой

Подписано в печать 11.01.2019 г.
Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 2,125. Уч.-изд. л. 1,35. Тираж 100 экз. Заказ №1

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Горно-механического факультета
03 сентября 2019 г.
Председатель комиссии
_____проф. В.П,Барановский

А.В. Колтунов

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПИ

Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых» направления 130400.65 –«Горное дело» всех форм обучения

Екатеринбург
2019

П23

Рецензент: Ю.П. Морозов, профессор кафедры ОПИ УГГУ

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании заседания кафедры «Обогащение полезных ископаемых» 20 марта 2019 г. (протокол №6) и рекомендовано для издания в УГГУ

Колтунов А.В.

П23 Гидрохимические методы ОПИ: учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы/А.В.Колтунов, Урал. гос. горный ун-т.- Екатеринбург: изд-во УГГУ, 2019- 20 с.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с ученой программой курса «Гидрохимические методы ОПИ»

Для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых» направления 130400.65 –«Горное дело» всех форм обучения

© Колтунов А.В., 2019

© Уральский государственный горный университет, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 4
1. Анализ исходной информации 4
2. Обоснование и выбор схемы рудоподготовки 5
3. Расчет схемы рудоподготовки 5
4. Обоснование и выбор схемы кучного выщелачивания 5
5. Обоснование и выбор конструкции и параметров противофильтрационного основания и дренажной системы 6
6. Выбор способа складирования материала и расчет габаритов штабеля 6
7. Обоснование и выбор системы распределения выщелачивающих растворов
8. Расчет основных показателей КВ 7
8.1. Расчет габаритов штабеля 7
8.2. Расчет количества продуктивного раствора 8
8.3. Расчет объема продуктивных растворов и концентрации металла в них 10
9. Обоснование и выбор технологии переработки продуктивных растворов 10
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 10
ПРИЛОЖЕНИЕ А 11
ПРИЛОЖЕНИЕ Б 12

Введение

Темой курсовой работы является разработка технологии переработки медьсодержащей или золотосодержащей руды N-месторождения.

По заданию предусматривается, что руда перерабатывается методом кучного выщелачивания, а получаемые продуктивные растворы перерабатываются по одной из промышленных технологий.

В задании (выдается преподавателем) указывается тип руды, ее основные характеристики (вещественный и минералогический составы; физико-механические параметры, исходная крупность и гранулометрический состав), производительность рудоподготовительного цикла по исходному питанию, извлечение металла в цикле выщелачивания и т.д

Курсовая работа оформляется в виде пояснительной записки, включающей расчетную часть и графический материал, представленный технологической схемой и схемой цепи аппаратов.

Пояснительная записка оформляется в соответствии с ГОСТ 2.105-95 Текстовые документы.

Примеры оформления технологических схем и условные обозначения оборудования приведены в методических указаниях (Иванов Э.Э. Инструкция по выполнению курсовых и дипломных работ для студентов специальности 090300 – «Обогащение полезных ископаемых» 3-е изд., переработанное и дополненное.- Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. -42 с.)

1. Анализ исходной информации

Разработка технологии переработки заданного объекта осуществляется, прежде всего, на основе анализа исходной информации, которая включает:

1. Характеристику исходного сырья;
2. Практику переработки аналогичного сырья;
3. Требования к конечной продукции.

В результате анализа исходной информации обосновывается и выбирается:

1. Технологическая схема рудоподготовки;
2. Технологическая схема КВ;
3. Конструкция противофильтрационного основания и дренажной системы;
4. Способ складирования материала;
5. Система распределения выщелачивающих растворов;

6. Характер выщелачивания (химический или биохимический);
7. Параметры процесса выщелачивания.
8. Аппаратурное исполнение технологической схемы

2. Обоснование и выбор схемы рудоподготовки

Обоснование схемы рудоподготовки осуществляется с учетом практики работы действующих предприятий, а также теоретических знаний, полученных в курсе «Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых». Выбор схемы дробления (количество и вид стадий дробления) осуществляется с учетом крупности исходного сырья, его физико-механических свойств и принятой конечной крупности перерабатываемой руды.

В схеме рудоподготовки обосновывается необходимость операции окомкования дробленой руды перед складированием.

3. Расчет схемы рудоподготовки

Расчет схемы дробления осуществляется с учетом заданной производительности по исходному питанию, физико-механических свойств, исходной и конечной крупности руды.

Расчет производится по методике, приведенной в (Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению» для студентов специальности 090300. Макет пояснительной записки к курсовому проекту/ Сост. Иванов Э. Э. 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург: УГГГА, 2002, 32с.).

В результате расчета выбирается тип основного оборудования (дробилки, грохота) их типоразмер и количество.

При необходимости окомкования дробленой руды определяется требуемое количество барабанных окомкователей с учетом циркулирующей нагрузки (принять 200 %). Барабанные окомкователи ОБ 3,2х18 ориентировочно имеют производительность 800 т/ч

4. Обоснование и выбор схемы кучного выщелачивания

Обоснование схемы кучного выщелачивания осуществляется с учетом свойств перерабатываемого сырья (минеральный состав, степень его

однородности, физико-механические характеристики, местоположение объекта), практики переработки аналогичного сырья.

5. Обоснование и выбор конструкции и параметров противофильтрационного основания и дренажной системы

Обоснование конструкции противофильтрационного основания площадки выщелачивания осуществляется с учетом практики переработки аналогичного сырья, выбранной схемы кучного выщелачивания и реагента-растворителя.

В целях предотвращения потерь целевого металла и загрязнения окружающей среды, выбранная конструкция противофильтрационного основания должна обеспечивать максимально полный сбор продуктивного медьсодержащего раствора. Материалы, используемые в конструкции противофильтрационного основания, должны быть устойчивы к механическим нагрузкам, к перепадам температур, к ультрафиолетовому излучению и химическому воздействию.

Конструкция внутренней дренажной системы должна обеспечивать максимально быстрый вывод продуктивного раствора из-под штабеля и необходимую степень аэрации руды (в случаях использования биовыщелачивания).

Материалы, используемые в конструкции внутренней дренажной системы должны быть химически устойчивыми к воздействию выщелачивающих растворов.

Конструкция внешней дренажной системы должна быть рассчитана на сбор и хранение продуктивных и избыточных растворов и должна исключать потери целевого металла и загрязнение окружающей среды.

Материалы, используемые в конструкции внутренней дренажной системы должны быть химически устойчивыми к воздействию выщелачивающих растворов.

6. Выбор способа складирования материала и расчет габаритов штабеля

Выбор способа складирования материала осуществляется с учетом физико-механических свойств складируемого материала.

Габариты штабеля рассчитываются с учетом заданного количества перерабатываемой руды, ее насыпной плотности и принятой, в зависимости от физико-механических свойств складируемого материала, высоты штабеля.

Угол естественного откоса штабеля при складировании принять равным 35 градусов.

7. Обоснование и выбор системы распределения выщелачивающих растворов

Принимаемая система распределения выщелачивающих растворов обосновывается с учетом климатических условий в месте расположения участка кучного выщелачивания и режима работы (сезонный или круглогодичный).

8. Расчет основных показателей КВ

8.1. Расчет габаритов штабеля

Для определения габаритов штабеля необходимо задаться следующими параметрами:

1. Высота штабеля Н. Высота штабеля определяется исходя из принятого способа складирования (пункт 6 ПЗ);

2. Ширина верхней площадки штабеля $B_в$;

3. Угол естественного откоса штабеля. Принимается равным 36 градусов.

Ширина штабеля в основании (при известной высоте штабеля и угле естественного откоса равном 36 градусов) определяется как:

$B_н = B_в + 2b$, где $b=H/tg\ 36$, м.

Для определения длины штабеля в основании необходимо разбить штабель на несколько правильных геометрических фигур (см. рисунок 1):

1. Фигура 1, ограниченная секущими III и IV - параллелепипед длиной L с поперечным сечением в виде трапеции площадью $H \times (B_в + B_н)/2$. Объем фигуры 1 равен $V_1 = L \times [H \times (B_в + B_н)/2]$.

2. Фигура 2, состоящая из двух одинаковых фигур 2.1 и 2.2, ограниченных секущими I, II и III и I, II и IV - параллелепипед длиной $B_в$ с поперечным сечением в виде прямоугольника площадью $H \times b$. Объем фигуры 2 равен $V_2 = B_в \times H \times b$.

3. Фигура 3, состоящая из четырех одинаковых фигур 3.1; 3.2; 3.3 и 3.4, ограниченных секущими I, III; II, III; I, IV и II, IV - пирамида высотой Н и площадью основания b^2. Объем фигуры 3 равен $V_3 = 1/3\ H \times b^2$.

Суммарный объем штабеля $V_{штаб.}$ складывается из объемов фигур 1, 2 и 3. $V_{штаб.} = V_1 + V_2 + V_3$

Объем фигуры 1 V_1 равен $V_{штаб.}$- (V_2 + V_3), отсюда L определяется как, $V_1/S_{трап}$.

Объем штабеля $V_{штаб.}$ определяется как $V_{штаб.}$ = Q/δн, где Q и δн – соответственно, годовое количество руды в штабеле и насыпная плотность руды.

Общая длина штабеля $L_{штаб.}$ определяется как, $L_{штаб.}$= L + 2b.

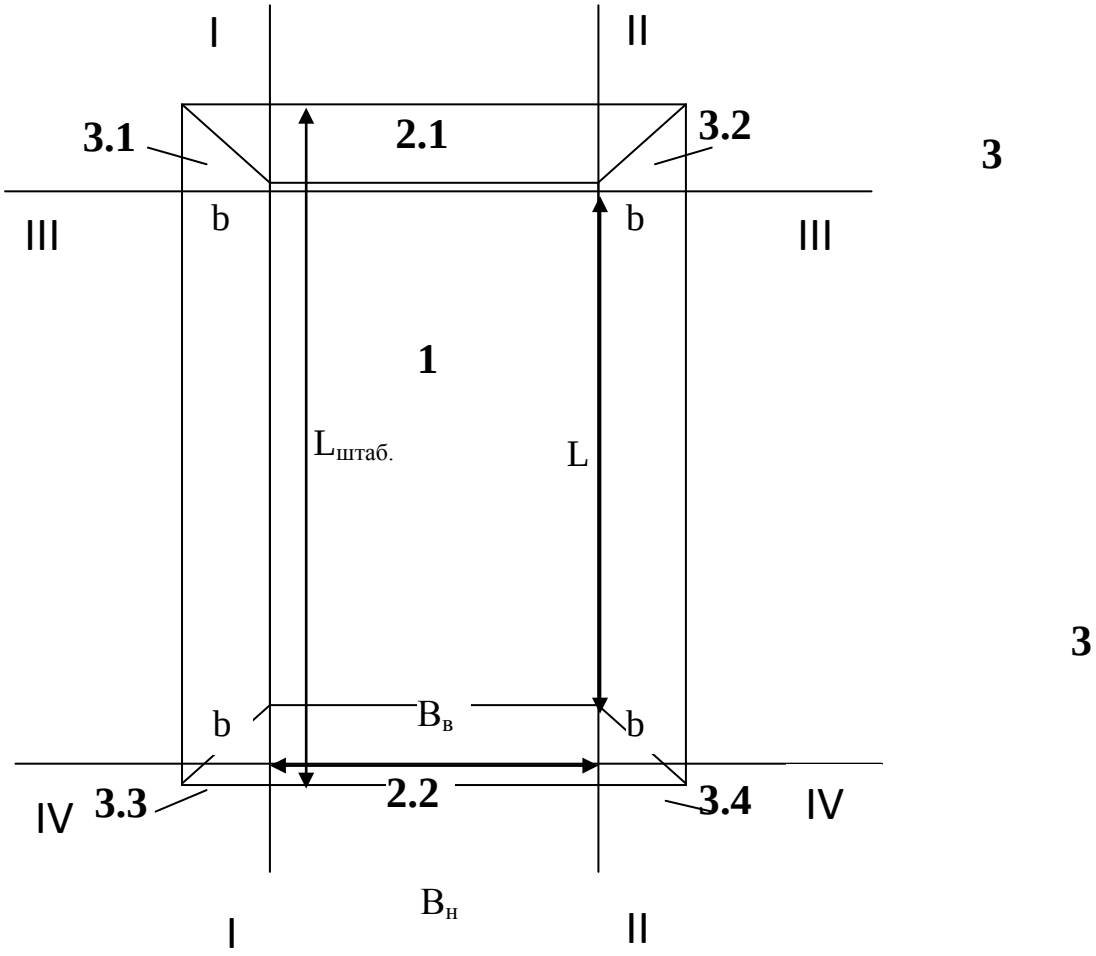


Рисунок 1- Вид штабеля сверху (для определения габаритов)

8.2. Расчет количества продуктивного раствора

Для определения годового количества получаемого продуктивного раствора необходимо принятую плотность орошения штабеля, выщелачивающим раствором умножить на площадь орошаемой поверхности штабеля.

Площадь орошения включает площадь верхней площадки штабеля и площадь боковых откосов. Для определения площади орошения разобьем

штабель руды на несколько геометрических фигур, имеющих в сечении одинаковую высоту (см. рисунок 2).

Фигура 1, ограниченная секущими I, II, III, IV, представляет собой параллелепипед с сечением НхВв и длиной L. Площадь орошения фигуры 1 равна ($B_в$ x L).

Фигура 2, состоящая из двух фигур (2.1 и 2.2), ограниченных секущими I, III, IV и II, III, IV, представляет собой параллелепипед с сечением H x b и длиной L. Площадь орошения фигуры 2 равна (b x L).

Фигура 3, состоящая из двух фигур (3.1 и 3.2) ограниченных секущими I, II, III и I, II, IV, представляет собой параллелепипед с сечением H x b и длиной $B_в$. Площадь орошения фигуры 3 равна (b x $B_в$).

Фигура 4, состоящая из четырех фигур (4.1; 4.2; 4.3 и 4.4) ограниченная секущими I, III; II, III; I, IV и II, IV представляет собой пирамиду высотой H и площадью основания b^2. Площадь орошения фигуры 4 примем равной ($1/3b^2$),т.к. объем параллелепипеда с сечением b^2 высотой H в 3 раза меньше объема пирамиды.

Суммарная площадь орошения раствором реагента штабеля равна $S_{штаб.} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$, где площади S_1, S_2, S_3, S_4 фигур 1,2,3,4.

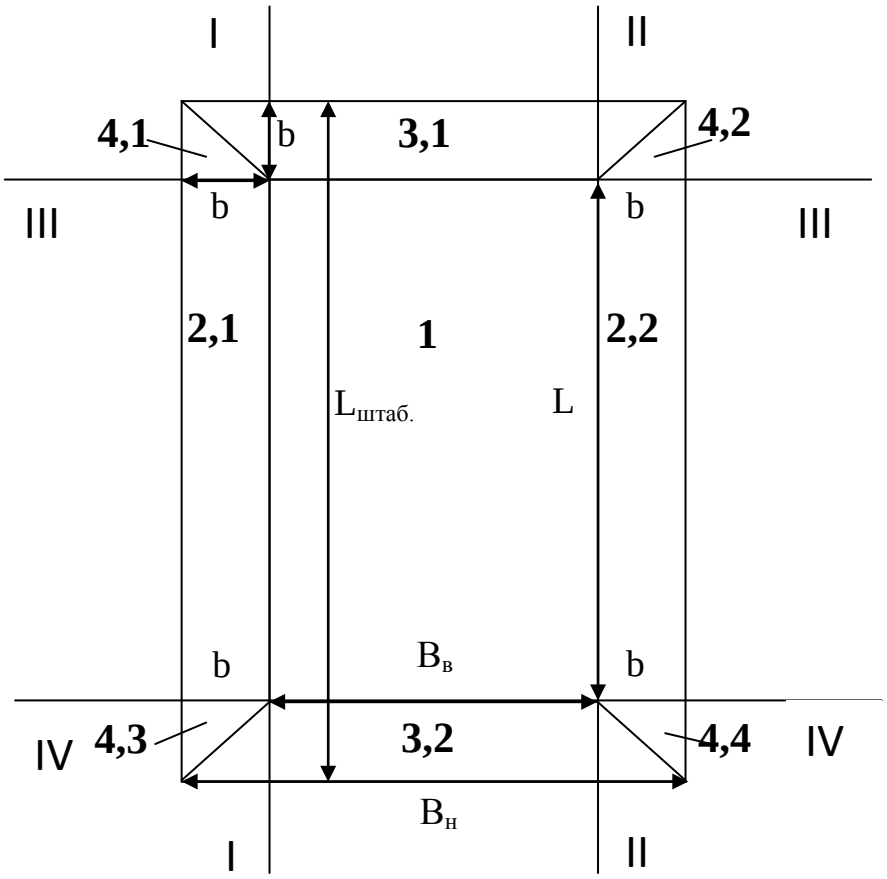


Рисунок 2 – Вид штабеля сверху (для определения пощади орошения)

8.3. Расчет объема продуктивных растворов и концентрации металла в них

Зная площадь орошаемой поверхности штабеля $S_{штаб.}$ и удельный расход выщелачивающего раствора $W_{уд}$, рассчитывается расход подаваемого раствора: $V_{ор} = S_{штаб.} x\ W_{уд}$, $м^3/ч$.

Годовой объем продуктивных растворов $V_{пр.год.} = 24 \times V_{ор.} \times n_{раб.}$, $м^3$,

где $n_{раб.}$ – количество рабочих дней в году.

Определяется масса металла в штабеле $M_{Меисх} = Q_{год.} \times \alpha_{ме}/100$, т.

Определяется масса металла извлекаемого в продуктивный раствор:

$$M_{пр} = M_{Меисх} \times \varepsilon_{ме}/100, т.$$

Рассчитывается концентрация металла в продуктивном растворе $[C_{Мепр}] = M_{пр}/ V_{пр.год.}$, г/л.

9. Обоснование и выбор технологии переработки продуктивных растворов

В данном разделе описываются промышленные технологии переработки продуктивных растворов для выделения конкретного металла. С учетом исходных данных выбирается наиболее эффективная из них.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колтунов А.В. Гидрохимические методы обогащения полезных ископаемых. Выщелачивание руд: учебное пособие/А.В.Колтунов; Урал.гос.горный ун-т.- Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016.- 145 с.

2.Кучное выщелачивание благородных металлов/Под ред. М.И.Фазлуллина.-М.: Издательство Академии горных наук, 2001.- 647 с.

3.Колтунов А.В. Геотехнология и гидрометаллургия: Конспект лекций.- Екатеринбург: Изд. УГГГА, 2003. -205 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Кафедра «Обогащение полезных ископаемых»

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ
по дисциплине «Гидрохимические методы обогащения полезных ископаемых»

Студент_____ Группа_____

Тема курсовой работы: Кучное выщелачивание
_____ руды
производительностью_____млн. тонн в год

Содержание курсовой работы: пояснительная записка, схема цепи аппаратов на формате А3

Сроки выполнения____

Задание выдал _____доцент.каф. ОПИ Колтунов А.В.

Задание получил_____

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Исходные данные

№ задания	Характеристика руды									Производительность, тыс. т/год
	Тип руды	вещественный состав	минеральный состав	физико-механические свойства				крупность,мм	гранулометрическая характеристика	
				плотность, т/м^3	крепость (по Протодъяконову)	влажность,%	текстура			
1	Окисленная медная руда	массовая доля меди в руде 1,0 %. Содержание глины значительное	азурит, тенорит, брошантит, хризоколла	3,3	10	7	трещиноватая, пористая	800-0	1	500
2	Окисленная золотосодержащая руда.	массовая доля золота в руде 5,0 г/т. В руде содержится значительное количества		2,7	12	7	трещиноватая, пористая	800-0	3	750

№ задания	Характеристика руды									Производительность, тыс. т/год
	Тип руды	вещественный состав	минеральный состав	физико-механические свойства				крупность,мм	гранулометрическая характеристика	
				плотность, т/м^3	крепость (по Протодъяконову)	влажность,%	текстура			
		серебра. Содержание глины незначительное								
3	Окисленная золотосодержащая руда.	массовая доля золота в руде 5,0 г/т. Содержание глины значительное					трещиноватая, пористая	800-0	6	
4	Окисленная медная руда.	массовая доля меди в руде 1,5 %. Содержание глины значительное	азурит, малахит, брошантит, халькозин	3,5	10	7	трещиноватая, пористая	1000-0	1	1500

№ задания	Характеристика руды									Производительность, тыс. т/год
	Тип руды	вещественный состав	минеральный состав	физико-механические свойства				крупность,мм	гранулометрическая характеристика	
				плотность, т/м^3	крепость (по Протодъяконову)	влажность,%	текстура			
5	Окисленная золотосодержащая руда..	массовая доля золота в руде 4,0 г/т Содержание глины незначительное		2,8	12-14	5	скального типа	700-0	3	1150
6	Окисленная медная руда	массовая доля меди в руде 0,9 %. Содержание глины незначительное	малахит, азурит, брошантит, хризоколла	3,0	12	5	трещиноватая, пористая	900-0	9	1000
7	Окисленная золотосодержащая руда.	массовая доля золота в руде 3,5 г/т. В руде содержится значительное количество серебра.		2,7	10-12	7	трещиноватая, пористая	750-0	6	900

№ задания	Характеристика руды									Производительность, тыс. т/год
	Тип руды	вещественный состав	минеральный состав	физико-механические свойства				крупность,мм	гранулометрическая характеристика	
				плотность, т/м^3	крепость (по Протодъяконову)	влажность,%	текстура			
		Содержание глины незначительное								
8	Окисленная медная руда.	массовая доля меди в руде 0,8 %. Содержание глины значительное	малахит, тенорит, брошантит, хризоколла	3,1	12	7	трещиноватая, пористая	800-0	5	750
9	Сульфидная медьсодержащая руда.	массовая доля меди в руде 0,7 %.	халькопирит, халькозин, пирит	3,2	12-14	5	трещиноватая	750-0	7	1200
10	Окисленная золотосодержащая руда.	массовая доля золота в руде 4,0 г/т Содержание глины незначительное		2,8	12-14	5	плотная, малопористая	700-0	3	1350

№ задания	Характеристика руды									Производительность, тыс. т/год
	Тип руды	вещественный состав	минеральный состав	физико-механические свойства				крупность,мм	гранулометрическая характеристика	
				плотность, т/м^3	крепость (по Протодъяконову)	влажность,%	текстура			
11	Смешанная медьсодержащая руда	массовая доля меди в руде 1,1 %.	малахит, брошантит, халькозин, пирит	3,5	10-12	6	трещиноватая, пористая	900-0	7	800
12	Окисленная золотосодержащая руда.	массовая доля золота в руде 6,0 г/т. В руде значительное количество серебра. Содержание глины значительное		2,65	8-10	8	трещиноватая, пористая	800-0	3	650
13	Окисленная медная руда	массовая доля меди в руде 1,4 %. Содержание глины	малахит, азурит, брошантит,	3,4	12-14	5	трещиноватая, пористая	950-0	5	1200

№ задания	Характеристика руды									Производительность, тыс. т/год
	Тип руды	вещественный состав	минеральный состав	физико-механические свойства				крупность,мм	гранулометрическая характеристика	
				плотность, т/м^3	крепость (по Протодъяконову)	влажность,%	текстура			
		незначительное	хризоколла							
14	Окисленная золотосодержащая руда.	массовая доля золота в руде 4,5 г/т Содержание глины незначительное		2,65	10-12	5	скального типа	950	7	950
15	Окисленная медная руда	массовая доля меди в руде 0,9 %. Содержание глины значительное	малахит, азурит, брошантит, тенорит	3,2	8-10	8	трещиноватая, пористая	700-0	9	600
16	Смешанная медьсодержащая руда	массовая доля меди в руде 1,2 %. Содержание глины значительное	малахит, азурит, халькозин, пирит	3,4	10-12	5	трещиноватая, пористая	750	1	700

№ задания	Характеристика руды									Производительность, тыс. т/год
	Тип руды	вещественный состав	минеральный состав	физико-механические свойства				крупность,мм	гранулометрическая характеристика	
				плотность, т/м^3	крепость (по Протодъяконову)	влажность,%	текстура			
17	Окисленная золотосодержащая руда.	массовая доля золота в руде 3,0 г/т Содержание глины незначительное		2,75	12-14	5	скального типа	1000	7	1100
18	Смешанная медьсодержащая руда	массовая доля меди в руде 1,6 %. Содержание глины значительное	малахит, азурит, тенорит, хризоколла	3,5	8-10	5	трещиноватая, пористая	800-0	1	750
19	Окисленная золотосодержащая руда.	массовая доля золота в руде 4,3 г/т. Содержание глины значительное	75	2,7	10-12	7	трещиноватая, пористая	900-0	6	1200

№ задания	Характеристика руды									Производительность, тыс. т/год
	Тип руды	вещественный состав	минеральный состав	физико-механические свойства				крупность,мм	гранулометрическая характеристика	
				плотность, т/м^3	крепость (по Протодъяконову)	влажность,%	текстура			
20	Смешанная медьсодержащая руда	массовая доля меди в руде 1,6 %. Содержание глины значительное	малахит, азурит, тенорит, хризоколла	3,0	8-10	6	трещиноватая, пористая	700-0	2	850
21	Окисленная золотосодержащая руда.	массовая доля золота в руде 3,3 г/т. Содержание глины значительное	75	2,7	10-12	7	трещиноватая, пористая	800-0	9	1000

Учебное издание

Александр Васильевич Колтунов

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПИ

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсовой работы
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
направления 130400.65 –«Горное дело»
всех форм обучения

Редактор Л.В. Устьянцева
Компьютерная верстка Аксеньюшкиной М.В.

Подписано в печать 5.09.2019 г. Бумага писчая. Формат бумаги 60х84 1/16
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ.л.1,75 Уч.-изд. л. 1.56. Тираж 150 экз. Заказ № 79

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный горный университет»

А. В. Колтунов

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Руководство по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Гидрохимические процессы»
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
направления 130400.65 – «Горное дело»
всех форм обучения

Екатеринбург – 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горномеханического
факультета
«3» декабря 2016 г.
Председатель комиссии
_____проф. В. П. Барановский

А. В. Колтунов

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Руководство по выполнению лабораторных работ по дисциплине
«Гидрохимические процессы»
для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых»
направления 130400.65 – «Горное дело» всех форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2017

К 60

Рецензент: *Цыпин Е. Ф.,* доктор техн. наук, профессор кафедры обогащения полезных ископаемых УГГУ.

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых» «15» ноября 2016 г. (протокол № 2) и рекомендовано для издания в УГГУ.

К 60 **Колтунов А. В.**

Гидрохимические процессы. Руководство по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Гидрохимические процессы» для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых» направления 130400.65 – «Горное дело» всех форм обучения / А. В. Колтунов; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 15 с.

В руководстве для каждой лабораторной работы приведены цель и пояснения к работе, необходимый материал и оборудование, методика выполнения работы и обработки полученных результатов, а также содержание отчета. Данное руководство составлено в соответствии с учебной программой дисциплины.

© Колтунов А. В., 2017
© Уральский государственный горный университет, 2017

Учебное издание

Александр Васильевич Колтунов

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Руководство по выполнению лабораторных работ по дисциплине
«Гидрохимические процессы»
для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых»
направления 130400.65 – «Горное дело»
всех форм обучения

Редактор издательства И. В. Козлов

Подписано в печать 05.12.2016 г.
Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе
Печ. л. 0,9 . Уч.-изд. л. 0,83. Тираж 150 экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

С О Д Е Р Ж А Н И Е

ВВЕДЕНИЕ……...6

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1
Сернокислотное выщелачивание окисленной медной руды…….8

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2
Цементация меди из сульфатных растворов…….....11

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3
Определение динамической обменной емкости ионообменной смолы…….13

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4
Электроэкстракция меди из сульфатных растворов…….16

ВВЕДЕНИЕ

Целью лабораторных работ является закрепление и систематизация теоретических знаний, полученных при изучении курса, освоение методик постановки экспериментов, приобретение опыта работы с реактивами и оборудованием, навыков обработки и оформления экспериментальных данных.

Требования к оформлению отчета

Отчеты по лабораторным работам выполняют на листах формата А4 (210 х 297 мм). Оформление отчета должно соответствовать требованиям ГОСТ 2.105-95 «Текстовые документы».

Структура каждого отчета: наименование, цель работы, теоретическая часть, методика проведения экспериментов, результаты экспериментов и расчеты, анализ полученных результатов, выводы.

В теоретической части отчета приводят основные теоретические положения рассматриваемого процесса и его характерные особенности.

Изложение методики эксперимента должно отражать фактические условия и особенности проведения опытов.

При изложении методики указываются наименования применяемых стандартных методов анализа.

Результаты опытов сводят в таблицы, приводят общую формулу расчета и один пример расчета. Все результаты должны иметь размерность системы единиц СИ. По табличным данным строят графические зависимости.

Анализ полученных результатов включает объяснение явлений, наблюдаемых при проведении опытов (цвет растворов, осадков, покрытий, изменение окраски, газовыделение, осадкообразование, повышение или понижение температуры и т. п.); оценку влияния тех или иных факторов на характер изменения и величину основных показателей процесса; оценку соответствия протекающих химических реакций теоретическим (указать на подтверждающие признаки).

В выводах отмечают основные достигнутые результаты, выявленные закономерности.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Сернокислотное выщелачивание окисленной медной руды

1. Цель работы

Изучение особенностей сернокислотного выщелачивания меди из окисленной медной руды, исследование влияния некоторых факторов на извлечение меди в продуктивный раствор.

2. Необходимые материалы, реактивы и оборудование

– окисленная медная руда (минеральный состав руды задается преподавателем);

– концентрированная серная кислота (96 %-й водный раствор с плотностью 1,84 г/см^3);

– вода дистиллированная;

– реакционный стакан емкостью 0,25 л;

– мерный цилиндр емкостью 0,25 л;

– три колбы емкостью 0,2 л;

– воронка для фильтрования диаметром 40-50 мм;

– бумажные фильтры;

– пробоотборник емкостью 0,01 л;

– пипетка на 5 мл;

– резиновая груша;

– мешалка механическая;

– весы электронные.

3. Проведение работы

На электронных весах взвесить 50 г исходной руды.

Используя правило «креста», рассчитать требуемое количество концентрированной серной кислоты и дистиллированной воды для приготовления 100 г 5 %-го раствора.

Приготовление раствора производить только под вытяжкой. При этом следует помнить: кислоту льют в воду, а не наоборот.

Навеску исходной руды поместить в реакционный стакан, залить приготовленным раствором для выщелачивания.

Пульпу перемешивать с помощью механической мешалки в течение 30 мин.

Через каждые 10 мин. с начала опыта с помощью пробоотборника отобрать пробу пульпы (10 см^3) и отфильтровать её через сухой бумажный фильтр в сухую колбу. Полученные фильтраты пронуме-

ровать (номер бригады, номер пробы) и подвергнуть анализу на определение концентрации меди в продуктивном растворе по методике, приведенной ниже.

После окончания опыта оставшееся содержимое реакционного стакана отфильтровать, подписать и сохранить для проведения следующей лабораторной работы.

После окончания работы промыть и протереть мешалку, привести в порядок рабочее место. Использованные бумажные фильтры с кеком выбросить в корзину для мусора.

По результатам анализов рассчитать извлечение меди в продуктивный раствор, %

$$\varepsilon_i = C_{\text{Cu}i} \cdot (V_{\text{исх.}} - V_i \cdot n_i) / m \cdot \alpha,$$

где $C_{\text{Cu}i}$ – концентрация меди в *i*-ой пробе продуктивного раствора, г/дм^3 (определяется по методике фотометрического определения меди на основе аммиачного комплекса, приведенной ниже), $V_{\text{исх.}}$ – объем исходного раствора, дм^3, V_i – объем продуктивного раствора в *i*-ой пробе, дм^3, n_i – порядковый номер *i*-ой пробы, m – масса навески, г, α – массовая доля меди в навеске, д. ед.

Объем исходного раствора $V_{\text{исх.}}$ рассчитывают по правилу «креста» с учетом плотности 5 %-го раствора серной кислоты (1,032 кг/ дм^3). Объем продуктивного раствора в *i*-ой пробе рассчитывают из соотношения

$$V_{\text{исх. п.}} / V_{\text{п. }i} = V_{\text{исх.}} / V_i,$$

где $V_{\text{исх.п.}}$ – объем исходной пульпы, дм^3, $V_{\text{п. }i}$ – объем пульпы *i*-ой пробы, дм^3.

Отсюда, $V_i = V_{\text{исх.}} \cdot 0{,}01 / V_{\text{исх. п.}}$, дм^3.

Объем исходной пульпы

$$V_{\text{исх.п.}} = m\,(R + 1/\rho),$$

где R – массовое отношение жидкого к твердому, ρ – плотность руды, кг/дм^3 (задается преподавателем).

По полученным данным строят графики зависимостей концентрации меди в продуктивном растворе и извлечения меди в продуктивный раствор от продолжительности выщелачивания $C_{\text{Cu}i} = f(t)$ и $\varepsilon = f(t)$ и делают соответствующие выводы.

В теоретической части отчета необходимо:

1. Привести основные факторы, влияющие на скорость агитационного выщелачивания.

2. Привести основные показатели процесса выщелачивания.

3. Привести факторы, влияющие на выбор реагента.

4. Дать запись реакций, протекающих при выщелачивании окисленной медной руды с учетом заданного минерального состава.

4. Методика фотометрического определения меди на основе аммиачного комплекса

4.1. Теоретическая часть

Соли меди образуют с водой комплексные катионы состава $[Cu(H_2O)]^{2+}$, окрашенные в светло-голубой цвет, а в присутствии аммиака – медно-аммиачные комплексные катионы состава $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$, окрашенные в темно-синий цвет. Существует также ряд промежуточных катионов, образование которых зависит от концентрации солей и аммиака в растворе. Все эти промежуточные катионы имеют различные коэффициенты поглощения света. Поэтому, работая по этой методике, воспроизводимые и точные результаты можно получить только при соблюдении одинаковых условий подготовки испытуемых растворов. Данный метод можно использовать для определения катионов меди в растворе в присутствии ионов железа, цинка и др.

Необходимые материалы, реактивы и оборудование:

– фотоколориметр КФК-2;
– 30 %-ный водный раствор перекиси водорода H_2O_2;
– 25 %-ный водный раствор аммиака (плотность 0,94 г/см^3);
– дистиллированная вода;
– колба емкостью 0,1 л;
– пипетка на 5 мл;
– резиновая груша;
– воронка для фильтрования диаметром 40-50 мм;
– бумажные фильтры;
– три пикнометра емкостью 25 мл;
– две кюветы 50/120.

4.2. Методика проведения анализа

1. В колбу с 10 мл пробы анализируемого раствора добавляют 1 мл перекиси водорода для окисления ионов железа Fe^{2+} до Fe^{3+}, туда же добавляют 5 мл раствора аммиака.

2. Полученную смесь фильтруют. Из фильтрата отбирают аликвотную часть 2,5 мл (в случае получения сильной окраски), переводят

в пикнометр объемом 25 мл, доводят до отметки дистиллированной водой и перемешивают.

3. На фотоколориметре измеряют оптическую плотность раствора при длине волны 675 нм при применении красного светофильтра. Ручку «чувствительность» устанавливают в положение «1», отмеченное на панели красным цветом. Раствором сравнения служит дистиллированная вода. Для того, чтобы относительная ошибка определения концентрации раствора была минимальной, работу производят вблизи оптической плотности 0,1-1 (коэффициент пропускания 40-60 %). Кювета 50/120.

4. По графику (см. рисунок 1) определяют значения концентрации меди в растворе. Далее рассчитывают истинное значение концентрации меди, учитывая разбавление, г/л

$$C = C_{\text{Cu по графику}} \cdot \text{Р} \cdot K / 1000,$$

где $C_{\text{Cu по графику}}$ – концентрация меди, определенная по графику, мг/л, Р – разбавление раствора, K – коэффициент, учитывающий сорбцию ионов меди ионами железа (по данным практики для этого метода составляет 10 %), К = 1,1.

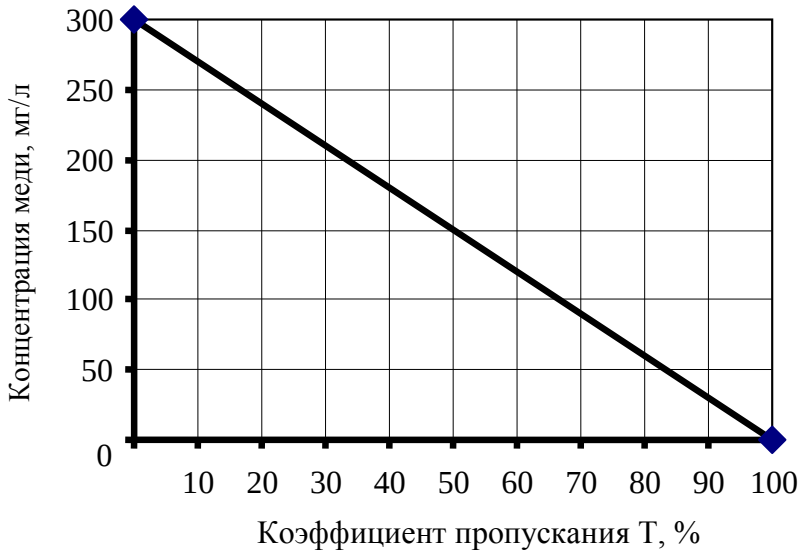


Рисунок 1. – Зависимость оптической плотности раствора от концентрации меди

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Цементация меди из сульфатных растворов

Цель работы: изучение особенностей цементации меди из сульфатных растворов, исследование влияния различных факторов на осаждение меди.

Необходимые материалы, реактивы и оборудование:

– сульфатный продуктивный раствор меди;
– железная стружка;
– реакционный стакан емкостью 0,25 л;
– мерный цилиндр емкостью 0,10 л;
– колба емкостью 0,5 л;
– воронка для фильтрования диаметром 100 мм;
– бумажный фильтр;
– фарфоровая чашка;
– промывалка;
– мешалка механическая;
– весы электронные.

Проведение работы

Работу выполняют на продуктивном медьсодержащем растворе, полученном в лабораторной работе № 1.

На электронных весах взвешивают 2 г железной стружки и помещают в реакционный стакан. С помощью мерного цилиндра измеряют объем исходного продуктивного раствора и затем выливают его в реакционный стакан с железной стружкой.

Реакционный стакан устанавливают в мешалку и перемешивают содержимое в течение 5 мин.

По окончании перемешивания, мешалку останавливают и с помощью промывалки в реакционный стакан смывают с крыльчатки цементный осадок. Затем содержимое реакционного стакана аккуратно отфильтровывают через бумажный фильтр. Сухой бумажный фильтр должен быть предварительно взвешен на электронных весах с точностью ± 0,001 г.

Фильтр с осадком помещают в фарфоровую чашку и высушивают при температуре 50-60 ^{o}C до постоянной массы и затем взвешивают на электронных весах с точностью ± 0,001 г. Массу цементного осадка ($m_{ос.}$) определяют по разнице масс цементного осадка с фильтром и фильтра.

Количество меди в цементном осадке, г

$$m_{\text{Cu ос.}} = m_{\text{Cu исх.}} - m_{\text{Cu хв.}},$$

где $m_{\text{Cu ос.}}$, $m_{\text{Cu исх.}}$, $m_{\text{Cu хв.}}$ – масса меди, соответственно, в цементном осадке, в исходном продуктивном растворе и в хвостовом растворе цементации.

$$m_{\text{Cu исх.}} = V_{\text{исх.}} C_{\text{Cu исх.}}; \qquad m_{\text{Cu хв.}} = V_{\text{хв.}} C_{\text{Cu хв}},$$

где $V_{\text{исх.}}$; $V_{\text{хв.}}$ – объемы, соответственно, исходного продуктивного раствора и хвостового раствора цементации, дм^3, $C_{\text{Cu исх.}}$, $C_{\text{Cu хв}}$ – концентрации меди, соответственно, в исходном продуктивном растворе и хвостовом растворе цементации, г/дм^3.

Количество железа перешедшего в раствор в результате цементации, г

$$m_{\text{Fe хв.}} = m_{\text{Fe исх.}} - m_{\text{Fe ос.}},$$

где $m_{\text{Fe хв.}}$, $m_{\text{Fe исх.}}$, $m_{\text{Fe ос.}}$ – массы железа, соответственно, перешедшего в хвостовой раствор цементации, в исходной навеске и в цементном осадке.

$$m_{\text{Fe ос.}} = m_{\text{ос.}} - m_{\text{Cu ос.}}$$

По результатам расчетов определяют практический удельный расход железа $k_{\text{практ.}} = m_{\text{Fe хв}} / m_{\text{Cu ос.}}$, г/г, сравнивают полученное значение со стехиометрическим и делают соответствующие выводы.

После окончания работы промыть и протереть мешалку, привести в порядок рабочее место. Использованные бумажные фильтры с кеком выбросить в корзину для мусора.

В теоретической части отчета необходимо:

1. Дать определение процесса цементации.
2. Объяснить механизм осаждения меди железом.
3. Привести реакции, протекающие при цементации меди.
4. Объяснить исчезновение окраски хвостового раствора.
5. Привести основные факторы, влияющие на полноту и скорость процесса осаждения меди.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Определение динамической обменной емкости ионообменной смолы

Цель работы: освоение методики определения величины динамической обменной ёмкости ионообменных смол.

Необходимые материалы, реактивы и оборудование:

– модельный сульфатный никельсодержащий раствор с заданной концентрацией никеля и величиной pH (задается преподавателем);

– ионообменная смола-катионит КБ4 или КБ-4П-2;

– установка для определения величины динамической емкости

смолы;

– pH-метр;
– 1%-й раствор диметилглиоксима;
– мерный цилиндр емкостью 0,50 л;
– колба емкостью 0,5 л;
– химический стакан 0,2 л;
– зажим;
– весы электронные;
– линейка.

Проведение работы

Работу выполняют на модельном сульфатном никельсодержащем растворе с концентрацией никеля от 0,7 до 1,2 г/л и величиной pH от 4 до 6.

На электронных весах с точностью 0,01 г взвешивается 50 г заранее приготовленного катионита в набухшем состоянии.

Модельный сульфатный никельсодержащий раствор объемом 0,5 л заливается в расходную емкость установки (см. рисунок 2) для определения величины динамической емкости смолы. С помощью вентиля настраивается расход раствора при фильтровании (2-4 объема раствора через объем набухшего катионита в час).

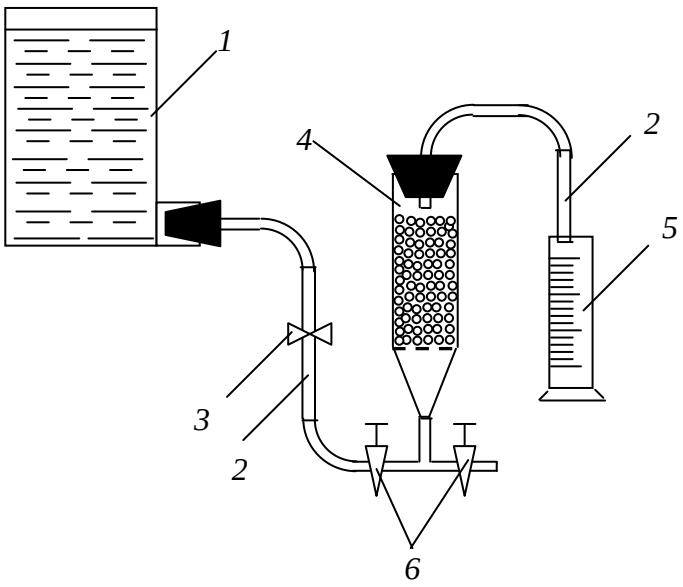


Рисунок 2. – Установка для определения динамической обменной ёмкости ионообменных смол:

1 – емкость для модельного раствора; 2 – резиновая трубка; 3 – зажим; 4 – сорбционная колонка с ионообменной смолой; 5 – мерный цилиндр для сбора фильтрата; 6 – вентили.

После настройки расхода раствора с помощью зажима перекрывается подача раствора в сорбционную колонку установки.

Навеска набухшего катионита в Н-форме помещается в сорбционную колонку установки и определяется его объем.

В емкость для сбора фильтрата подается 5 мл 1%-го раствора диметилглиоксима, после чего убирается зажим и осуществляется подача модельного раствора в фильтровальную колонку с набухшим катионитом.

В ходе работы визуально фиксируется момент появления осадка красного цвета, свидетельствующего о начале «проскока» никеля, после чего с помощью вентиля прекращается подача модельного раствора в сорбционную колонку установки.

С помощью мерного цилиндра измеряется объем полученного фильтрата до «проскока».

После задания преподавателем общего объема фильтрата, соответствующего полному насыщению смолы, строится график выходной кривой сорбции (аналогично графику, приведенному на рисунке 3) и рассчитывается величина ДОЕ и ПДОЕ для данного катионита по никелю.

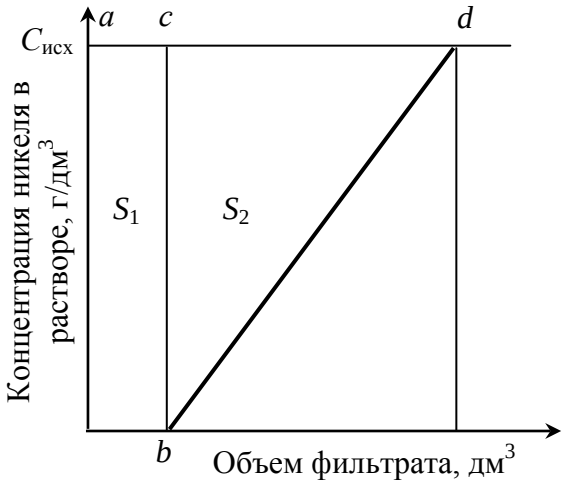


Рисунок 3. – График выходной кривой сорбции

В теоретической части отчета необходимо:

1. Дать определение процесса ионного обмена.

2. Объяснить структуру гелевых и макропористых ионитов.

3. Объяснить, как подразделяются смолы по кислотно-щелочным свойствам и какова область их действия.

4. Объяснить механизм набухания ионообменной смолы.

5. Объяснить как определяется емкость смол в статических и

динамических условиях.

6. Привести основные факторы, влияющие на скорость процесса ионного обмена.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Электроэкстракция меди из сульфатных растворов

Цель работы: изучение особенностей электроэкстракции меди из сульфатных растворов, исследование влияния различных факторов на процесс электроосаждения меди.

Необходимые материалы, реактивы и оборудование:

– модельный раствор рабочего медьсодержащего электролита с заданной концентрацией меди и величиной pH;

– электролизная установка (фарфоровый стакан и три электрода на кронштейне);

– выпрямитель тока с амперметром;

– фильтровальная бумага;

– наждачная бумага;

– линейка;

– фарфоровая чашка;

– весы электронные.

Проведение работы

Работу выполняют на модельном растворе рабочего медьсодержащего электролита.

Конструкция, используемой в работе электролизной установки приведена на рисунке 4.

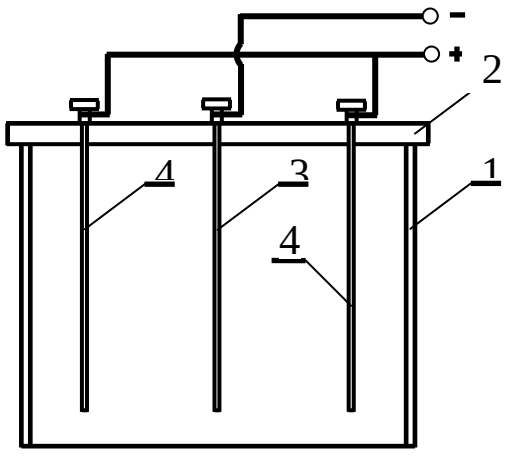


Рисунок 4. – Устройство электролизной установки:
1 – фарфоровый стакан; 2 – кронштейн; 3 – катод; 4 – аноды.

Перед проведением опыта наждачной бумагой зачищают поверхность катода, затем катод взвешивают на электронных весах с точностью ± 0,001 г, после чего закрепляют его на кронштейне симметрично анодам.

В фарфоровый стакан заливают медьсодержащий электролит до уровня примерно на 10-15 мм ниже обреза стакана и устанавливают кронштейн с электродами.

Убедившись, что выпрямитель отключен от сети, соединяют его клеммы проводами с электролизной установкой, соблюдая полярность.

После того как преподаватель проверит правильность соединений, включить выпрямитель и установить на амперметре требуемое значение силы тока.

По окончании опыта (продолжительность электроэкстракции задается преподавателем) выключить выпрямитель. Не допуская потерь катодного осадка, кронштейн с электродами аккуратно вынимают из электролита и промывают электроды, опуская их несколько раз в фарфоровый стакан с водой.

С кронштейна аккуратно снимают катод, помещают его в фарфоровую чашку, высушивают и взвешивают на электронных весах с точностью ± 0,001 г. После этого с помощью линейки измеряют площадь катодного осадка.

По результатам работы рассчитывают плотность катодного тока, А/м^2

$$D = I / S,$$

где I – сила тока, А, S – площадь катодного осадка, м^2.

Выход меди по току, %

$$E = m \cdot 100 / m_{\text{теор}},$$

где m – масса меди, практически выделившейся на катоде, г, $m_{\text{теор.}}$ – масса меди, которая теоретически могла бы выделиться на катоде, г.

$$m_{\text{теор.}} = k^{\text{Cu}}_{\text{эл. хим}} \cdot I \cdot t,$$

где $k^{\text{Cu}}_{\text{эл. хим}}$ – электрохимический коэффициент меди, I – сила тока, А, t – продолжительность электроэкстракции, ч.

$$k^{\text{Cu}}_{\text{эл. хим}} = Э_{\text{Cu}} / F, \text{ г/А·ч},$$

где $Э_{\text{Cu}}$ – грамм-эквивалент меди, равный 31,77 г, F – число Фарадея, равное 26,8 А·ч.

После окончания работы электролит вылить в емкость для отра-

ботанного электролита, промыть электролизную установку, привести в порядок рабочее место, мусор выбросить в корзину.

В теоретической части работы необходимо:

1. Объяснить, в чем отличие процесса электроэкстракции от процесса электрорафинирования.
2. Записать реакции, протекающие на катоде и аноде при электроэкстракции.
3. Объяснить, как влияют примеси железа на электроэкстракцию меди.
4. Объяснить, с какой целью в электролит подают ПАВ.
5. Привести основные факторы, влияющие на полноту и скорость процесса осаждения меди.

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу

_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.11 ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Колтунов А. В., доц., к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры

Обогащения полезных ископаемых
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Козин В. З.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

горно-механического
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу

_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Б1.В.ДВ.01.01 КОМПЬЮТЕРНЫЕ РАСЧЁТЫ В ОБОГАЩЕНИИ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация № 6
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Овчинникова Т. Ю., доцент, к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Обогащения полезных ископаемых	горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Козин В. З.	Барановский В. П.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 7 от 17.04.2019	Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

Задача 1. Создание шаблона текстового документа 5

Задача 2. Поиск информации и оформление списка использованных источников 6

Задача 3. Расчёт и построение розы ветров 8

Задача 4. Расчёт и построение гранулометрической характеристики 10

Задача 5. Расчёт и построение кривых контрастности, обогатимости и разделения 12

Задача 6. Расчёт показателей технологической схемы обогащения различными методами 17

Задача 7. Расчёт и выбор оборудования 24

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 27

ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения учебной дисциплины «Компьютерные расчёты в обогащении» является овладение методиками расчёта схем обогащения; освоение методов компьютерного моделирования; овладение навыками безопасного поиска информации в сети Internet. Сложность инженерных расчётов, выполняемых в обогащении полезных ископаемых, требует овладения навыками составления и вычисления формул при помощи ПК.

Для достижения указанной цели необходимо формирование у студентов-обогатителей необходимых знаний в области овладения методами расчёта технологических обогащения схем, знаний о способах расчёта схем, овладение навыками составления расчётных формул в программе для расчёта электронных таблиц (Excel), овладение навыками составления и оформления текстовой и графической документации в электронном виде.

Результатом освоения дисциплины «Компьютерные расчёты в обогащении» является формирование у обучающихся следующих *общепрофессиональных* и *профессионально-специализированных* компетенций:

– способность решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учётом основных требований информационной безопасности (ОПК-1);

– умение пользоваться компьютером как средством управления и обработки информационных массивов (ОПК-7);

– готовность применять современные информационные технологии, автоматизированные системы проектирования обогатительных производств (ПСК-6.5).

Курсовая работа является средством промежуточного контроля, предназначенного для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать

собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

Курсовая работа выполняется студентом самостоятельно в течение всего семестра, состоит из ряда типовых задач, выполняемых по индивидуальному заданию, выдаваемом в начале семестра.

В настоящем учебно-методическом пособии даны краткие формулировки задач и варианты для индивидуальных заданий.

Объяснения по решению задач и решение элементов задач даются на практических занятиях, там же осуществляется контроль за выполнением заданий.

Пояснительная записка курсовой работы состоит из двух разделов:

Раздел 1. Работа в текстовом редакторе MS WORD.

Раздел 2. Работа в табличном редакторе MS EXCEL.

Все выполненные задачи оформляются в единый электронный документ с последующей распечаткой пояснительной записки. Пояснительная записка сдаётся студентом на проверку. После проверки пояснительной записки проводится защита курсовой работы в устной форме.

Оценка выставляется по итогам проверки пояснительной записки и устной защиты. Принимается во внимание оформление пояснительной записки.

Задача 1.
Создание шаблона текстового документа

Задание: Создать шаблон текстового документа.

Пояснения к заданию

При выполнении курсовой работы каждый студент создаёт свой личный шаблон текстового документа с заданными настройками. Впоследствии все текстовые документы (пояснительные записки курсовых проектов и работ, отчёты по лабораторным и практическим работам и т. п.) рекомендуется выполнять на основе этого шаблона.

В шаблоне текстового документа должно быть создано:

- титульный лист;
- страница «Содержание»;
- страница(ы) для основной части тестового документа;
- страница «Список использованных источников».

Также в созданном шаблоне необходимо выполнить расстановку переносов и вставить нумерацию страниц. Титульный лист имеет порядковый номер один, однако номер страницы на нём не ставится. В составе курсовой работы есть задание, которое размещается после титульного листа и имеет порядковый номер два. В шаблоне рекомендуется зарезервировать страницу с номером три под размещение содержания документа.

В созданном шаблоне необходимо создать стили заголовков, подрисуночных подписей, названий таблиц и содержимого таблиц.

На практических занятиях и в учебно-методическом пособии по выполнению практических работ подробно рассмотрены вопросы создания шаблона и форматирования текстовых документов.

Контроль выполнения задания

Созданный шаблон, сохранённый в формате *ФамилияИО****.dotx***, высылается для проверки преподавателю.

Задача 2.
Поиск информации и оформление списка использованных источников

Задание: для заданного химического элемента выполнить поиск информации, оформить список использованных источников.

Исходные данные

Номер варианта						
		10	**1**	**2**	**3**	**4**
	I	медь	золото	цинк	марганец	хром
A	**II**	литий	железо	бор	никель	фтор
	III	натрий	ванадий	алюминий	палладий	титан
	IV	хлор	бериллий	кальций	скандий	стронций
	I	германий	неодим	литий	теллур	скандий
B	**II**	кадмий	магний	молибден	рубидий	серебро
	III	кремний	барий	кобальт	углерод	сера
	IV	уран	селен	бром	осмий	иридий
	I	платина	углерод	вольфрам	калий	йод
C	**II**	мышьяк	калий	сурьма	фосфор	германий
	III	цезий	олово	ртуть	свинец	висмут
	IV	цирконий	ниобий	бериллий	сера	ванадий
		5	**6**	**7**	**8**	**9**
	I	золото	неодим	литий	теллур	скандий
A	**II**	кадмий	магний	молибден	рубидий	серебро
	III	кремний	барий	кобальт	углерод	медь
	IV	литий	железо	бор	никель	фтор
	I	медь	золото	цинк	марганец	хром
B	**II**	мышьяк	калий	сурьма	фосфор	германий
	III	натрий	железо	алюминий	палладий	титан
	IV	платина	кобальт	вольфрам	калий	йод
	I	уран	селен	бром	осмий	иридий
C	**II**	хлор	бериллий	кальций	скандий	стронций
	III	цезий	олово	ртуть	свинец	висмут
	IV	цирконий	ниобий	бериллий	сера	ванадий

Например, для варианта 2-В-III заданным элементом будет кобальт.

Пояснения к заданию

В соответствии с вариантом индивидуального задания студенту необходимо выполнить поиск информации о заданном химическом элементе по пунктам:

1. История открытия и происхождения химического элемента.
2. Химические свойства и область применения химического элемента.
3. Основные минералы и руды, в состав которых входят минералы химического элемента.
4. Основные технологии обогащения руд, в состав которых входит химический элемент.
5. Пример обогатительного предприятия, перерабатывающего руды, в состав которых входит химический элемент.

Собранная информация должна содержать не менее трёх рисунков и трёх таблиц. Общий объём не более 10-15 страниц.

Таблицы следует выполнять средствами MS Word. Рисунки, представляющие собой принципиальные или технологические схемы обогащения, также следует выполнять средствами MS Word.

Параллельно с поиском информации надлежит составить и оформить в соответствии с требованиями список использованных источников, объёмом не менее пяти источников.

По мере накопления информация вносится в текстовый документ *ФамилияИО**.docx***, созданный на основе шаблона. После завершения сбора информации полученный документ следует отредактировать в соответствии с требованиями.

На практических занятиях и в учебно-методическом пособии по выполнению практических работ подробно рассмотрены вопросы редактирования текстовых документов.

Контроль выполнения задания

По мере сбора и форматирования текстовый документ проверяется преподавателем на практических занятиях. Окончательный вариант оформляется в виде раздела 1 пояснительной записки курсовой работы.

Задача 3.
Расчёт и построение розы ветров

Задание: сбор и обработка информации о климатических условиях в заданном населённом пункте. Рассчитать и построить лепестковую диаграмму (розу ветров) для заданных месяцев текущего года.

Исходные данные

Номер варианта			Номер варианта		
0	***A***	Алдан	**5**	***A***	Курск
	B	Анапа		***B***	Москва
	C	Апатиты		***C***	Мурманск
1	***A***	Белгород	**6**	***A***	Новороссийск
	B	Благовещенск		***B***	Пермь
	C	Владивосток		***C***	Санкт-Петербург
2	***A***	Гай	**7**	***A***	Кемерово
	B	Екатеринбург		***B***	Симферополь
	C	Иркутск		***C***	Томск
3	***A***	Казань	**8**	***A***	Тюмень
	B	Калининград		***B***	Хабаровск
	C	Костомукша		***C***	Ханты-Мансийск
4	***A***	Краснодар	**9**	***A***	Магадан
	B	Красноуральск		***B***	Чита
	C	Красноярск		***C***	Якутск
I		декабрь, январь, февраль	**II**		март, апрель, май
III		июнь, июль, август	**IV**		сентябрь, октябрь, ноябрь

Пояснения к заданию

Решение этой и последующих задач осуществляется в документе MS Excel с именем *ФамилияИО**.xlsx*** и оформляется в пояснительной записке в виде отдельных пунктов раздела 2.

Для каждой новой задачи следует выбирать новый лист в документе, называя его по номеру задачи. Таким образом, в документе должно находиться пять листов: *Задача 3*, … *Задача 7*.

В соответствии с вариантом индивидуального задания студенту необходимо выполнить поиск информации о природно-климатических и метеорологических условиях территории

необходимо указать такие показатели как климат района, среднегодовую температуру, абсолютные максимум и минимум температур, среднегодовое количество осадков. Для поиска рекомендуется воспользоваться информацией климатических сайтов.

В листе *Задача 3* необходимо привести исходную таблицу для расчёта розы ветров по приведённой ниже форме.

День	**С**	**СВ**	**В**	**ЮВ**	**Ю**	**ЮЗ**	**З**	**СЗ**	**Ш**
1		2							
…						1			
91 (92)				8					

Для формирования этой таблицы рекомендуется воспользоваться дневником погоды сайта gismeteo.ru.

Общее количество дней равно сумме дней за три месяца, в строке, соответствующей дню, указывается только одно значение – скорость ветра в м/с, значение проставляется в столбце, соответствующему направлению ветра. При наличии штилевых дней (Ш) в соответствующем столбце ставится значение 0.

На основе исходно таблице необходимо сформировать и рассчитать таблицу для построения лепестковой диаграммы (розы ветров) по форме таблицы 1.

Таблица 1 – Показатели розы ветров

Показатель	**С**	**СВ**	**В**	**ЮВ**	**Ю**	**ЮЗ**	**З**	**СЗ**	**Ш**
Количество дней с ветром									
Частота ветра, %									
Средняя скорость ветра, м/с									0

На основании рассчитанной таблицы строится роза ветров для заданного населённого пункта. После формирования таблицы необходимо выполнить статистическую обработку массива на выявление максимального значения скорости ветра.

Алгоритм расчёта таблицы и построения лепестковой диаграммы рассмотрен в учебно-методическом пособии по выполнению практических работ.

На полученной розе ветров необходимо указать стрелкой преобладающее направление ветра, а также предложить вариант размещения предприятия (обогатительной фабрики) с учётом розы ветров.

Контроль выполнения задания

Все этапы выполнения задачи проверяются преподавателем на практических занятиях. Окончательный вариант оформляется в виде пункта 2.1 раздела 2 пояснительной записки курсовой работы.

В пункте приводится описание природно-климатических и метеорологических условий территории, таблица расчётных показателей, лепестковая диаграмма с дополнительной информацией. Также необходимо обосновать предложенный вариант размещения предприятия.

Задача 4.
Расчёт и построение гранулометрической характеристики

Задание: Рассчитать и построить гранулометрическую характеристику. Определить выход заданного класса крупности.

Пояснения к заданию

В соответствии с вариантом индивидуального задания студенту необходимо в документе MS Excel рассчитать таблицу гранулометрического состава и построить гранулометрическую характеристику в виде точечной диаграммы.

Расчётная таблица для построения гранулометрической характеристики выполняется по форме таблицы 2.

Таблица 2 – Гранулометрический состав

Класс крупности, мм	**Выход**			
	частный		**суммарный, %**	
	кг	**%**	**по плюсу**	**по минусу**
-D_{max}+0,85D_{max}				
-0,85D_{max}+0,7D_{max}				
….				
-0,1D_{max}+0				
Итого	***M***	**100,00**	**–**	**–**

Исходные данные

Класс крупности, мм	**Частный выход, %**									
	Номер варианта									
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
-0,1D_{max}+0	20	12	8	10	26	4	20	3	5	5
-0,2D_{max}+0,1D_{max}	12	16	18	12	18	6	7	10	44	25
-0,3D_{max}+0,2D_{max}	11	15	17	6	15	5	11	22	17	13
-0,4D_{max}+0,3D_{max}	13	17	14	25	12	2	6	23	9	10
-0,5D_{max}+0,4D_{max}	14	13	12	13	9	11	9	25	8	10
-0,6D_{max}+0,5D_{max}	12	11	6	15	7	40	21	5	1	8
-0,7D_{max}+0,6D_{max}	5	9	7	8	8	8	11	7	2	5
-0,85D_{max}+0,7D_{max}	7	3	8	3	3	11	10	3	3	3
-D_{max}+0,85D_{max}	6	4	10	8	2	13	5	2	11	21

Масса пробы, кг	***A***	***B***	***C***
	155	205	91

Вид суммарной характеристики	**I, III**	**II, IV**
	по плюсу	по минусу

	I	**II**	**III**	**IV**
D_{max}, мм	1400	900	600	500
Границы класса крупности	(0,35-0,75)D_{max}	(0,15-0,55)D_{max}	(0,25-0,75)D_{max}	(0,45-0,65)D_{max}

В таблице 2 классы крупности записывают по убыванию, приводя полученные в зависимости от D_{max} значения границ классов крупности, округлённые до целого числа.

Массу каждого класса крупности рассчитывают в зависимости от частного выхода по формуле:

$$m_i = M \cdot \gamma_i / 100,$$

где γ_i – частный выход i-го класса крупности (по заданию), %.

Алгоритм расчёта суммарных выходов по плюсу и по минусу и построения точечной диаграммы рассмотрен в учебно-методическом пособии по выполнению практических работ.

Выход заданного класса крупности определяют графически по построенной гранулометрической характеристике.

Контроль выполнения задания

Все этапы выполнения задачи проверяются преподавателем на практических занятиях. Окончательный вариант оформляется в виде пункта 2.2 раздела 2 пояснительной записки курсовой работы.

В пункте следует привести описание назначения гранулометрической характеристики, расчётную таблицу, точечную диаграмму с графическим решением.

Задача 5.
Расчёт и построение кривых контрастности, обогатимости и разделения

Задание: выполнить статистическую обработку массива данных, рассчитать и построить плотности распределения по массовой доле компонента и признаку разделения, рассчитать и построить интегральную функцию распределения, выполнить фракционирование массива по величине массовой доли компонента и признаку разделения, рассчитать и построить кривые контрастности, обогатимости и разделения, выполнить прогноз технологических показателей для заданных условий разделения.

Пояснения к заданию

Фракционный состав продуктов является важнейшей информацией при выборе метода разделения и прогнозе технологических показателей. Фракционный состав продуктов можно получить двумя способами: путём фракционирования исходной пробы с получением нескольких (не менее пяти) фракций, либо измерением значений признака разделения и массовой доли во всех кусках пробы (покусковое изучение свойств).

Фракционирование широко применяется для фракционного анализа углей по плотности, руд по плотности, удельной магнитной восприимчивости, электропроводности, флотируемости и т. п. Чаще всего фракционирование выполняют на лабораторном обогатительном аппарате в режиме анализа или специальной установке для фракционного анализа. От полученных в результате анализа фракций (не менее пяти) отбирают пробу и посредством химического анализа определяют массовую долю компонента в каждой из фракций. Результаты фракционного анализа используют

для расчёта и построения кривых обогатимости и разделения, а также для прогноза технологических показателей разделения.

Покусковое изучение свойств применяют только для крупнокусковых материалов ($100 < d < 10$ мм), этот способ является более трудоёмким и затратным, так как необходимо определить величину признака разделения и массовую долю компонента в каждом куске изучаемой пробы, количество таких кусков может быть от 20 и более. При этом, после получения величины признака разделения (или нескольких признаков), каждый кусок доводят до крупности химического анализа с последующим определением массовой доли компонента в каждом куске. Преимуществом данного способа является возможность получения более полной информации о свойствах изучаемой пробы. Кроме того, фракционный состав продукта, получаемый этим способом, является основной для расчёта и построения кривых контрастности, являющихся кривыми предельной обогатимости, по которым можно выполнить прогноз предельных показателей разделения.

При покусковом изучении свойств информация о фракционном составе представляет собой массив данных, состоящий из нескольких столбцов, несущих информацию о свойствах каждого куска, и строк, равных количеству изученных кусков.

Табличный процессор MS Excel позволяет проводить статистическую обработку данных в массивах любых размером, а также выполнять сортировку и группирование данных с последующим построением различных зависимостей в виде диаграмм.

В задаче 5 рассмотрен вариант покускового изучения свойств пробы, состоящей из 45 кусков. Для каждого куска получены следующие исходные данные: масса m, г; массовая доля компонента в куске α, % и значение величины признака разделения ξ, усл. ед.

В соответствии с вариантом индивидуального задания студенту необходимо сформировать в соответствующем листе Excel массив данных и все последующие расчёты выполнять в этом листе.

Исходные данные

№ куска	Масса *m*, г										Массовая доля α, %			Признак разделения ξ, усл. ед.			
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	***A***	***B***	***C***	**I**	**II**	**III**	**IV**
1	19	10	22	10	36	10	14	30	30	34	0,2	1,5	0,8	4,3	35,9	8,8	11,3
2	8	7	19	16	12	21	9	8	35	34	0,2	1,6	0,9	5,3	42,6	7,7	14,5
3	15	10	18	13	23	37	15	21	19	36	6,0	3,5	3,5	9,1	5,6	3,8	51,2
4	14	7	14	13	22	32	88	9	24	40	0,1	1,1	0,6	5,0	46,9	8,3	7,9
5	7	7	16	17	40	15	28	10	20	22	0,3	1,7	1,1	5,8	24,7	7,3	24,9
6	14	18	9	15	11	20	24	20	21	19	0,2	1,6	0,9	6,0	29,7	7,2	13,2
7	5	16	31	16	10	20	10	19	11	21	0,2	1,6	1,0	5,7	31,8	9,0	13,9
8	14	14	12	24	12	10	18	12	24	9	0,1	0,7	0,3	3,8	51,2	9,1	5,6
9	8	7	14	38	34	21	10	14	25	14	0,9	2,4	2,1	8,1	15,3	5,1	23,2
10	6	7	24	9	20	18	7	15	10	11	1,5	2,5	2,2	7,2	13,2	6,0	29,7
11	23	13	16	22	27	13	14	6	26	21	4,3	3,5	3,3	9,2	6,2	4,0	12,4
12	14	11	26	20	12	19	21	9	27	18	0,1	1,4	0,8	4,6	49,1	9,3	9,4
13	24	9	9	11	9	13	22	12	18	18	0,1	0,3	0,2	4,1	40,5	8,7	8,5
14	17	10	6	8	13	9	29	15	23	27	0,3	1,7	1,0	5,1	23,2	8,1	15,3
15	18	13	17	7	6	14	10	7	20	14	4,0	3,1	3,1	8,3	7,9	5,0	46,9
16	15	13	7	12	14	7	10	8	13	13	0,3	2,1	1,5	6,7	25,4	7,0	15,5
17	6	16	10	19	23	20	10	8	12	19	0,4	2,1	1,6	6,5	21,0	6,5	21,0
18	16	8	14	9	16	19	18	8	17	19	1,7	2,7	2,4	7,1	10,3	4,7	34,0
19	28	19	32	6	36	9	16	18	15	17	0,9	2,4	2,1	7,3	24,9	5,8	24,7
20	14	10	6	10	32	27	10	20	14	20	1,5	2,6	2,2	7,7	14,5	5,3	42,6
21	10	12	13	9	24	7	24	15	22	12	0,2	1,5	0,8	4,2	38,3	8,6	9,1
22	10	10	23	15	7	16	8	15	10	17	1,8	2,7	2,4	7,8	9,2	4,8	36,1
23	9	12	14	24	18	14	8	12	8	14	3,2	2,9	2,7	8,8	11,3	4,3	35,9
24	9	15	23	10	5	7	22	10	15	19	0,6	2,3	1,8	7,6	16,7	6,1	24,4
25	12	15	15	9	13	10	30	16	14	12	3,8	2,9	2,9	8,5	7,3	4,5	44,8
26	20	15	19	12	7	10	10	11	12	12	0,3	1,8	1,3	5,5	18,9	8,2	17,7
27	13	10	35	10	19	21	32	23	16	14	0,1	1,1	0,4	4,0	12,4	9,2	6,2
28	35	24	22	17	8	13	19	6	15	9	0,2	1,6	0,9	4,8	36,1	7,8	9,2
29	11	24	10	11	44	10	16	7	22	13	0,8	2,4	2,0	8,2	17,7	5,5	18,9
30	16	11	13	8	38	13	12	11	15	10	1,3	2,5	2,1	8,0	14,8	5,6	27,5
31	18	11	19	6	42	16	8	12	23	15	3,4	2,9	2,8	9,3	9,4	4,6	49,1
32	12	8	16	10	44	20	8	12	13	20	0,4	2,2	1,7	7,0	15,5	6,7	25,4
33	19	14	8	7	30	9	13	19	13	23	0,3	1,9	1,4	6,1	24,4	7,6	16,7
34	10	11	10	8	30	8	14	15	26	13	0,3	1,9	1,5	6,2	53,4	6,6	14,6
35	21	9	20	10	25	14	20	9	25	11	0,4	2,2	1,8	6,6	14,6	6,2	53,4
36	9	9	20	5	14	27	13	17	18	19	0,2	1,6	0,9	4,7	34,0	7,1	10,3
37	31	15	12	8	20	9	22	15	14	21	0,3	1,8	1,4	5,2	16,7	7,5	15,1
38	6	10	18	7	18	14	9	24	42	13	1,1	2,4	2,1	9,0	13,9	5,7	31,8
39	11	11	15	16	35	8	11	7	15	12	0,1	1,3	0,7	4,5	44,8	8,5	7,3
40	15	10	11	14	13	19	16	18	15	17	2,4	2,7	2,5	8,6	9,1	4,2	38,3
41	7	8	15	12	12	9	18	30	21	32	0,6	2,3	1,9	7,5	15,1	5,2	16,7
42	13	11	9	7	33	10	17	20	19	6	0,2	1,6	0,9	5,6	27,5	8,0	14,8
43	16	8	7	11	12	10	17	10	20	36	0,4	2,1	1,6	6,3	17,0	6,8	24,2
44	9	9	23	6	43	19	8	12	6	14	0,3	2,1	1,5	6,8	24,2	6,3	17,0
45	13	18	12	9	22	13	14	10	19	19	12,1	4,6	4,5	8,7	8,5	4,1	40,5

Для статической обработки массива необходимо определить:

- границы изменения массовой доли компонента (α_{min}, α_{max}) и признака разделения (ξ_{min}, ξ_{max});
- средние и средневзвешенные значения массовой доли компонента ($\alpha_{ср}$, $\alpha_{срв}$) и признака разделения ($\xi_{ср}$, $\xi_{срв}$);
- коэффициент корреляции между величинами массовой доли компонента и признака разделения.

Статистическая обработка выполняется в листе Excel с применением статистических формул и формул ссылок и массивов.

По данным исходным массива необходимо выполнить расчёт и построение:

- поля корреляции в осях «Массовая доля компонента – Признак разделения»;
- плотностей распределения и интегральных функций распределения по массовой доле компонента и признаку разделения.

Для выполнения фракционного анализа по величине массовой доли компонента следует:

- провести сортировку исходного массива по возрастанию массовой доли;
- рассчитать покусковую фракционную характеристику пробы, описанной массивом данных;
- по результатам расчёта фракционной характеристики построить кривые контрастности (предельной обогатимости);
- определить предельные показатели разделения по кривым контрастности для заданных преподавателем условий.

Для выполнения фракционного анализа по величине признака разделения следует:

- провести сортировку исходного массива по возрастанию величины признака разделения;
- задать границы и выделить не менее пяти, но не более семи фракций;

– рассчитать фракционную характеристику пробы;
– по результатам расчёта фракционной характеристики построить кривые обогатимости и кривые разделения;
– определить показатели разделения по кривым обогатимости и разделения для заданных преподавателем условий.

На практических занятиях и в учебно-методическом пособии по практическим занятиям подробно рассмотрены все элементы решения данной задачи.

Контроль выполнения задания

Все этапы выполнения задачи проверяются преподавателем на практических занятиях. Окончательный вариант оформляется в виде пункта 2.3 раздела 2 пояснительной записки курсовой работы.

В пункте приводятся

– результаты статистической обработки массива в виде таблицы и поля корреляции;

– плотность распределения и интегральная функция распределения для вариантов I и III по массовой доле компонента, для вариантов II и IV – по признаку разделения;

– кривые контрастности;

– развёрнутая фракционная характеристика в виде таблицы, кривые обогатимости и разделения;

– сравнительная таблица с показателями разделения, определёнными по кривым контрастности, обогатимости и разделения.

В выводе к задаче необходимо указать в чём причина отличия показателей разделения, полученных по разным видам кривых.

Задача 6.
Расчёт показателей технологической схемы обогащения различными методами

Задание: рассчитать технологическую схему обогащения балансовым, итерационными и матричным методами.

Пояснения к заданию

Расчёт технологических схем является одной из самых важных задач в обогащении полезных ископаемых. Наиболее сложными, трудоёмкими и ответственными являются расчёты качественно-количественных схем обогащения, для которых вычисляют выходы продуктов разделения по известным массовым долям компонентов в них.

Существует три основных метода расчёта схем обогащения:

- балансовый, использующий уравнения технологического баланса;
- итерационный, основанный на многократном расчёте выходов продуктов с учётом меняющихся исходных данных;
- матричный, заключающийся в составлении и перемножении матрицы исходного продукта и обратной матрицы продуктов разделения.

Расчёт качественно-количественной схемы выполняется в такой последовательности:

- составление и расчёт технологического баланса схемы по конечным продуктам;
- задание массовых долей всех продуктов разделения;
- расчёт выходов всех продуктов разделения одним из известных методов;
- оформление результатов расчёта в виде таблицы и схемы.

В соответствии с вариантом индивидуального задания студенту предлагается схема, значения массовых долей всех продуктов разделения, извлечение в один из конечных продуктов (концентрат или хвосты) и производительность по исходному.

Исходные данные

	Номер варианта														
	Схема 1			***Схема 2***			***Схема 3***			***Схема 4***			***Схема 5***		
	Массовая доля в продукте, %														
Продукт	***A***	***B***	***C***	***A***	***B***	***C***	***A***	***B***	***C***	***A***	***B***	***C***	***A***	***B***	***C***
Исходный	1,8	1,5	0,8	1	2,3	5,8	1,5	2,5	0,5	1,6	3,6	2	1,2	1	0,8
1	14,4	13,5	6,1	9	16,6	29,6	10,5	12,7	4,5	12,8	28,8	16	9,36	7,9	6,8
2	0,6	1,0	0,7	0,3	0,7	1,9	0,6	1,0	0,2	0,7	1,6	0,9	определить		
3	27,4	26,3	10,8	17	25	45	16,8	20,4	8,5	22	35	27	16,8	14,2	12,8
4	1,6	1,3	0,7	1,6	2,1	4,5	1,6	2,0	0,4	1,3	3,1	3,1	1,1	0,9	0,6
5	3,6	3,0	1,5	2	4,6	11,6	3,0	5,0	1,0	3,2	7,2	4	28,6	22,7	23,7
6	определить			определить			определить			0,6	1,1	0,6	7,5	7,5	6,5
7	45,0	50,0	18,0	1,1	3,2	1,8	45	35	40	1,1	3,2	1,8	45	35	40
8	12,2	10,0	5,1	-	-	-	12,7	13	10,5	определить			12,7	13	10,5
9	-	-	-	-	-	-	33	41	25	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	20,1	27,2	7,8	-	-	-	-	-	-
Извлечение в концентрат, %	**I**	82		87			95			90			97		
	II	70		92			85			75			95		
Извлечение в хвосты, %	**III**	20		7			10			20			9		
	IV	16		5			8			18			7		
Производительность по исходному *Q*, т/ч	**I**	100		200			35			806			513		
	II	150		1800			18			196			257		
	III	300		450			141			297			432		
	IV	350		508			305			103			105		

	Схема 6			***Схема 7***			***Схема 8***			***Схема 9***			***Схема 10***		
	Массовая доля в продукте, %														
Продукт	***A***	***B***	***C***	***A***	***B***	***C***	***A***	***B***	***C***	***A***	***B***	***C***	***A***	***B***	***C***
Исходный	1,8	0,8	1,5	1,4	2,6	0,6	2,5	1,5	0,9	1,5	1,1	2,1	1,3	3,3	0,9
1	9	7,2	13,5	9,8	18,2	5,4	6,5	10	8	11,3	9,9	18,9	11,8	26,4	8,1
2	определить			1,3	0,2	0,4	1,4	0,8	0,5	0,4	0,3	0,6	0,4	2,8	0,7
3	15,3	13,7	25,7	16,7	30	10,3	5	3	1,8	20	18	35	23	50	15
4	2,1	0,7	1,3	1,6	2,3	0,5	1,2	0,6	0,4	1,6	0,9	1,9	1,6	2,5	0,8
5	23	24	45	2,8	5,2	1,2	2	1,5	0,9	3	2,2	4,2	2,6	25	7,8
6	8,8	6,8	12,9	0,3	0,9	0,2	определить			определить			определить		
7	-	-	-	25	45	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	9,5	17,5	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	0,8	2,6	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	определить					-	-	-	-	-	-	-
Извлечение в концентрат, %	**I**	89		93			80			84			88		
	II	87		83			70			94			95		
Извлечение в хвосты, %	**III**	12		2			25			5			7		
	IV	10		10			19			15			11		
Производительность по исходному *Q*, т/ч	**I**	96		721			215			1024			190		
	II	183		157			438			115			290		
	III	75		211			673			222			979		
	IV	190		613			911			44			659		

Схема 1

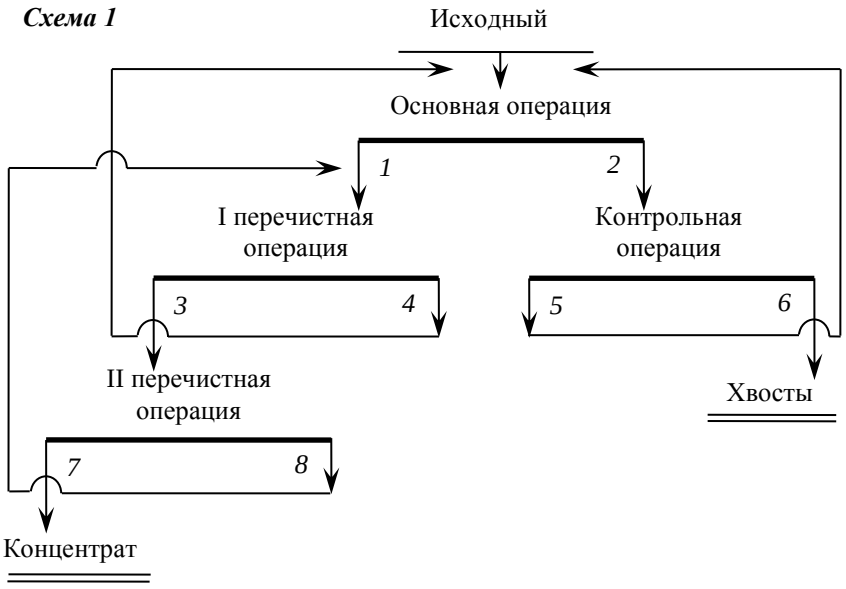


Схема 2

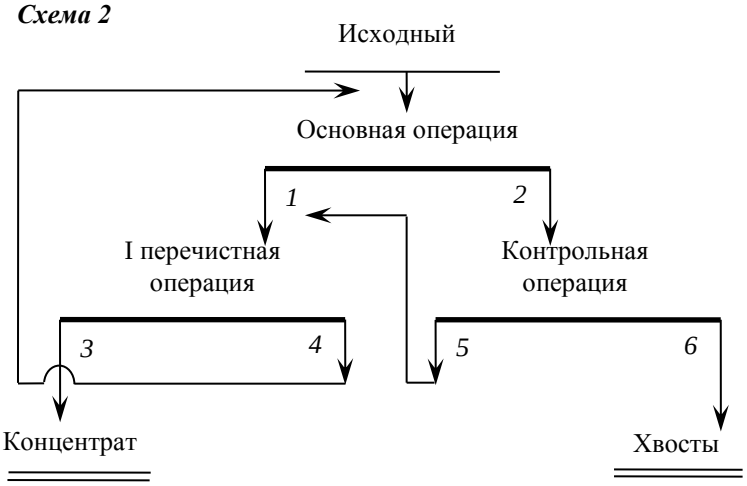


Схема 3

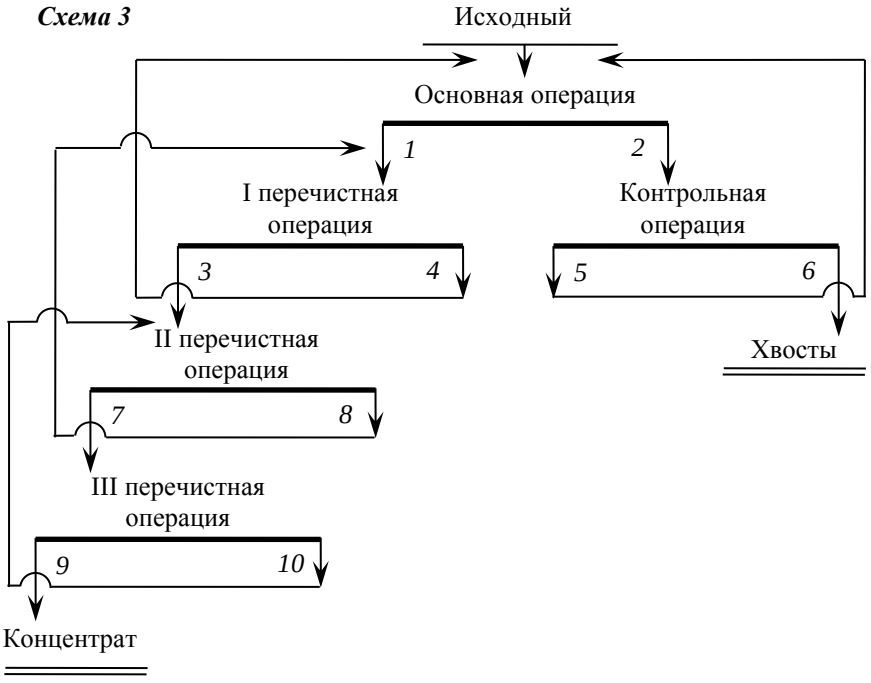


Схема 4

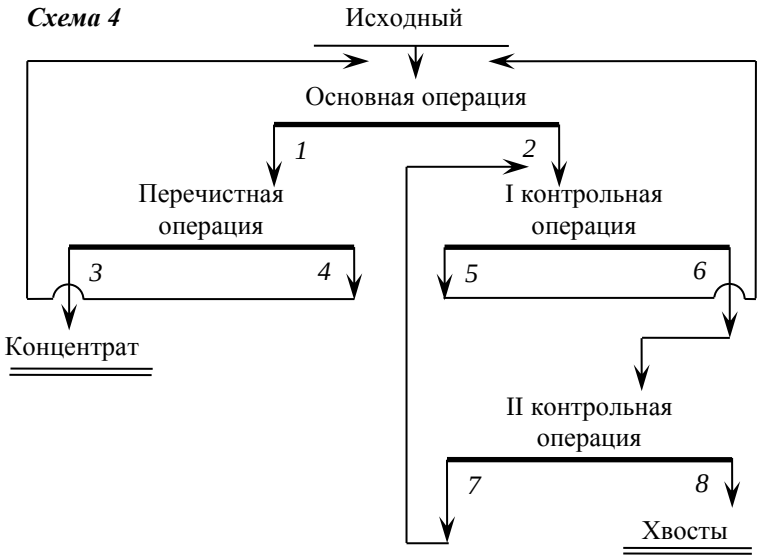


Схема 5

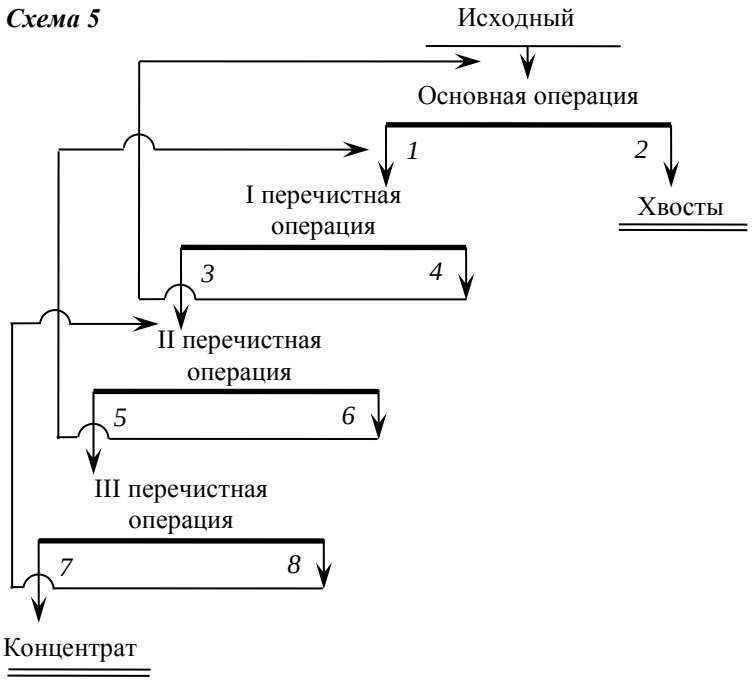


Схема 6

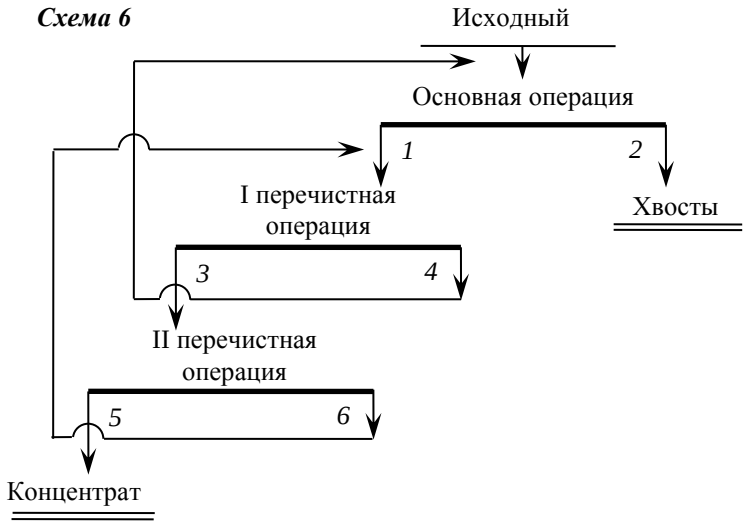


Схема 7

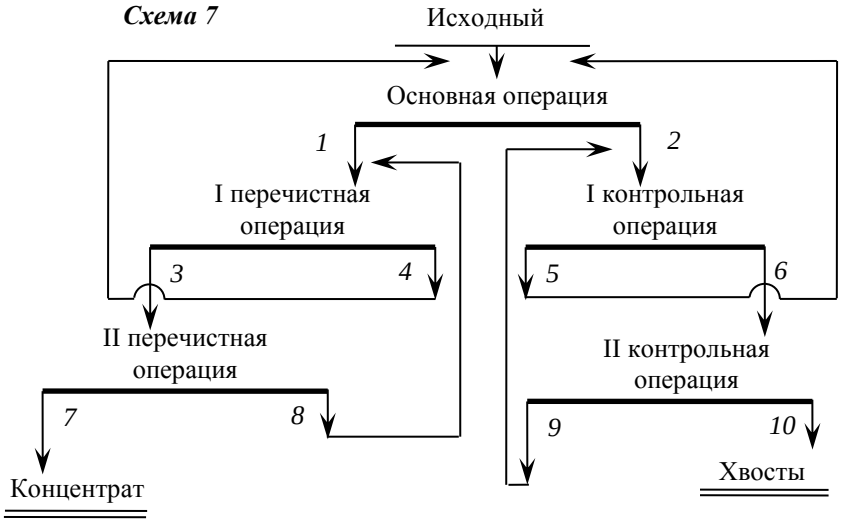


Схема 8

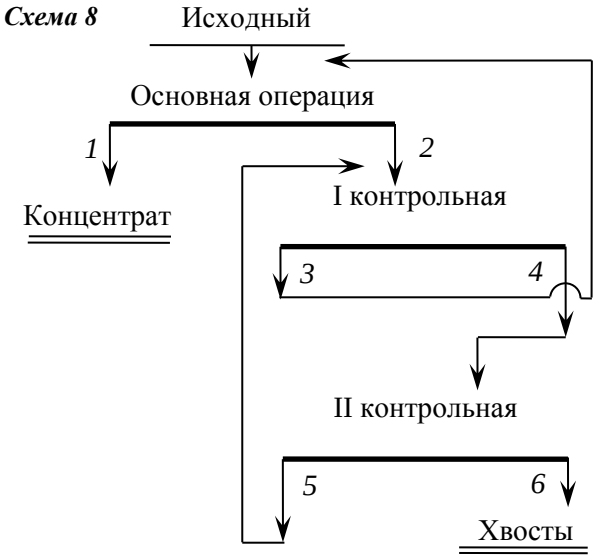


Схема 9

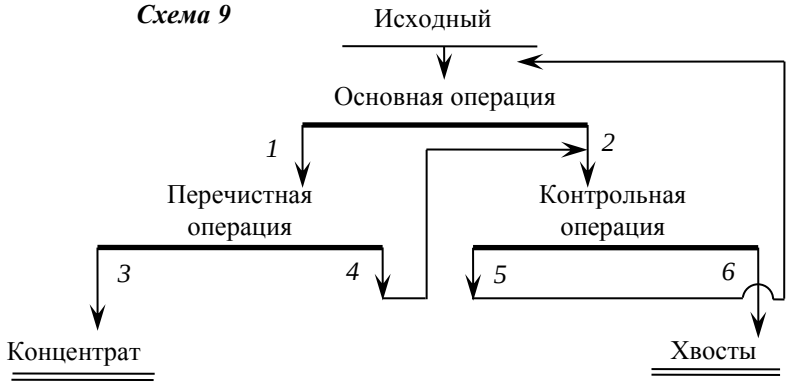
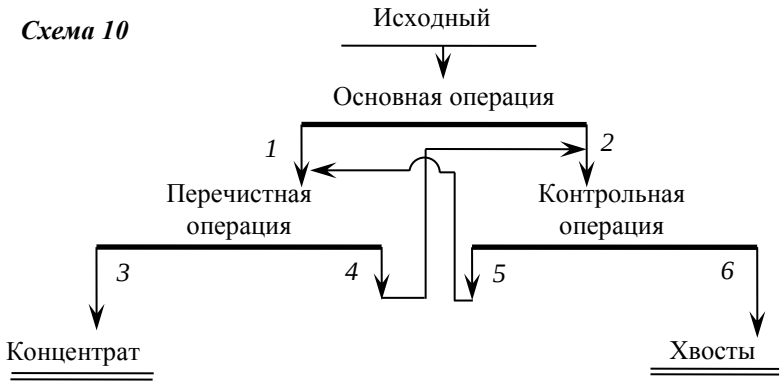


Схема 10



При выполнении этой задачи в соответствующем листе документа Excel первоначально следует создать маску для расчёта технологического баланса и массив значений массовых долей, затем присвоить имена каждому значению массовой доли в формате β_n, где n – номер продукта разделения. Создание маски и присвоение имён изучается на практических занятиях.

Расчёт схемы балансовым методом выполняется в общем виде, то есть выходы продуктов разделения в каждой операции схемы следует записать в виде уравнений технологического баланса.

В пояснительной записке курсовой работы необходимо привести все полученные по операциям уравнения.

Расчёт схемы итерационным методом выполняется по методике, изучаемой на практических занятиях, и приводится в листе документа Excel в виде таблицы. Итерационный расчёт ведётся до значения величины невязки менее 0,0001 %^{2}.

В пояснительной записке курсовой работы приводится результат расчёта выходов продуктов разделения в виде таблицы 3.

Таблица 3 – Результаты расчёта схемы итерационным методом

Продукт	**Расчётное уравнение**	**Номер итерации**					
		0	**1**	**2**	**…**	***N*-1**	***N***
Исходный	$\gamma_и$=100	100	100	100	…	100	100
1 Конц.	$\gamma_1= \gamma_и \cdot(\ldots)/(\ldots)$		…	…	…	…	…
2 Хв.	$\gamma_2= \gamma_и - \gamma_1$						
….	…		…	…	…	…	…
Невязка Δ	$\Delta=\gamma_и \cdot \alpha - (\ldots)$	Δ_0	Δ_1	Δ_2	…	0,0002	0,00007

Также в таблице 3 необходимо привести уравнения в общем виде для расчёта выходов продуктов разделения для каждой операции схемы.

Расчёт схемы матричным методом выполняется по методике, изучаемой на практических занятиях. В листе документа Excel составляются матрица продуктов разделения, матрица исходного продукта и рассчитывается матрица выходов.

В пояснительной записке курсовой работы приводятся матрицы продуктов разделения (*A*) и исходного продукта (*B*) в общем виде, например:

	A				***B***
	номер продукта				
Операция	***1***	***2***	***3***	***4***	***исх.***
Основная	-1	-1	0	0	-1
	$-\beta_1$	$-\beta_2$	0	0	$-\alpha$
Перечистная	+1	0	-1	-1	0
	$+\beta_1$	0	$-\beta_3$	$-\beta_4$	0

После выполнения расчётов итерационным и матричным методами в листе документа Excel составляют и рассчитывают таблицу результатов качественно-количественного расчёта (таблица 4).

Таблица 4 – Результаты расчёта качественно-количественной схемы

ПОСТУПАЕТ					**ВЫХОДИТ**				
Продукт	Выход		Массовая доля, %	Извлечение, %	Продукт	Выход		Массовая доля, %	Извлечение, %
	%	т/ч				%	т/ч		
Основная операция									
Исходный	100	*Q*	α	100	1. Конц-т	γ_1	Q_1	β_1	ε_1
					2. Хвосты	γ_2	Q_2	β_2	ε_2
Итого:									
Перечистная операция									
……									
Контрольная операция									
……									

В таблицу ссылками вносятся значения массовых долей в исходном продукте и в продуктах разделения, выходы продуктов разделения из матрицы выходов и производительность по исходному.

Количественный выход продуктов разделения и извлечение компонента в них рассчитываются по известным формулам

непосредственно в таблице. Полностью рассчитанная таблица приводится в пояснительной записке курсовой работы.

Контроль выполнения задания

Все этапы выполнения задачи проверяются преподавателем на практических занятиях. Окончательный вариант оформляется в виде пункта 2.4 раздела 2 пояснительной записки курсовой работы.

В пункте следует привести:

- рисунок технологической схемы;
- общий алгоритм расчёта качественно-количественной схемы;
- технологический баланс продуктов обогащения в виде таблицы;
- уравнения теологического баланса для всех операций схемы в общем виде;
- результаты расчёта схемы итерационным методом в виде таблицы 3;
- матрицы продуктов разделения и исходного в общем виде;
- результаты расчёта качественно-количественной схемы в виде таблицы 4.

В выводе к задаче необходимо указать выявленные преимущества и недостатки каждого из методов расчёта.

Задача 7. Расчёт и выбор оборудования

Задание: составить алгоритм расчёта и выбора оборудования, рассчитать и выбрать оборудование.

Пояснения к заданию

Расчёт и выбор оборудования является важной составляющей технологических расчётов в обогащении полезных ископаемых.

Расчёт следует начинать с определения часовой производительности обогатительного предприятия. При заданной годовой производительности $Q_г$, млн т/год, часовую

производительность $Q_ч$, т/ч определяют с учётом фонда рабочего времени (Ф) по формуле:

$$Q_ч = Q_г \cdot k_{н.пит.}/Ф = Q_г \cdot k_{н.пит.}/(n_{сут} \cdot n_{см} \cdot t_{см}),$$

где $k_{н.пит.}$ – коэффициент неравномерности питания, принимаемый равным 1,15; $n_{сут}$ – количество дней в году работы оборудования под полной нагрузкой; $n_{см}$ – количество смен в сутки; $t_{см}$ – продолжительность смены для работы оборудования, ч.

Расчёт необходимого числа единиц технологического оборудования осуществляется в два этапа.

На первом этапе необходимо рассчитать потребную производительность аппаратов нескольких типоразмеров с учётом условий эксплуатации, задаваемых различными коэффициентами по формуле вида

$$Q_А = Q_j \cdot f(k_1 \cdot k_2 \cdot \ldots \cdot k_n),$$

где Q_j – производительность аппарата по каталогу производителя оборудования, т/ч; $k_1 \cdot k_2 \cdot \ldots \cdot k_n$ – поправочные коэффициенты, связанные между собой функционально.

На втором этапе рассчитывают количество аппаратов нескольких типоразмеров с точностью до второго знака после запятой по формуле:

$$n_{расч} = Q_ч \cdot \gamma_{оп}/(Q_А \cdot k_{н.пит.}),$$

где $\gamma_{оп}$ – выход продукта в операции, доли ед., в данной курсовой работе полагаем, что $\gamma_{оп}=1$.

Полученное расчётное значение округляют по целого – $n_{принятое}$ и рассчитывают коэффициент загрузки оборудования по формуле:

$$k_{загр} = n_{расч}/n_{принятое}.$$

Так как аппараты разных типоразмеров имеют разную производительность, принятие решения о выборе того или иного типоразмера оборудования должно выполняться с учётом величины коэффициента загрузки, приемлемым считается коэффициент загрузки в пределах 0,80-0,90.

Исходные данные

Режим работы оборудования				Формула для расчёта потребной производительности аппарата, т/ч
вариант	$n_{сут}$	$n_{см}$	$t_{см}$	
I	247	2	7	$Q_A = Q_j \cdot \frac{\ln k_1 \cdot \sqrt{k_2 \cdot k_3^3 / \lvert k_4 - k_5 \rvert}}{\lg k_6}$
II	340	3	7	$Q_A = Q_j \cdot \frac{\cos k_1 \cdot \log_2 k_2 \cdot k_3^4 \sqrt[3]{\lvert k_5 - k_6 \rvert}}{k_4^{-3/4}}$
III	259	2	7	$Q_A = Q_j \cdot \exp k_1 \cdot k_2^{-2} \cdot \sqrt{\frac{k_3 + \sqrt{k_4}}{2\sqrt{\lvert k_5 - \lg k_6 \rvert}}}$
IV	255	3	7	$Q_A = Q_j \cdot \frac{\operatorname{tg} k_1}{\sin k_2} \cdot \frac{\lvert \ln k_3 - k_6^{-3} \rvert}{\log_3 k_5 \cdot \sqrt{k_6^4}} \cdot 10^{-3}$

	Коэффициенты						$Q_г$,
вариант	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	**млн т/год**
1	0,61	1,80	1,20	0,80	3,00	0,095	2,34
2	0,55	1,12	1,04	1,10	2,85	0,090	1,51
3	0,53	1,15	1,19	0,91	3,75	0,085	1,11
4	0,81	1,33	1,19	1,16	3,22	0,125	2,85
5	0,78	1,81	1,20	1,60	1,89	0,132	3,21
6	0,84	1,45	1,53	0,69	2,89	0,150	1,79
7	0,50	1,58	1,22	1,19	2,44	0,078	2,86
8	0,72	1,16	1,60	0,73	5,24	0,075	3,20
9	0,73	1,17	1,25	0,91	4,48	0,085	2,93
10	0,51	1,59	1,21	1,52	1,11	0,235	1,52

	Производительность аппарата по каталогу производителя оборудования, т/ч				
	типоразмер аппарата				
вариант	**К-СЦА1**	**К-СЦА2**	**К-СЦА3**	**К-СЦА4**	**К-СЦА5**
A	40	80	160	320	650
B	3000	2000	1000	500	250
C	350	700	1400	2800	3200

В соответствии с вариантом индивидуального задания студенту предлагается самостоятельно составить алгоритм расчёта оборудования для нескольких типоразмеров аппаратов с последующим выбором оптимального типоразмера. Все промежуточные расчёты следует выполнять в соответствующем листе Excel, в пояснительную записку курсовой работы необходимо

привести сравнительную таблицу типоразмеров аппретов по форме таблицы 5.

Таблица 5 – Сравнение вариантов типоразмеров оборудования

Типоразмер аппарата	**Количество аппаратов**	$n_{\text{расч}}$	$n_{\text{принятое}}$	$k_{\text{загр}}$	**Производительность, т/ч**	
					одного	**всех**
К-СЦА1						
…	…	…	…	…	…	…
К-СЦА5						

На практических занятиях и в учебно-методическом пособии по практическим занятиям подробно рассмотрены все элементы решения данной задачи.

Контроль выполнения задания

Все этапы выполнения задачи проверяются преподавателем на практических занятиях. Окончательный вариант оформляется в виде пункта 2.5 раздела 2 пояснительной записки курсовой работы.

В пункте следует привести формулы и примеры численного расчёта часовой производительности и потребной производительности аппарата и таблицу сравнения вариантов типоразмеров оборудования (таблица 5). В выводе к задаче необходимо обосновать выбор типоразмера оборудования.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информатика. Часть 1: методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Информатика» для студентов технологических специальностей / под ред. В. В. Тимухиной. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010 – 116 с.

2. Левин А. Ш. Word и Excel. Самоучитель Левина в цвете. 2-е изд. СПб: Питер, 2012. – 224 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу

_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.ДВ.01.01 КОМПЬЮТЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ В ОБОГАЩЕНИИ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Овчинникова Т. Ю., доц., к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Обогащения полезных ископаемых	горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Козин В. З.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 04.09.2023	Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу

_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.ДВ.01.02 ТЕОРИЯ РАЗДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ И СХЕМ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Цыпин Е. Ф., проф., д.т.н.

Одобрена на заседании кафедры
Обогащения полезных ископаемых
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Козин В. З.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета
горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет

А. Е. Пелевин

ТЕОРИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Практикум
по дисциплине «Теория инженерного эксперимента»
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Екатеринбург
2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического факультета
« 12 » февраля 2018 г.
Председатель комиссии



_____ проф. В. П. Барановский

А. Е. Пелевин

ТЕОРИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Практикум
по дисциплине «Теория инженерного эксперимента»
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2018

П 23

Р е ц е н з е н т : *Ю. П. Морозов*, профессор кафедры ОПИ УГГУ

Практикум рассмотрен на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых» 05 февраля 2018 г. (протокол № 4) и рекомендован для издания в УГГУ.

П 23 **Пелевин А. Е.**

Теория инженерного эксперимента: практикум / А. Е. Пелевин; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – 45 с.

Практикум составлен в соответствии с учебной программой дисциплины «Теория инженерного эксперимента» для проведения практических занятий по освоению теоретических расчетов, связанных с математической обработкой экспериментальных данных с получением моделей процесса и практических выводов при проверке гипотез.

Для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых» специальности 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения.

© Пелевин А. Е., 2018
© Уральский государственный горный университет, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

В В Е Д Е Н И Е 4
1. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ И ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗ 5
1.1. Статистическая обработка экспериментальных результатов 5
1.2. Погрешность воспроизводимости сводного показателя 7
1.3. Сравнение средних, полученных по результатам двух параллельных опытов, с помощью критерия Стьюдента 8
1.4. Сравнение средних с помощью критерия Стьюдента и дисперсий с помощью критерия Фишера 9
2. ПОЛУЧЕНИЕ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА С ПОМОЩЬЮ ПОЛНОГО ФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА (ПФЭ) 11
3. ПОЛУЧЕНИЕ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА С ПОМОЩЬЮ ДРОБНОГО ФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА (ДФЭ) 15
4. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА С ПОМОЩЬЮ ЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ ГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ 17
5. ПАРНАЯ ЛИНЕЙНАЯ РЕГРЕССИЯ И КОРРЕЛЯЦИЯ 22
6. МНОЖЕСТВЕННАЯ ЛИНЕЙНАЯ РЕГРЕССИЯ 25
7. ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ 27
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 31
ПРИЛОЖЕНИЕ А 32
ПРИЛОЖЕНИЕ Б 33

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов дневного и заочного обучения специальности 21.05.04 – «Горное дело» специализации «Обогащение полезных ископаемых».

Целью практических работ является закрепление знаний, полученных при изучении дисциплины «Теория инженерного эксперимента», и освоение расчётов, выполняемых при математической обработке экспериментальных данных.

В практикуме рассмотрены следующие теоретические задачи:

- статистическая обработка массива экспериментальных данных;
- проверка статистических гипотез с помощью критериев Стьюдента и Фишера;
- обработка экспериментальных результатов полного и дробного факторного экспериментов с получением моделей процесса;
- оптимизация процесса с помощью линейных моделей;
- получение регрессионных моделей по результатам экспериментальных данных.
- обработка экспериментальных результатов дисперсионного анализа.

Практические занятия направлены на подготовку студента к решению прикладных производственных задач.

Практические работы выполняются путём решения задач, соответствующим разделам дисциплины. Каждый студент выполняет индивидуальный расчёт при заданных значениях экспериментальных результатов функции и факторов. По результатам расчёта студент делает практические выводы о величинах погрешностей результатов, об отличиях между сравниваемыми величинами, о влиянии факторов на изучаемую функцию, об оптимальных значениях факторов, о пригодности теоретических моделей для предсказания экспериментальных результатов.

Часть практических занятий проводится в виде контрольных работ. Контрольная работа оформляется студентом в виде решения отдельной задачи, и сдаётся на проверку. Решение задачи включает расчётные формулы с подставленными значениями их составляющих; результаты расчёта, таблицы и графические зависимости, выводы. Расчеты выполняются с точностью до второго знака после запятой.

1. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ И ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗ

1.1. Статистическая обработка экспериментальных результатов

Основными показателями массива экспериментальных данных, изменяющихся случайно, являются среднее значение, дисперсия и среднее квадратическое отклонение, ошибки определения отдельного и среднего результата. Перед статистической обработкой массив экспериментальных данных проверяется на наличие «промахов».

Среднее арифметическое или среднее, обозначаемое чертой над буквой,

$$\overline{Y} = \sum_{i=1}^{N} Y_i / N, \qquad (1.1)$$

где Y_i – результат, полученный в i-ом опыте; N – число опытов; $\overline{Y}$ – среднее арифметическое результатов N опытов.

Среднее квадратическое отклонение (стандартное отклонение, стандарт)

$$S_Y = \sqrt{\left[\sum_{i=1}^{N} (Y_i - \overline{Y})^2\right] / (N-1)}. \qquad (1.2)$$

Дисперсия – квадрат среднего квадратического отклонения

$$S_Y^2 = \left[\sum_{i=1}^{N} (Y_i - \overline{Y})^2\right] / (N-1). \qquad (1.3)$$

Максимальные случайные ошибки определения отдельного и среднего результата

$$\pm \Delta Y_i = \pm t\, S_Y; \quad \pm \Delta \overline{Y} = \pm t\, S_Y / \sqrt{N}, \qquad (1.4)$$

где t – критерий Стьюдента, определяемый исходя из числа степеней свободы (f) и заданной доверительной вероятности (P).

Число степеней свободы, как правило, равно знаменателю формулы дисперсии (в основном $f = N–1$). В технических науках доверительная вероятность, как правило, задаётся 95 %. Любой вывод, полученный с помощью математической обработки экспериментальных данных, должен сопровождается вероятностью наступления этого

вывода. При P=95 % вероятность достоверности вывода равна 95 %, а вероятность «неправильности» вывода равна 5 %.

Граничные значения ошибок (максимальные положительные и отрицательные) определяют доверительный интервал, в который должны попадать экспериментальные результаты при заданной вероятности.

Промахи. Среди экспериментальных результатов особо выделяют результаты, большие и меньшие среднего значения более чем на величину абсолютного значения максимальной случайной ошибки для отдельного результата (см. формулу (1.4)). Такие результаты называют промахами, связанные с ошибками, вызванными грубым нарушением условий опыта либо с неблагоприятным стечением обстоятельств. Промахи отбрасывают, а опыт, если можно, повторяют.

Задача № 1.1

Известны результаты десяти опробований продукта обогащения: 23,01; 25,60; 24,87; 31,24; 25,89; 25,61; 21,16; 28,01; 23,51; 23,48 %.

Выявить и отбросить промах (по заданию в исходных данных присутствует один промах).

Рассчитать среднее значение, дисперсию, среднее квадратическое отклонение, максимальные случайные ошибки определения отдельного и среднего результата.

Варианты с исходными данными приведены в табл. Б.1.

Решение

Решение задачи приведено для варианта № 27 (см. табл. Б.1).

Выявляем промах. Так как по заданию в исходных данных присутствует один промах, то это либо максимальное, либо минимальное значение.

Находим максимальное и «второе максимальное» число и разницу между ними: 31,24; 28,01; 31,24–28,01=3,23. Находим минимальное и «второе минимальное» число и разницу между ними: 21,16; 23,01; 21,16–23,01=–1,85.

Выполняем сравнение абсолютных значений обеих разниц: $|3{,}23| > |-1{,}85|$. Так как абсолютная разница максимального и «второго максимального» числа больше абсолютной разницы минимального и «второго минимального» числа, то максимальное число (31,24) считаем промахом. Если было бы наоборот, то минимальное число считалось бы промахом. Промах (31,24) отбрасываем. В дальнейшем промах не используем при расчётах. У нас остаётся девять исходных экспериментальных данных (N=9).

По формуле (1.1) рассчитываем среднее значение: 24,57 %. По формулам (1.2) и (1.3) рассчитываем среднее квадратическое отклонение и дисперсию: 2,01 % и 4,02 %^{2}.

Для расчёта максимальной случайной ошибки определения частного и среднего результата необходимо знать теоретический критерий Стьюдента (t). Рассчитываем число степеней свободы: $f=N-1=9-1=8$. Критерий Стьюдента при $f=8$ и $P=95$ % находим по табл. А.1 (см. приложение А), $t=2,31$.

По формуле (1.4) рассчитываем максимальные случайные ошибки определения частного и среднего результата, $\pm \Delta Y_i = \pm 4,63$ %; $\pm \Delta \overline{Y} = \pm 1,54$ %.

1.2. Погрешность воспроизводимости сводного показателя

При необходимости определения погрешности воспроизводимости какого-либо вычисляемого (сводного) показателя вида $Y = f(X_1; X_2)$ используют формулу

$$S^2_{BY} = (\partial Y/\partial X_1)^2 \cdot S^2_{BX1} + (\partial Y/\partial X_2)^2 \cdot S^2_{BX2}, \qquad (1.5)$$

где S^2_{BY}, S^2_{BX1} и S^2_{BX2} – дисперсии сводного показателя и факторов X_1 и X_2.

Задача № 1.2

Известны выход концентрата, массовые доли металла в концентрате и исходной руде ($\gamma=48,94$ %; $\beta=43,2$ %; $\alpha=21,8$ %). Известны погрешности воспроизводимости: $S_{B\gamma}=0,5$ %; $S_{B\beta}=0,27$ %; $S_{B\alpha}=0,39$ %.

Определить погрешность воспроизводимости для извлечения (сводного показателя). Варианты с исходными данными приведены в табл. Б.2.

Решение

Решение задачи приведено для варианта № 27 (см. табл. Б.2).

1. Извлечение

$\varepsilon = \gamma \cdot \beta/\alpha = 96,98$ %.

2. Дисперсия воспроизводимости рассчитывается по формуле $S^2_{B\varepsilon}=(\partial\varepsilon/\partial\gamma)^2 \cdot S^2_{B\gamma}+(\partial\varepsilon/\partial\beta)^2 \cdot S^2_{B\beta}+(\partial\varepsilon/\partial\alpha)^2 \cdot S^2_{B\alpha}=(\beta/\alpha)^2 \cdot S^2_{B\gamma}+(\gamma/\alpha)^2 \cdot S^2_{B\beta} + +(\gamma \cdot \beta/\alpha^2)^2 \cdot S^2_{B\alpha} = 2,03$ %^{2}.

Погрешность воспроизводимости $S_{B\varepsilon}=\sqrt{2,03}=1,42$ %.

1.3. Сравнение средних, полученных по результатам двух параллельных опытов, с помощью критерия Стьюдента

В условиях сильного влияния помех часто удобно получать подряд два сравниваемых результата примерно в одинаковых условиях и в одно время, потом снова два и так далее, получая так называемые сопряженные пары: Y_{11} и Y_{21}; Y_{12} и Y_{22}; Y_{13} и Y_{23}, ... Y_{1N} и Y_{2N}.

Разность значений в этих парах $\Delta_i = Y_{1i} - Y_{2i}$ можно рассматривать как самостоятельную величину и проверять значимость отличия её от нуля. Для этого находят среднее значение $\overline{\Delta}$

$$\overline{\Delta} = (\sum_{i=1}^{N} \Delta_i) / N. \qquad (1.6)$$

Если $\overline{\Delta} > 0$, то предполагается, что $\overline{Y_1} > \overline{Y_2}$, если $\overline{\Delta} < 0$, то предполагается, что $\overline{Y_1} < \overline{Y_2}$.

Среднее квадратическое отклонение S_Δ

$$S_\Delta = \sqrt{\left[\sum_{i=1}^{N} (\Delta_i - \overline{\Delta})^2\right] / (N-1)}. \qquad (1.7)$$

Среднее квадратическое отклонение среднего $\overline{\Delta}$

$$S_{\overline{\Delta}} = S_\Delta / \sqrt{N}. \qquad (1.8)$$

Расчетное значение критерия Стьюдента

$$t_р = \frac{|\overline{\Delta}|}{S_{\overline{\Delta}}}. \qquad (1.9)$$

Число степеней свободы $f = N$-1.

После сравнения $t_р$ с $t_т$ делают вывод о значимости $\overline{\Delta}$ (о значимости различий между $\overline{Y_1}$ и $\overline{Y_2}$). Если величина $\overline{\Delta}$ значима (при $t_р > t_т$), то по её знаку делают вывод, что больше $\overline{Y_1}$ или $\overline{Y_2}$. Если величина $\overline{\Delta}$ не значима (при $t_р < t_т$), то величины $\overline{Y_1}$ и $\overline{Y_2}$ равнозначны с вероятностью 95 %.

Задача № 1.3

По данным 10 опытов получены результаты ($\varepsilon_К$) испытания нового реагента (нр) в сравнении с применяемым (пр). Определить, значимо ли в среднем различие результатов при использовании разных

реагентов. Опыты выполнены на параллельно работающих флотационных машинах.

Варианты с исходными данными приведены в табл. Б.3.

Решение

Решение задачи приведено для варианта № 27 (см. табл. Б.3).

Находим десять значений $\Delta_i = Y_{НРi} - Y_{СРi}$: 1,37 ; 1,16; 3,27; 7,79; 4,66; -0,69; 1,29; 3,44; 2,14; 1,04 %.

По формуле (1.6) рассчитываем среднее значение $\overline{\Delta}$ =2,55 %. Так как $\overline{\Delta}$ >0 предполагаем, что извлечение при использовании нового реагента выше, чем при использовании применяемого реагента. Проверяем эту гипотезу с помощью критерия Стьюдента.

По формулам (1.7) и (1.8) рассчитываем среднее квадратическое отклонение и среднее квадратическое отклонение среднего: 2,38 % и 1,54 %.

По формуле (1.9) определяем расчётный критерий Стьюдента: $t_р$=1,65.

По таблице табл. А.1 (см. приложение А) при числе степеней свободы: f=N–1=10–1=9 и вероятности принятия гипотезы P=95 % находим теоретический критерий Стьюдента: $t_т$ =2,26.

Так как $t_р < t_т$ величина $\overline{\Delta}$ не значима. Делаем практический вывод: с вероятностью 95 % нет отличий при использовании сравниваемых реагентов.

1.4. Сравнение средних с помощью критерия Стьюдента и дисперсий с помощью критерия Фишера

На практике при сравнении двух средних результатов для нахождения расчётного критерия Стьюдента в основном используется формула:

$$t_Р = \frac{\left|\overline{Y}_1 - \overline{Y}_2\right|}{\sqrt{S^2_{\overline{Y}1} + S^2_{\overline{Y}2}}}, \qquad (1.10)$$

где $S_{\overline{Y}1}$ и $S_{\overline{Y}2}$ – средние квадратические отклонения двух сравниваемых средних значений $\overline{Y}_1$ и $\overline{Y}_2$.

Число степеней свободы для нахождения теоретического критерия Стьюдента

$$f = N_1 + N_2 - 2, \qquad (1.11)$$

где N_1 и N_2 – количество опытов, выполненных для нахождения двух сравниваемых средних результатов.

Для сравнения двух дисперсий находят расчётный критерий Фишера, равный отношению большей дисперсии к меньшей дисперсии

$$F_{\text{Р}} = S_{\text{Б}}^2 / S_{\text{М}}^2 \qquad (1.12)$$

и сравнивают с теоретическим значением $F_{\text{т}}$. При $F_{\text{Р}} > F_{\text{Т}}$ различие считается значимым.

Величину $F_{\text{т}}$ находят при заданной вероятности P (%) и при известных степенях свободы $f_{\text{Б}}=N_{\text{Б}}-1$ и $f_{\text{м}}=N_{\text{м}}-1$, где $N_{\text{Б}}$ и $N_{\text{м}}$ – количество опытов, выполненных для нахождения большей и меньшей дисперсии.

Задача № 1.4

По данным N_1 и N_2 опытов получены средние значения двух сравниваемых функций и средние квадратические отклонения средних значений этих функций. Определить, значимо ли различаются функции $\bar{Y}_1$ и $\bar{Y}_2$ и дисперсии средних значений этих функций.

Варианты с исходными данными приведены в табл. Б.4.

Решение

Решение задачи приведено для варианта № 27 (см. табл. Б.4).

По формуле (1.10) определяем расчётный критерий Стьюдента: $t_{\text{р}}$=14,52. По таблице табл. А.1 (см. приложение А) при числе степеней свободы: f=6+6–2=10 и вероятности принятия гипотезы P=95 % находим теоретический критерий Стьюдента: $t_{\text{т}}$ =2,23. Так как $t_{\text{р}} > t_{\text{т}}$ с вероятностью 95 % величина $\bar{Y}_1 > \bar{Y}_2$.

По формуле (1.12) определяем расчётный критерий Фишера: $F_{\text{р}}$=1,65. По таблице табл. А.2 (см. приложение А) при числе степеней свободы: $f_{\text{Б}}$=5 и $f_{\text{м}}$=5 и вероятности принятия гипотезы P=95 % находим теоретический критерий Фишера: $F_{\text{т}}$ =5,1. Так как $F_{\text{р}} < F_{\text{т}}$ с вероятностью 95 % различий между величинами $S_{\bar{Y}1}^2$ и $S_{\bar{Y}2}^2$ нет.

2. ПОЛУЧЕНИЕ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА С ПОМОЩЬЮ ПОЛНОГО ФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА (ПФЭ)

При математической обработке результатов ПФЭ рассчитывают коэффициенты модели и дисперсию воспроизводимости, проверяют коэффициенты на значимость, рассчитывают дисперсию адекватности и проверяют модель на адекватность.

При полном факторном эксперименте получают множественную линейную модель вида

$$Y=A_0+A_1X_1+A_2X_2+\ldots+A_jX_j+\ldots+A_{12}X_1X_2+\ldots A_{jk}X_jX_k,$$

где A_0 – нулевой коэффициент; A_1, A_2, A_j – коэффициенты при факторах X_1, X_2, X_j; j – номер фактора; A_{12}, A_{jk} – коэффициенты при взаимодействиях факторов X_1X_2, X_jX_k; k – номер фактора, отличный от j.

Коэффициенты линейной множественной математической модели рассчитываются следующим образом.

$$A_0 = (\sum_{i=1}^{N} Y_{Эi}) / N; \quad (2.1)$$

$$A_j = (\sum_{i=1}^{N} Y_{Эi} X_{ji}) / N; \quad (2.2)$$

$$A_{jk} = (\sum_{i=1}^{N} Y_{Эi} X_{ji} X_{ki}) / N, \quad (2.3)$$

где i – номер основного опыта по плану ПФЭ; $Y_{Эi}$ – экспериментальное значение функции в i-том основном опыте; N – количество основных опытов в плане ПФЭ.

Дисперсия воспроизводимости может рассчитываться по результатам специальных нулевых опытов (формула (2.4)) или по результатам дублирования основных опытов плана (формула (2.5)):

$$S^2_{BY} = \sum_{i=1}^{n_0} \left(Y_{0i} - \overline{Y}_0\right)^2 / \left(n_0 - 1\right); \quad (2.4)$$

$$S^2_{BY} = \sum_{i=1}^{.N} \left(Y_{1i} - Y_{2i}\right)^2 / \left(4N\right); \quad (2.5)$$

где Y_{0i} – значение функции при i-том нулевом опыте; $\overline{Y}_0$ – среднее значение функции в нулевых опытах; n_0 – количество нулевых опытов; Y_{1i} и Y_{2i} – значения функции при i-том дублированном опыте; N –

количество основных опытов в плане ПФЭ (без учёта их дублирования).

Число степеней свободы дисперсии воспроизводимости соответственно при нулевых и дублированных опытах равно:

$$f_в=n_0-1 \quad \text{и} \quad f_в=N. \tag{2.6}$$

Для проверки коэффициентов на значимость рассчитывают предельное значение коэффициента

$$\left|A_j\right|_{\text{пред}} = t_т \cdot S_{BY} / \sqrt{N}, \tag{2.7}$$

где $t_т$ – теоретический критерий Стьюдента при числе степеней свободы дисперсии воспроизводимости $f_в$ и доверительной вероятности P, %.

В формуле (2.7) используется погрешность воспроизводимости, равная корню квадратному из дисперсии воспроизводимости.

Предельное значение коэффициента последовательно сравнивается с абсолютными значениями коэффициентов модели.

Если абсолютное значение коэффициента больше предельного значения коэффициента, то коэффициент значим, если наоборот, то коэффициент не значим. В последнем случае значение коэффициента принимается равным нулю.

Дисперсия адекватности рассчитывается по формуле:

$$S^2_{ад} = \sum_{i=1}^{N}\left(Y_{Эi} - Y_{Ti}\right)^2 /(N-k-1), \tag{2.8}$$

где $Y_{Эi}$ и Y_{Ti} – экспериментальное и теоретическое (рассчитанное по модели) значение функции в основных опытах плана; k – число значимых коэффициентов уравнения, не считая A_0.

Величины Y_{Ti} рассчитываются по модели со значимыми коэффициентами путём подстановки в модель значений факторов и их взаимодействий (+1 или -1) из плана ПФЭ для i-того опыта.

Число степеней свободы дисперсии адекватности

$$f_{ад} = N - k - 1 \tag{2.9}$$

При *проверке модели на адекватность* сравнивают дисперсии адекватности и воспроизводимости.

Если $S^2_{ад} \le S^2_В$, то модель адекватна.

Если $S^2_{ад} > S^2_В$, то выполняют проверку по критерию Фишера

$$F_{\text{Р}} = S^2_{\text{ад}} / S^2_{\text{В}}. \qquad (2.10)$$

При степенях свободы $f_{\text{Б}}=f_{\text{ад}}$ и $f_{\text{М}}=f_{\text{в}}$ и принятой доверительной вероятности P, % по таблице А.2 находят теоретическое значение критерия Фишера $F_{\text{Т}}$. Если $F_{\text{Р}} < F_{\text{Т}}$, модель считают адекватной. Если $F_{\text{Р}} > F_{\text{Т}}$, модель неадекватна.

Задача № 2

Выполнен полный факторный эксперимент ПФЭ 2^3. Для оценки коэффициентов на значимость и для проверки модели на адекватность дополнительно выполнены четыре нулевых опыта. Варианты с экспериментальными данными ($Y_{\text{Э}i}$ и Y_{0i}) приведены в табл. Б.5.

Получить модель процесса обогащения и проверить модель на адекватность. В модель процесса включить все двойные взаимодействия факторов.

Решение

Решение задачи приведено для варианта № 30 (см. табл. Б.5).

План ПФЭ 2^3 приведён в табл. 2.1.

Таблица 2.1

План ПФЭ 2^3 с нулевыми опытами

Номер опыта	Факторы			Взаимодействия			Функция	
	X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	Yэ	Yт
1	+	+	+	+			30,04	31,78
2	–	+	+	–			65,04	64,29
3	+	–	+	–			33,02	31,28
4	–	–	+	+			72,01	72,77
5	+	+	–	+			28,06	27,31
6	–	+	–	–			50,08	51,82
7	+	–	–	–			18,07	18,83
8	–	–	–	+			54,06	52,81
01	0	0	0				32,11	
02	0	0	0				33,01	
03	0	0	0				33,09	
04	0	0	0				31,24	

Заполняем столбцы взаимодействий. Столбец X_1X_2 заполнен путём умножения X_1 на X_2. Столбцы X_1X_3 и X_2X_3 заполняются аналогично.

По формулам (2.1)-(2.3) рассчитываем коэффициенты (семь штук) модели. Например:

A_0=(30,04+65,04+33,02+72,01+28,06+50,08+18,07+54,06)/8=43,80;

A_1=(30,04–65,04+33,02–72,01+28,06–50,08+18,07–54,06)/8= –16,50;

A_{12}=(30,04–65,04–33,02+72,01+28,06–50,08–18,07+54,06)/8=2,25.
A_2= –0,49; A_3=6,23; A_{13}= –2,00; A_{23}= –2,00.

Рассчитываем среднее значение функции в нулевых опытах: (32,11+33,01+33,09+31,24)/4=32,36.

По формуле (2.4) рассчитываем дисперсию воспроизводимости: $[(32,11–32,36)^2+(33,01–32,36)^2+(33,09–32,36)^2+(31,24–32,36)^2]/(4–1)=$ =0,76.

Погрешность воспроизводимости будет равна: $\sqrt{0,76}$=0,87.

По формуле (2.7) рассчитываем предельное значение коэффициента: $\pm 3,18 \cdot 0,87/\sqrt{8}$=0,98. Теоретический критерий Стьюдента ($t_т$=3,18) найден по табл. А1 при $f_в$=4–1 =3 (см. формулу (2.6)).

Последовательно сравниваем абсолютные значения коэффициентов модели с предельным значением коэффициента. В нашем примере коэффициент $|A_2| < 0,98$, поэтому этот коэффициент не значим и равен нулю. Абсолютные значения других коэффициентов больше 0,98. Следовательно, эти коэффициенты значимы.

Записываем модель со значимыми коэффициентами:

$$Y=43,8–16,5\cdot X_1+6,23\cdot X_3+2,25\cdot X_1X_2–2,00\cdot X_1X_3–2,00\cdot X_2X_3. \qquad (2.11)$$

По модели со значимыми коэффициентами рассчитываем восемь значений Y_{Ti} и заносим их в табл. 2.1. Расчёты выполняем путём подстановки в модель значений факторов и их взаимодействий (+1 или –1) из плана ПФЭ для *i*-того опыта. Например:
Y_{T2}=43,8–16,5·(–1)+6,23·(+1)+2,25·(–1)–2,00·(–1)–2,00·(+1)=64,29.

По формуле (2.8) рассчитываем дисперсию адекватности: $[(30,04–31,78)^2+(65,04–64,29)^2+(33,02–31,28)^2+ \ \ldots \ +(54,06–52,81)^2]/$ $/(8–5–1) = 6,46$.

Число степеней свободы дисперсии адекватности рассчитываем по формуле (2.9): $f_{ад}$=8–5–1=2.

Сравниваем дисперсию адекватности с дисперсией воспроизводимости. Так как 6,46>0,76 выполняем проверку этой гипотезы по критерию Фишера.

Расчётное значение критерия Фишера определяем по формуле (2.10): $F_Р$=6,46/0,76=8,53. По таблице А.2 при P=95 % и степенях свободы $f_Б$=$f_{ад}$=2 и $f_м$=$f_в$=3 определяем теоретическое значение критерия Фишера: $F_Т$=9,6.

Так как $F_Р < F_Т$, то с вероятностью 95 % полученная математическая модель (2.11) адекватна и её можно использовать для предсказания функции и оптимизации процесса.

3. ПОЛУЧЕНИЕ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА С ПОМОЩЬЮ ДРОБНОГО ФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА (ДФЭ)

Дробный факторный эксперимент отличается от полного факторного эксперимента меньшим количеством опытов для получения модели процесса при одинаковом количестве факторов. Это достигается тем, что в качестве изменения одного или нескольких факторов применяют изменения взаимодействий других факторов.

В основе любого плана ДФЭ лежит план ПФЭ. Так, в основе плана ДФЭ 2^{4-1} лежит план ПФЭ 2^3, так как показатель степени плана ДФЭ равен: 4–1=3. Поэтому первые три фактора (X_1, X_2 и X_3) изменяются в соответствии с планом ПФЭ 2^3, а четвёртый фактор X_4 изменяется в соответствии с изменениями одного из взаимодействий факторов X_1, X_2 и X_3: $X_4= X_1X_2$ или $X_4=X_1X_3$ или $X_4=X_2X_3$ или $X_4=X_1X_2X_3$.

При ДФЭ не рассчитывают коэффициенты при взаимодействиях факторов. Этот недостаток является платой за сокращение числа опытов.

Математическая обработка результатов ДФЭ выполняется аналогично результатам ПФЭ: рассчитывают коэффициенты модели и дисперсию воспроизводимости, проверяют коэффициенты на значимость, рассчитывают дисперсию адекватности и проверяют модель на адекватность. Используются формулы (2.1), (2.2), (2.4)-(2.10).

Задача № 3

Выполнен дробный факторный эксперимент ДФЭ 2^{4-1}. Для оценки коэффициентов на значимость и для проверки модели на адекватность план выполнен два раза (все опыты дублированы). Варианты с экспериментальными дублированными данными ($Y_{Э1i}$ и $Y_{Э2i}$) приведены в табл. Б.6.

В качестве изменения факторов X_1, X_2 и X_3 принять их изменения в соответствие с планом ПФЭ 2^3. В качестве изменения фактора X_4 принять взаимодействия факторов X_1, X_2 и X_3 в соответствие с планом ПФЭ 2^3: $X_4=X_1X_2X_3$.

Получить модель процесса обогащения и проверить модель на адекватность.

Решение

Решение задачи приведено для варианта № 18 (см. табл. Б.6).

План ДФЭ 2^{4-1} приведён в табл. 3.1.

Таблица 3.1

План ДФЭ 2^{4-1} с дублированными опытами

Номер опыта	Факторы				Функция			
	X_1	X_2	X_3	X_4	$Y_{Э1}$	$Y_{Э2}$	$\overline{Y}_Э$	$Y_Т$
1	+	+	+	+	55,14	58,26	56,70	58,94
2	–	+	+	-	54,65	50,14	52,40	51,04
3	+	–	+	-	50,28	45,36	47,82	44,24
4	–	–	+	+	37,41	29,89	33,65	36,34
6	+	+	–	-	67,62	62,13	64,88	69,76
6	–	+	–	+	70,04	65,21	67,63	61,86
7	+	–	–	+	61,08	56,12	58,60	55,06
8	–	–	–	-	45,41	40,03	42,72	47,15

Математическая обработка планов ПФЭ и ДФЭ с дублированными опытами выполняется с использованием средних значений функции в дублированных опытах $\overline{Y}_{Эi}$. Поэтому сначала рассчитываем восемь значений $\overline{Y}_{Эi}=(Y_{Э1i}+Y_{Э2i})/2$. Например: $\overline{Y}_{Э1}=(Y_{Э11}+Y_{Э21})/2=$ $=(55,14+58,26)/2=56,7$. При расчёте коэффициентов модели и дисперсии адекватности по формулам (2.1), (2.2) и (2.8) вместо $\overline{Y}_{Эi}$ используются $Y_{Эi}$.

По формулам (2.1) и (2.2) рассчитываем коэффициенты (пять штук) модели. Например:

$A_0=(56,70+52,40+47,82+33,65+64,88+67,63+58,60+42,72)/8=53,05$;

$A_1=(56,70–52,40+47,82–33,65+64,88–67,63+58,60–42,72)/8=3,95$;

$A_2= 7,35$; $A_3= –5,41$; $A_4= 1,1$.

По формуле (2.5) рассчитываем дисперсию воспроизводимости:

$[(55,14–58,26)^2+(54,65–50,14)^2+ \ \ldots \ +(61,08–56,12)^2+(45,41–40,03)^2]/$ $/(4\cdot8) =6,81$.

Погрешность воспроизводимости будет равна: $\sqrt{6,81}=2,61$.

По формуле (2.7) рассчитываем предельное значение коэффициента: $\pm2,31\cdot2,61/\sqrt{8}=2,13$. Теоретический критерий Стьюдента ($t_т=2,31$) найден по табл. А1 при $f_в=8$ (см. формулу (2.6)).

Последовательно сравниваем абсолютные значения коэффициентов модели с предельным значением коэффициента. В нашем примере коэффициент $|A_4| < 2,13$, поэтому этот коэффициент не значим и равен нулю. Абсолютные значения других коэффициентов больше 2,13. Следовательно, эти коэффициенты значимы.

Записываем модель со значимыми коэффициентами:

$$Y=53,05+3,95\cdot X_1+7,35\cdot X_2–5,41\cdot X_3. \qquad (3.1)$$

По модели со значимыми коэффициентами рассчитываем восемь значений Y_{Ti} и заносим их в табл. 3.1. Расчёты выполняем путём подстановки в модель значений факторов и их взаимодействий (+1 или –1) из плана ПФЭ для *i*-того опыта. Например:
Y_{T2}=53,05+3,95·(–1)+7,35·(+1)–5,41·(+1)=51,04.

По формуле (2.8) рассчитываем дисперсию адекватности:
$[(56,70–58,94)^2+(52,40–51,04)^2+(47,82–44,24)^2+ \ldots + (42,72–47,15)^2]/$
$/(8–3–1) = 29,06$.

Число степеней свободы дисперсии адекватности рассчитываем по формуле (2.9): $f_{ад}$=8–3–1=4.

Сравниваем дисперсию адекватности с дисперсией воспроизводимости. Так как 29,06>6,81 выполняем проверку этой гипотезы по критерию Фишера.

Расчётное значение критерия Фишера определяем по формуле (2.10): $F_Р$=29,06/6,81=4,27. По таблице А.2 при P=95 % и степенях свободы $f_Б$=$f_{ад}$=4 и $f_м$=$f_в$=8 определяем теоретическое значение критерия Фишера: $F_Т$=3,84.

Так как $F_Р > F_Т$, то с вероятностью 95 % полученная математическая модель (3.1) не адекватна и её нельзя использовать для предсказания функции и оптимизации процесса.

4. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА С ПОМОЩЬЮ ЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ ГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Для процессов обогащения требуется оптимизировать две выходные функции – функцию количества концентрата (выход) и функцию качества концентрата (массовая доля в концентрате полезного компонента). Однако в рамках одного объекта (одного набора факторов) нельзя требовать экстремальных значений обоих показателей. Такая задача принципиально разрешима при оптимизации лишь одного показателя с наложением на другой любого типа ограничений.

Задача формулируется так: найти с помощью двух линейных моделей наилучший режим, обеспечивающий максимальное значение выхода концентрата γ при постоянном (требуемом) значении массовой доли полезного компонента в концентрате β, если на X_j наложены ограничения вида $–1 \le X_j \le +1$.

$$\begin{cases} \gamma = A_0+A_1X_1–A_2X_2–A_3X_3+\ldots+A_nX_n \to \max; \\ \beta = B_0–B_1X_1–B_2X_2+B_3X_3+\ldots+B_nX_n = \text{const} = \beta_{\text{требуемое}}; \\ –1 \le X_j \le +1. \end{cases} \qquad (4.1)$$

Такая задача решается на компьютере методом линейного программирования или методом поиска. Можно решить такую задачу графически.

Задача № 4

По результатам дробного факторного эксперимента ДФЭ = 2^{5-2} получены модели процесса:

$\gamma = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_3 + A_4X_4 + A_5X_5$;

$\beta = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_4X_4 + B_5X_5$.

Провести оптимизацию графическим методом с определением оптимальных значений факторов (параметров и режимов работы аппаратов) для условия:

$$\begin{cases} \gamma \rightarrow \max; \\ \beta = C. \end{cases}$$

Варианты со значениями коэффициентов A_i и B_i и с требуемой величиной массовой доли полезного компонента в концентрате (C) приведены в табл. Б.7.

Решение

Решение задачи приведено для критерия оптимизации:

$$\begin{cases} \gamma = 18{,}2 - 3{,}1 \cdot X_1 - 2{,}7 \cdot X_3 + 2{,}9 \cdot X_4 + 1{,}5 \cdot X_5 \rightarrow \max; \\ \beta = 54{,}7 + 2{,}4 \cdot X_1 + 1{,}9 \cdot X_2 - 2{,}0 \cdot X_3 - 1{,}9 \cdot X_4 = 62{,}3; \\ -1 \le X_j \le +1. \end{cases} \qquad (4.2)$$

Особенностями моделей является невлияние фактора X_2 на выход концентрата (A_2=0) и невлияние фактора X_5 на массовую долю полезного компонента в концентрате (B_5=0).

Используем метод графической оптимизации. Решение выполняем в координатах β, γ, причем по оси абсцисс откладываем величину, на которую наложено ограничение $\beta_{\text{требуемое}}$=62,3 %, а по оси ординат – величину, стремящуюся к экстремуму γ (рис. 4.1).

Первый этап – движение к максимальному значению выхода концентрата γ.

Проводим вертикальную линию, соответствующую ограничению, равному $\beta_{\text{требуемое}}$ =62,3 % (см. рис. 4.1).

По моделям (4.2) рассчитываем координаты и на график наносим точку 0, соответствующую режиму (0,0,0,0,0), то есть результатам, получаемым в центре плана – т.0 (0,0,0,0,0); γ=18,2; β=54,7. При этом в скобках будем записывать значения факторов, то есть координаты точки 0 рассчитываются при X_1=0, X_2=0, X_3=0, X_4=0 и X_5=0.

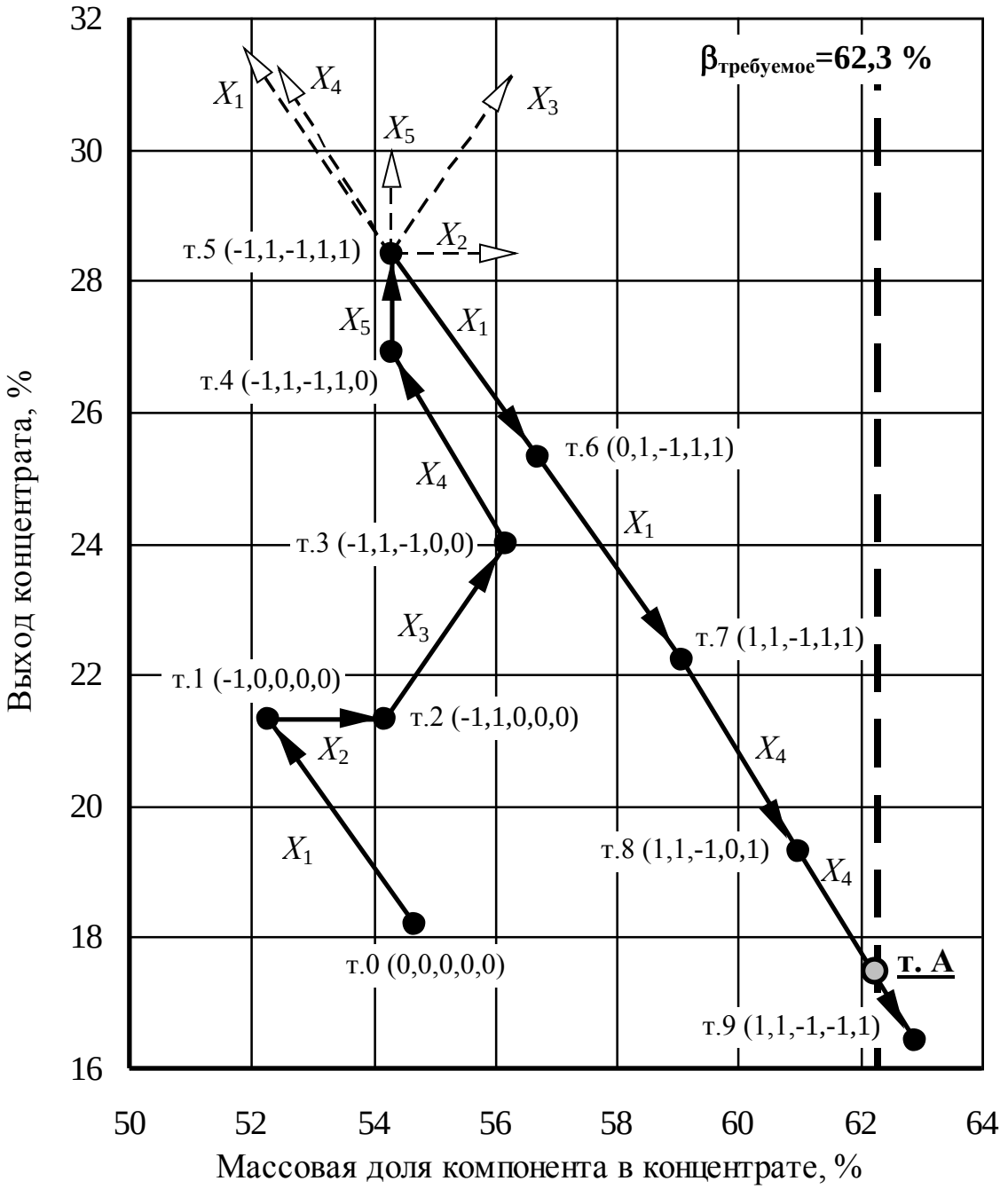


Рис. 4.1. Графическая оптимизация

Увеличиваем величину, стремящуюся к экстремуму (max), последовательно переводя значения факторов на +1 или –1. Знак берём по знаку коэффициента (при минимизации – с противоположным знаком). При графической оптимизации при переходе от точки к точке изменяется значение только одного фактора.

По моделям (4.2) рассчитываем координаты точек.

т.1 (–1,0,0,0,0); γ=21,3; β=52,3. Фактор X_1= –1, так как в модели для γ его коэффициент отрицательный.

т.2 (–1,1,0,0,0); γ=21,3; β=54,2. В модели для γ нет фактора X_2, поэтому его значение можно взять –1 или +1. Мы взяли X_2=+1 по знаку коэффициента модели для β, чтобы увеличить β (приблизиться к $\beta_{требуемое}$)

т.3 (–1,1,–1,0,0); γ=24; β=56,2. Фактор X_3= –1, так как в модели для γ его коэффициент отрицательный.

т.4 (–1, 1,–1,1,0); γ=26,9; β=54,3. Фактор X_4= +1, так как в модели для γ его коэффициент положительный.

т.5 (–1, 1,–1,1,1); γ=28,4; β=54,3. Фактор X_5= +1, так как в модели для γ его коэффициент положительный.

На график наносим точки 1, 2, 3, 4 и 5 и соединяем точки отрезками (см. рис. 4.1). При этом отрезки [0;1], [1;2], [2;3], [3;4] и [4;5] соответствуют факторам X_1, X_2, X_3, X_4 и X_5 и характеризуют влияние этих факторов на функции.

На этом первый этап построения закончен – мы достигли максимального значения выхода концентрата.

Второй этап – выбор факторов, которые следует изменять в дальнейшем и определение последовательности изменения факторов.

Для того чтобы решить задачу и выйти на линию $\beta=\beta_{требуемое}$, нам нужно изменять значения факторов X_j. При этом изменять следует только те факторы, которые на первом этапе построения удалили нас от линии ограничения. Для выбора «удаляющих» факторов следует «мысленно» перенести все отрезки факторов в последнюю точку построений по первому этапу (на рис. 4.1 эти отрезки показаны пунктирной линией). В нашем примере это факторы X_1 и X_4.

Таким образом, на третьем этапе построения мы будем изменять только факторы X_1 и X_4.

При движении к линии $\beta=\beta_{требуемое}$ необходимо снизить как можно меньше выход γ. Для этого следует оценить пологость отрезков выбранных факторов X_1 и X_4, и в дальнейшем начать изменять факторы с меньшим углом наклона отрезков.

Визуальное сравнение пологости отрезков [0;1] и [3;4], соответствующим факторам X_1 и X_4, затруднено. Поэтому оцениваем пологость по углам наклона этих отрезков:

$\mathrm{tg}\alpha_1 = A_1/B_1$=3,1/2,4=1,29; $\mathrm{tg}\alpha_4 = A_4/B_4$=2,9/1,9=1,53.

Меньший tgα соответствует отрезку фактора X_1, поэтому на третьем этапе построения мы будем сначала изменять фактор X_1, а затем фактор X_4.

Третий этап – движение к линии ограничения $\beta=\beta_{заданное}$ *при минимальном уменьшении выхода концентрата* γ.

Из точки 5 начинаем движение к линии ограничения, последовательно изменяя значения выбранных факторов сначала до нуля, а затем до единицы с противоположным знаком. При переходе от точки к точке изменяем значение только одного фактора при абсолютном изменении на единицу. Построения заканчиваем после пересечения текущим отрезком линии ограничения.

Сначала рассчитываем координаты и наносим на график точки 6 (0,1,–1,1,1) и 7 (1,1,–1,1,1), соединяем их отрезками. При этом меняем фактор X_1 от –1 до 0 и потом до +1. Далее рассчитываем координаты и наносим точки 8 (1,1,–1,0,1) и 9 (1,1,–1, –1,1), соединяем их отрезками. При этом меняем фактор X_4 от +1 до 0 и потом до –1.

Последним отрезком [8;9] ломаной 0123456789 мы пересекли линию ограничения в точке А, поэтому построения заканчиваем (см. рис. 4.1).

Оптимальный режим, обеспечивающий максимальное значение выхода концентрата γ при $\beta=\beta_{заданное}=62{,}3$ %, соответствует значениям факторов X_1, X_2, X_3, X_4 и X_5 в точке А.

Точка А находится между точками 8 и 9. Отсюда следует, что оптимальные значения факторов равны: $X_1=1$, $X_2=1$, $X_3=-1$ и $X_5=1$. Оптимальное значение фактора X_4 находится в диапазоне от 0 до –1. Для расчёта X_4 используем второе уравнение системы (4.2), выразив из него X_4 и подставив вместо факторов X_1, X_2, X_3 и X_5 их оптимальные значения

$$X_4=(54{,}7+2{,}4\cdot X_1+1{,}9\cdot X_2-2{,}0\cdot X_3-62{,}3)/1{,}9=$$
$$=(54{,}7+2{,}4\cdot 1+1{,}9\cdot 1-2{,}0\cdot(-1)-62{,}3)/1{,}9=-0{,}68.$$

Подставляем оптимальные значения факторов в первое уравнение системы (4.2) и рассчитываем максимальное значение выхода при $\beta=\beta_{требуемое}=62{,}3$ %: $\gamma_{max}=17{,}32$ %.

Полученные в результате оптимизации лучшие значения факторов ($X_1=1$, $X_2=1$, $X_3=-1$, $X_4=-0{,}68$, $X_5=1$) выражены в условных единицах. Для перехода к натуральным значениям факторов необходимо воспользоваться формулой:

$$X_j = X_{yj}\cdot\Delta X_j + X_{0j}. \qquad (4.3)$$

где X_j и X_{yj} – натуральное и условное значение j-го фактора; ΔX_j – интервал варьирования j-того фактора; X_{0j} – нулевое (среднее) значение j-того фактора.

5. ПАРНАЯ ЛИНЕЙНАЯ РЕГРЕССИЯ И КОРРЕЛЯЦИЯ

При парной регрессии для выбора вида функции и предварительной оценки связи следует построить *поле корреляции* – графическую точечную зависимость между функцией и фактором (рис. 5.1).

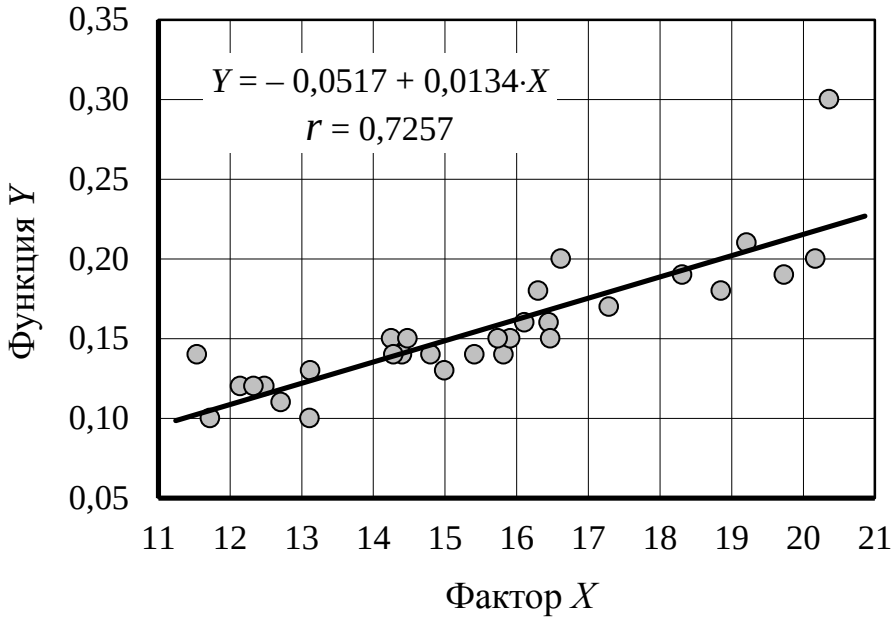


Рис. 5.1. Поле корреляции (точечная экспериментальная зависимость) и теоретическая линия регрессии (прямая линия)

Для нахождения коэффициентов модели, описывающей исследуемый процесс, используется *метод наименьших квадратов*. Метод наименьших квадратов обеспечивает минимизацию суммы квадратов разностей между экспериментальными и теоретическими значениями функции, то есть минимизацию ошибки предсказания функции по регрессионной модели. Условие наименьших квадратов записывается следующим образом:

$$L = \sum_{i=1}^{N} (Y_{Эi} - Y_{Ti})^2 \to \min, \qquad (5.1)$$

где $Y_{Эi}$ и Y_{Ti} – экспериментальное и теоретическое (рассчитанное по модели) значения функции в i-ом опыте.

Выведем формулы для коэффициентов модели вида прямой линии (полинома 1-ой степени) исходя из требования наименьших квадратов. Подставим вместо Y_{Ti} в формулу (5.1) значение теоретической функции $Y=A_0+A_1X$.

$$L = \sum_{i=1}^{N} (Y_{Эi} - A_0 - A_1 X_i)^2 \to \min,$$

где X_i – экспериментальное значение фактора в i-ом опыте.

Для нахождения экстремума функции (min) возьмём две частные производные функции (по количеству искомых коэффициентов) и приравняем их к нулю:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial L}{\partial A_0} = 2\sum\limits_{i=1}^{N} (Y_{Эi} - A_0 - A_1 X_i)(-1) = 0; \\ \dfrac{\partial L}{\partial A_1} = 2\sum\limits_{i=1}^{N} (Y_{Эi} - A_0 - A_1 X_i)(-X_i) = 0. \end{cases}$$

После преобразований имеем систему уравнений

$$\begin{cases} \sum\limits_{i=1}^{N} Y_{Эi} = A_0 N + A_1 \sum\limits_{i=1}^{N} X_i; \\ \sum\limits_{i=1}^{N} Y_{Эi} X_i = A_0 \sum\limits_{i=1}^{N} X_i + A_1 \sum\limits_{i=1}^{N} X_i^2, \end{cases}$$

решение которой позволяет найти коэффициенты модели, удовлетворяющие условию (5.1):

$$A_1 = \frac{N\sum\limits_{i=1}^{N}(Y_i X_i) - \sum\limits_{i=1}^{N} Y_i \sum\limits_{i=1}^{N} X_i}{N\sum\limits_{i=1}^{N} X_i^2 - (\sum\limits_{i=1}^{N} X_i)^2}; \qquad A_0 = \frac{\sum\limits_{i=1}^{N} Y_i - A_1 \sum\limits_{i=1}^{N} X_i}{N}. \tag{5.2}$$

Одним из показателей, использующихся для оценки тесноты связи между двумя величинами и для предварительной оценки адекватности парной линейной регрессионной модели, является коэффициент корреляции:

$$r_{Y/X} = \frac{N\sum\limits_{i=1}^{N}(Y_i X_i) - \sum\limits_{i=1}^{N} Y_i \sum\limits_{i=1}^{N} X_i}{\sqrt{N\sum\limits_{i=1}^{N} Y_i^2 - (\sum\limits_{i=1}^{N} Y_i)^2} \cdot \sqrt{N\sum\limits_{i=1}^{N} X_i^2 - (\sum\limits_{i=1}^{N} X_i)^2}} \tag{5.3}$$

Коэффициент корреляции часто называют парным коэффициентом корреляции, так как он рассчитывается между двумя величинами. Подстрочный индекс в обозначении коэффициента корреляции указывает на эти две величины.

Коэффициент корреляции может быть как положительным, так и отрицательным. Коэффициент корреляции изменяется в диапазоне ±1. При этом знаки коэффициента корреляции и углового коэффициента A_1 прямой линии будут совпадать. Следовательно, знак коэффициента корреляции при линейной связи между двумя величинами определяет вид связи: знак «+» – связь положительная; знак «–» – связь отрицательная.

Абсолютная величина коэффициента корреляции характеризует тесноту линейной связи между двумя величинами. Чем ближе абсолютная величина коэффициента корреляции к единице, тем сильнее связь между функцией и фактором (между двумя величинами) и выше вероятность того, что парная линейная регрессионная модель адекватна.

Задача № 5

В результате выполнения тридцати опытов получены тридцать значений функции Y, соответствующей изменению фактора X (N=30).

Построить поле корреляции. Рассчитать коэффициенты парной линейной модели $Y=A_0+A_1X$ и коэффициент корреляции. Построить на поле корреляции теоретическую линию регрессии.

Варианты с исходными данными приведены в табл. Б.8.

Решение

Решение задачи приведено для варианта № 20 (см. табл. Б.8).

Наносим тридцать точек с координатами (X; Y) на график. По виду поля корреляции предполагаем наличие прямой связи между X и Y (см. рис. 5.1). Следовательно знак коэффициентов A_1 и r должен быть «+».

Рассчитываем пять сумм: ΣX_i=465,1; ΣY_i=4,66; $\Sigma(Y_iX_i)$=74,78; ΣX_i^2=7400,1; ΣY_i^2=0,77.

По формуле (5.2) рассчитываем коэффициенты парной линейной модели: A_1=+0,0134; A_0= –0,0517. По формуле (5.3) рассчитываем коэффициент корреляции: r =+0,7257. В итоге получили регрессионную модель вида:

$$Y = –0,0517 + 0,0134 \cdot X. \qquad (5.4)$$

Знаки коэффициентов A_1 и r должны совпадать. Знак плюс соответствует положительной связи (при возрастании X увеличивается Y, см. рис. 5.1). Если по полю корреляции прослеживается отрицательная связь (при возрастании X уменьшается Y), то знаки коэффициентов A_1 и r должны быть отрицательными.

Для построения на поле корреляции теоретической линии регрессии задаёмся тремя значениями фактора (приблизительно минимальным, средним и максимальным): X_1=11; X_2=16; X_3=21. По уравнению (5.4) рассчитываем три значения функции: Y_1=0,096; Y_2=0,163; Y_3=0,230. Наносим координаты трёх теоретических точек на график и соединяем их прямой линией (см. рис. 5.1). Если три точки не соединяются прямой линией, то присутствует ошибка в построениях или в расчётах.

Теоретическая линия регрессии должна пройти через предполагаемую «середину» поля корреляции и соответствовать виду связи (положительной или отрицательной), предполагаемой по виду поля корреляции. Если линия регрессии проходит выше или ниже поля корреляции, или не соответствует виду связи, предполагаемому по виду поля корреляции, то расчёты или построения выполнены неправильно.

6. МНОЖЕСТВЕННАЯ ЛИНЕЙНАЯ РЕГРЕССИЯ

Рассмотрим применение метода множественной линейной регрессии на примере расчёта коэффициентов модели вида:

$Y=A_0+A_1X_1+A_2X_2$.

Алгоритм расчёта следующий.

1. Рассчитываем все возможные парные коэффициенты корреляции между функцией и факторами по формуле (5.3) и заполняем таблицу коэффициентов корреляции вида:

Переменные	Y	X_1	X_2
X_1	$r_{Y/X1}$	1	$r_{X1/X2}$
X_2	$r_{Y/X2}$	$r_{X1/X2}$	1

Для заполнения таблицы необходимо рассчитать три коэффициента корреляции: $r_{Y/X1}$; $r_{Y/X2}$; $r_{X1/X2}$.

2. По таблице парных коэффициентов корреляции составляем систему уравнений с двумя неизвестными:

$$\begin{cases} r_{Y/X1} = l_{Y/X1} + r_{X1/X2} \cdot l_{Y/X2}; \\ r_{Y/X2} = r_{X1/X2} \cdot l_{Y/X1} + l_{Y/X2}. \end{cases} \quad (5.5)$$

Решением системы уравнений (5.5) являются частные стандартизированные коэффициенты регрессионной модели $l_{Y/X1}$, $l_{Y/X2}$, отражающие «чистую» связь функции с фактором.

3. Записываем уравнение множественной линейной регрессии в стандартизированном масштабе

$$Y_{ст}=l_{Y/X1}X_{1(ст)} + l_{Y/X2}X_{2(ст)}, \qquad (5.6)$$

где $Y_{ст}$; $X_{1(ст)}$; $X_{2(ст)}$ – стандартизированные величины функции и факторов равные, соответственно:

$Y_{ст}=(Y-\overline{Y})/S_Y$; $X_{1(ст)}=(X_1-\overline{X}_1)/S_{X1}$; $X_{2(ст)}=(X_2-\overline{X}_2)/S_{X2}$.

4. Подставляем в уравнение (5.6) формулы стандартизированных величин функции и факторов

$(Y-\overline{Y})/S_Y = l_{Y/X1}(X_1-\overline{X}_1)/S_{X1}+l_{Y/X2}(X_2-\overline{X}_2)/S_{X2}$.

После преобразований, направленных на получение модели для натуральных значений Y, X_1, X_2, имеем

$$Y = (\overline{Y}/S_Y - l_{Y/X1}\,\overline{X}_1/S_{X1} - l_{Y/X2}\,\overline{X}_2/S_{X2})S_Y + (l_{Y/X1}S_Y/S_{X1})\,X_1 + (l_{Y/X2}S_Y/S_{X2})\,X_2.$$

Таким образом, формулы для расчёта коэффициентов множественной линейной регрессионной модели:

$$A_0=\overline{Y} - \overline{X}_1\,l_{Y/X1}\,S_Y/S_{X1} - \overline{X}_2\,l_{Y/X2}S_Y/S_{X2};$$
$$A_1= l_{Y/X1}S_Y/S_{X1}; \quad A_2= l_{Y/X2}S_Y/S_{X2}. \qquad (5.7)$$

Тесноту связи между функцией и факторами линейной множественной модели определяют по коэффициенту множественной линейной корреляции, который для рассмотренного примера будет равен

$$R = \sqrt{r_{Y/X1}\,l_{Y/X1} + r_{Y/X2}\,l_{Y/X2}}. \qquad (5.8)$$

Задача № 6

В результате выполнения десяти опытов получены десять значений функции Y, соответствующей изменению факторов X_1 и X_2 (N=10).

Рассчитать коэффициенты множественной линейной модели $Y=A_0+A_1X_1+A_2X_2$ и коэффициент множественной линейной корреляции. Варианты с исходными данными приведены в табл. Б.9.

Решение

Решение задачи приведено для варианта № 19 (см. табл. Б.9).

По формуле (5.3) рассчитываем три коэффициента корреляции: $r_{Y/X1}$=0,967; $r_{Y/X2}$= –0,942; $r_{X1/X2}$= –0,898.

Составляем систему уравнений (5.5). Решаем систему уравнений и находим частные стандартизированные коэффициенты регрессионной модели: $l_{Y/X1}$=0,624 и $l_{Y/X2}$= –0,383.

По формуле (1.1) рассчитываем средние значения: $\overline{Y}$ =48,26; $\overline{X}_1$=4,09; $\overline{X}_2$=14,29. По формуле (1.2) рассчитываем средние квадратические отклонения: S_Y = 3,007; S_{X1} = 2,062; S_{X2} = 2,212.

По формулам (5.7) рассчитываем коэффициенты модели: A_0=51,974; A_1=0,909; A_2= –0,520. Записываем искомую модель:

$$Y=51,974+0,909\cdot X_1-0,520\cdot X_2.$$

По формуле (5.8) рассчитываем коэффициент множественной линейной корреляции: R =0,982.

7. ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Дисперсионные планы относятся к многоуровневым факторным планам. Дисперсионные планы отличаются возможностью исследования влияния на функцию качественных факторов вместе с количественными. Для оценки значимости влияния факторов на функцию используются различия дисперсий. При дисперсионном анализе модель в явной форме не записывается.

При дисперсионном анализе используются однофакторные и многофакторные планы, последние из которых разделяют на блочные, латинские квадраты и греко-латинские квадраты.

Для любого плана дисперсионного анализа обработка экспериментальных данных ведётся по одной и той же схеме.

Рассмотрим схему математической обработки экспериментальных данных, полученных с помощью латинского квадрата, на практическом примере.

Задача № 7

В результате выполнения эксперимента по латинскому квадрату, приведённому в табл. 7.1 получены значения функции *Y*. Опыты дублированы. Факторы имеют уровни: X_1 – I, II, III, IV; X_2 – 1, 2, 3; X_3 – *A, B, C, D*. Оценить влияние групп факторов на функцию. Определить значения факторов, обеспечивающих максимальную величину функции. Варианты с исходными данными приведены в табл. Б.10.

Решение

Расчёт суммы функций для каждого уровня групп факторов (11 штук) и общей суммы

Y_{I}=80+81+73+74+63+64=435; Y_{II}=73+74+63+64+65+66=405; Y_{III}=63+64+69+66+50+51=363; Y_{IV}=55+56+50+51+58+62=332.

Y_1=80+81+73+74+63+64+55+56=546; Y_2=73+74+63+64+69+66+ +50+51=510; Y_3=63+64+65+66+50+51+58+62=479.

Y_A=80+81+63+64+50+51=389; Y_B=73+74+69+66+58+62=402; Y_C=63+64+50+51+63+64=355; Y_D=73+74+65+66+55+56=389.

$Y_{общ}$=80+81+73+74+63+64+55+56+73+74+63+64+69+66+50+51+ +63+64+65+66+50+51+58+62=1535.

Таблица 7.1

Латинский квадрат (дисперсионный план)

	I		II		III		IV	
1	*A*	80 81	*B*	73 74	*C*	63 64	*D*	55 56
2	*D*	73 74	*A*	63 64	*B*	69 66	*C*	50 51
3	*C*	63 64	*D*	65 66	*A*	50 51	*B*	58 62

Расчёт суммы квадратов

$$\Sigma_{I\text{-}IV}=\sum_{j}^{k}\left(Y_j^2/(p_{I-IV}\cdot t)\right)-Y^2_{общ}/(N\cdot t)=(Y_I{}^2+Y_{II}{}^2+Y_{III}{}^2+Y_{IV}{}^2)/(p_{I\text{-}IV}\cdot t)-$$

$$-Y^2_{общ}/(N\cdot t)=(435^2+405^2+363^2+332^2)/(3\cdot 2)-1535^2/(12\cdot 2)=1031{,}13;$$

$$\Sigma_{1\text{-}3}=\sum_{i}^{n}\left(Y_i^2/(p_{1-3}\cdot t)\right)-Y^2_{общ}/(N\cdot t)=(Y_1{}^2+Y_2{}^2+Y_3{}^2)/(p_{1\text{-}3}\cdot t)-Y^2_{общ}/(N\cdot t)=$$

$$=(546^2+510^2+479^2)/(4\cdot 2)-1535^2/(12\cdot 2)=281{,}08;$$

$$\Sigma_{A\text{-}D}=\sum_{l}^{h}\left(Y_l^2/(p_{A-D}\cdot t)\right)-Y^2_{общ}/(N\cdot t)=(Y_A{}^2+Y_B{}^2+Y_C{}^2+Y_D{}^2)/(p_{A\text{-}D}\cdot t)-$$

$$-Y^2_{общ}/(N\cdot t)=(389^2+402^2+355^2+389^2)/(3\cdot 2)-1535^2/(12\cdot 2)=202{,}46;$$

$$\Sigma_{общ}=\sum_{jli}^{N}\left(Y^2_{jli}\right)-Y^2_{общ}/(N\cdot t)=80^2+81^2+73^2+74^2+63^2+64^2+55^2+56^2+73^2+$$

$$+\ 74^2+63^2+64^2+69^2+66^2+50^2+51^2+63^2+64^2+65^2+66^2+50^2+51^2+58^2+62^2\ -$$

$$-1535^2/(12\cdot 2)=1858{,}96,$$

где j и k – номер и количество уровней фактора X_1; i и n – номер и количество уровней фактора X_2; l и h – номер и количество уровней фактора X_3; $p_{I\text{-}III}$, $p_{1\text{-}3}$, $p_{A\text{-}D}$ – число данных, по которым найдены суммы Y_I, … Y_1, … Y_A, … (без учёта повторения опытов); N –число опытов в плане (без учёта повторения опытов); t – количество повторений опытов (при дублировании t=2).

Расчёт суммы квадрата погрешности воспроизводимости, числа степеней свободы и дисперсии воспроизводимости

$\Sigma_B=\Sigma_{общ}-\Sigma_{I\text{-}IV}-\Sigma_{1\text{-}3}-\Sigma_{A\text{-}D}$=1858,96–1031,13–281,08–202,46=344,29;

$f_{I\text{-}IV}=k-1=4-1=3$; $f_{1\text{-}3}=n-1=3-1=2$; $f_{A\text{-}D}=h-1=4-1=3$;

$f_{общ}=N\cdot t-1=12\cdot 2-1=23$; $f_B=f_{общ}-f_{I\text{-}IV}-f_{1\text{-}3}-f_{A\text{-}D}=23-3-2-3=15$;

$S^2_B=\Sigma_B/f_B=344{,}29/15=22{,}95$.

Расчёт дисперсий влияния групп факторов на функцию

$S^2_{I\text{-}IV}=\Sigma_{I\text{-}IV}/f_{I\text{-}IV}=1031{,}13/3=343{,}71$;

$S^2_{1\text{-}3}=\Sigma_{1\text{-}3}/f_{1\text{-}3}=281{,}08/2=140{,}54$;

$S^2_{A\text{-}D}=\Sigma_{A\text{-}D}/f_{A\text{-}D}=202{,}46/3=67{,}49$.

Сравнение дисперсий влияния групп факторов с дисперсией воспроизводимости

Если $S^2_{I\text{-}IV}<S^2_B$; $S^2_{1\text{-}3}<S^2_B$; $S^2_{A\text{-}D}<S^2_B$, то группы факторов не влияют на функцию, если наоборот, то можно предположить, что группы факторов влияют на функцию.

В рассматриваемом примере $S^2_{I\text{-}IV}>S^2_B$; $S^2_{1\text{-}3}>S^2_B$; $S^2_{A\text{-}D}>S^2_B$. Поэтому мы выдвигаем гипотезу, что все группы факторов влияют на функцию и проверяем эту гипотезу с помощью критерия Фишера.

$F_{P(I\text{-}IV)}=S^2_{I\text{-}IV}/S^2_B=343{,}71/22{,}95=14{,}97$;

$F_{P(1\text{-}3)}=S^2_{1\text{-}3}/S^2_B=140{,}54/22{,}95=6{,}12$;

$F_{P(A\text{-}D)}=S^2_{A\text{-}D}/S^2_B=67{,}47/22{,}95=2{,}94$.

По табл. А2 находим теоретические значения критерия Фишера:

$F_{т(I\text{-}IV)}=3{,}29$ при $f_Б=f_{I\text{-}IV}=3$ и при $f_M=f_B=15$;

$F_{т(1\text{-}3)}=3{,}68$ при $f_Б=f_{1\text{-}3}=2$ и при $f_M=f_B=15$;

$F_{т(A\text{-}D)}=3{,}29$ при $f_Б=f_{A\text{-}D}=3$ и при $f_M=f_B=15$.

Для каждой группы факторов сравниваем F_P и $F_т$. Если $F_P>F_т$, то гипотеза принимается и влияние группы факторов значимо. Если $F_P<F_т$, то гипотеза не принимается и влияние группы факторов не значимо.

В рассматриваемом примере значимо влияют на функцию группы факторов X_1 (уровни: I, II, III, IV) и X_2 (уровни: 1, 2, 3), так как 14,97>3,29 и 6,12>3,68.

Группа факторов X_3 (уровни: *A, B, C, D*) на функцию не влияет, так как 2,94<3,29.

Расчёт коэффициентов модели

Коэффициенты модели рассчитываются только для групп факторов X_1 и X_2, значимо влияющих на функцию. Коэффициенты модели группы фактора X_3, не значимо влияющего на функцию принимаем равными нулю.

$A_0=\overline{Y}=Y_{общ}/(N\cdot t)=1535/(12\cdot 2)=63{,}96$.

Коэффициенты модели группы фактора X_1:

$A_I=Y_I/(p_{I\text{-}IV}\cdot t)-\overline{Y}=435/(3\cdot 2)-63{,}96=8{,}54$;

$A_{II} = Y_{II} / (p_{I\text{-}IV} \cdot t) - \overline{Y} = 405/(3 \cdot 2) - 63{,}96 = 3{,}54;$

$A_{III} = Y_{III} / (p_{I\text{-}IV} \cdot t) - \overline{Y} = 363/(3 \cdot 2) - 63{,}96 = -3{,}46;$

$A_{IV} = Y_{IV} / (p_{I\text{-}IV} \cdot t) - \overline{Y} = 332/(3 \cdot 2) - 63{,}96 = -8{,}63.$

Коэффициенты модели группы фактора X_2:

$B_1 = Y_1 / (p_{1\text{-}3} \cdot t) - \overline{Y} = 546/(4 \cdot 2) - 63{,}96 = 4{,}29;$

$B_2 = Y_2 / (p_{1\text{-}3} \cdot t) - \overline{Y} = 510/(4 \cdot 2) - 63{,}96 = -0{,}21;$

$B_3 = Y_3 / (p_{1\text{-}3} \cdot t) - \overline{Y} = 479/(4 \cdot 2) - 63{,}96 = -4{,}08.$

Записываем полученную модель:

$$Y = A_0 + \left|\begin{matrix} A_{I} \\ A_{II} \\ A_{III} \\ A_{IV} \end{matrix}\right| + \left|\begin{matrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{matrix}\right| = 63{,}96 + \left|\begin{matrix} +8{,}54 \\ +3{,}54 \\ -3{,}46 \\ -8{,}63 \end{matrix}\right| + \left|\begin{matrix} +4{,}29 \\ -0{,}21 \\ -4{,}08 \end{matrix}\right|.$$

Оптимизация модели

По полученной модели выполняем оптимизацию. Если необходимо получить $Y \rightarrow \max$, то выбираем максимальные по величине коэффициенты A_j и B_i: A_I=8,54 и B_1=4,29. Натуральные значения этих факторов будут характеризовать оптимальный режим и обеспечат максимальное значение функции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козин В. З., Пелевин А. Е. Теория инженерного эксперимента: учебное пособие для вузов. Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. 166 с.

2. Козин В. З. Экспериментальное моделирование и оптимизация процессов обогащения полезных ископаемых. – М.: Недра, 1984. – 112 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблицы теоретических критериев

Таблица А.1

Значение критерия Стьюдента $t_т$ при P = 95 %

Число степеней свободы, f	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Значение критерия, $t_т$	12,71	4,30	3,18	2,78	2,57	2,45	2,37	2,31	2,26	2,23
Число степеней свободы, f	11	12	13	14	15	23	34	40	60	∞
Значение критерия, $t_т$	2,20	2,18	2,16	2,15	2,13	2,07	2,04	2,02	2,00	1,96

Таблица А.2

Значение критерия Фишера $F_т$ при P = 95 %

Число степеней свободы меньшей дисперсии, $f_м$	Число степеней свободы большей дисперсии, $f_Б$								
	1	2	3	4	5	6	12	24	∞
1	164,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	244,9	249,0	254,3
2	18,5	19,2	19,2	19,3	19,3	19,3	19,4	19,5	19,5
3	10,1	9,6	9,3	9,1	9,0	8,9	8,7	8,6	8,5
4	7,7	6,9	6,6	6,4	6,3	6.2	5,9	5,8	5,6
5	6,6	5,8	5,4	5,2	5,1	5,0	4,7	4,5	4,4
6	6,0	5,1	4,8	4,5	4,4	4,3	4,0	3,8	3,7
12	4,8	3,9	3,5	3,3	3,1	3,0	2,7	2,5	2,3
24	4,3	3,4	3,0	2,8	2,6	2,5	2,2	2,0	1,7
∞	3,8	3,0	2,6	2,4	2,2	2,1	1,8	1,5	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1

Варианты для задачи № 1.1

Номер варианта	Номер анализа									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	7,32	7,64	8,14	10,94	8,09	6,91	8,04	6,72	7,84	7,96
2	19,62	21,17	18,84	26,32	19,01	23,12	21,10	20,15	19,36	22,14
3	29,17	30,96	30,01	35,47	29,86	34,14	29,16	31,08	29,92	28,99
4	36,48	41,08	40,29	35,16	38,41	39,98	37,84	42,99	44,15	40,06
5	47,15	49,02	44,29	53,20	45,13	47,02	44,18	49,96	48,87	47,18
6	66,15	67,49	69,15	73,28	61,08	65,12	66,89	66,84	63,17	62,08
7	25,10	29,45	21,47	34,64	26,48	23,61	28,14	26,14	29,48	24,78
8	55,18	59,64	57,42	63,24	59,84	56,14	54,17	58,14	53,12	54,27
9	88,15	81,10	88,45	77,84	83,25	84,75	86,61	82,01	84,14	86,34
10	55,10	51,27	56,37	62,31	54,19	55,28	51,39	54,10	58,96	53,18
11	63,02	64,18	64,08	73,69	69,95	68,59	62,23	64,18	64,53	67,48
12	21,05	29,61	25,48	16,34	26,63	27,74	23,64	25,59	26,48	23,17
13	26,68	28,97	24,87	18,96	26,34	21,57	29,80	29,31	25,54	23,61
14	33,12	35,48	36,15	40,28	34,51	30,12	30,27	35,14	35,12	34,51
15	86,21	85,12	84,27	91,20	80,13	85,17	86,69	85,47	83,19	83,26
16	63,07	64,19	68,19	58,89	64,87	62,84	61,08	63,04	65,55	65,07
17	44,11	45,29	49,37	52,37	40,15	42,25	41,30	45,62	45,68	42,37
18	26,68	25,87	24,69	32,15	23,84	29,57	26,54	23,64	23,48	25,48
19	55,12	59,12	57,45	63,27	51,24	53,28	56,61	55,51	53,27	55,01
20	46,95	41,20	42,28	32,10	42,18	47,89	45,65	43,61	48,95	42,10
21	31,20	35,41	32,50	43,15	36,95	34,78	35,10	39,84	35,21	36,54
22	55,05	51,26	59,86	45,56	52,21	53,64	57,84	58,87	59,99	58,87
23	27,86	29,61	28,01	33,60	26,14	24,09	28,16	25,54	26,41	29,09
24	33,01	35,48	36,14	40,25	31,08	36,51	33,20	34,69	31,21	32,28
25	50,29	52,34	56,07	46,62	53,38	56,67	55,01	54,18	55,67	51,24
26	88,06	81,25	85,56	93,28	84,17	86,37	85,09	83,27	81,10	82,50
27	23,01	25,60	24,87	31,24	25,89	25,61	21,16	28,01	23,51	23,48

Таблица Б.2

Варианты для задачи № 1.2

Показатели	Номер варианта								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
γ	33,05	22,15	17,62	40,50	35,61	43,24	45,20	24,61	28,90
β	19,20	45,10	25,64	16,20	17,60	18,35	12,90	16,30	16,40
α	7,50	10,50	5,60	7,80	6,54	10,20	6,30	6,80	6,31
$S_{B\gamma}$	0,50	0,15	0,14	0,16	0,18	0,25	0,20	0,10	0,26
$S_{B\beta}$	0,24	0,26	0,60	0,27	0,26	0,31	0,17	0,18	0,21
$S_{B\alpha}$	0,13	0,40	0,23	0,18	0,17	0,27	0,16	0,14	0,20
Показатели	Номер варианта								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
γ	42,31	45,62	44,21	26,31	28,94	19,50	26,84	32,17	42,21
β	18,70	18,47	9,43	18,47	16,40	45,32	18,70	16,65	19,64
α	9,30	9,54	5,01	9,81	6,97	10,28	6,83	7,14	10,28
$S_{B\gamma}$	0,20	0,21	0,24	0,24	0,27	0,18	0,21	0,24	0,24
$S_{B\beta}$	0,14	0,18	0,26	0,23	0,26	0,09	0,14	0,18	0,29
$S_{B\alpha}$	0,16	0,13	0,14	0,18	0,20	0,70	0,22	0,17	0,20
Показатели	Номер варианта								
	19	20	21	22	23	24	25	26	27
γ	42,18	63,17	29,94	52,10	43,27	42,31	28,91	42,29	48,94
β	16,37	18,64	16,37	18,64	18,96	19,54	16,47	18,94	43,20
α	8,94	13,29	8,61	10,27	10,27	10,57	5,50	9,97	21,80
$S_{B\gamma}$	0,21	0,23	0,24	0,29	0,18	0,17	0,27	0,20	0,50
$S_{B\beta}$	0,28	0,17	0,18	0,24	0,13	0,29	0,26	0,15	0,27
$S_{B\alpha}$	0,19	0,12	0,16	0,20	0,24	0,24	0,20	0,27	0,39

Таблица Б.3

Варианты для задачи № 1.3

Номер варианта		Номер опыта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	нр	25,67	59,61	34,17	66,57	88,91	14,45	44,08	30,09	26,65	90,14
	пр	27,68	55,17	32,04	66,09	87,14	13,28	42,79	27,51	24,68	89,10
2	нр	12,38	55,18	69,18	57,34	66,09	25,17	26,57	45,59	53,27	29,98
	пр	10,59	52,09	66,03	55,01	65,07	21,48	23,61	42,58	50,19	28,84
3	нр	56,24	12,57	45,29	86,91	44,53	49,96	88,01	42,05	21,09	29,96
	пр	59,03	10,28	41,27	85,01	41,27	49,32	85,16	45,56	20,38	27,84
4	нр	55,14	63,29	88,94	93,02	26,95	14,48	52,18	54,27	32,27	30,08
	пр	52,17	66,27	87,14	90,08	25,58	15,97	56,47	55,84	35,14	29,29
5	нр	25,48	38,94	69,94	42,18	67,79	23,30	55,00	63,37	89,94	28,74
	пр	22,17	37,58	67,84	41,08	65,81	25,61	51,27	61,48	93,04	26,94

Окончание табл. Б.3

Номер варианта		Номер опыта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	нр	45,59	18,57	63,31	42,01	87,95	10,06	45,59	28,96	24,46	13,38
	пр	42,28	14,57	65,48	45,15	86,39	8,01	42,67	27,78	26,58	15,39
7	нр	55,18	12,29	56,63	47,18	66,90	57,89	32,05	25,89	10,58	10,26
	пр	52,07	10,24	53,6	45,67	62,07	54,19	30,17	26,47	8,91	10,98
8	нр	56,9	14,24	84,57	14,56	66,37	29,85	26,64	32,01	28,89	26,63
	пр	55,18	16,95	88,98	12,54	64,27	27,14	25,54	33,59	24,97	24,16
9	нр	25,68	45,67	18,89	27,87	28,89	89,91	57,89	15,56	28,28	54,47
	пр	26,94	42,15	19,61	26,94	30,17	88,47	56,24	17,84	26,94	56,23
10	нр	52,29	15,27	56,61	48,87	25,64	59,64	26,61	31,3	26,94	12,02
	пр	54,48	17,84	56,28	46,57	21,17	58,89	24,53	30,24	27,29	15,60
11	нр	56,61	89,91	36,51	59,94	35,28	55,55	25,61	30,80	44,42	26,45
	пр	52,30	84,57	34,20	59,64	31,74	51,08	28,94	32,18	48,57	24,51
12	нр	23,18	54,68	48,96	62,09	55,64	26,67	16,64	88,92	51,07	26,66
	пр	22,10	52,18	46,31	60,31	51,78	28,47	13,54	87,42	53,27	24,51
13	нр	33,33	29,00	88,49	57,77	66,60	49,96	35,57	16,16	25,55	37,74
	пр	34,59	27,89	86,24	56,41	63,31	52,21	35,10	18,94	24,41	35,51
14	нр	55,68	12,04	35,55	12,08	32,38	14,46	25,52	10,08	69,95	28,88
	пр	59,67	15,61	36,55	15,61	33,68	15,56	26,52	14,74	63,98	24,78
15	нр	26,37	45,20	59,64	25,59	26,61	32,33	55,55	48,88	29,99	36,61
	пр	29,85	44,18	58,87	24,47	24,51	29,38	60,15	47,72	28,84	35,54
16	нр	55,18	12,02	47,69	26,66	23,37	18,18	63,36	15,55	12,27	27,77
	пр	49,68	15,08	48,51	25,51	20,01	14,75	66,25	15,01	15,89	24,54
17	нр	55,50	25,54	57,88	48,48	25,16	15,56	49,96	45,57	33,33	14,19
	пр	56,61	26,94	59,61	49,99	29,99	18,87	51,02	49,89	36,64	19,89
18	нр	25,59	15,04	55,54	29,96	44,15	22,05	90,94	55,56	14,45	12,06
	пр	26,39	19,87	57,84	33,01	48,87	26,69	93,01	59,67	16,95	15,56
19	нр	25,59	15,08	45,56	57,78	12,03	85,64	26,66	15,19	48,87	12,25
	пр	29,64	18,89	49,99	59,69	14,44	89,94	28,88	16,99	49,95	15,54
20	нр	58,89	25,61	48,48	15,58	26,66	15,55	96,14	12,05	48,88	12,08
	пр	56,14	22,22	45,56	14,74	24,12	10,05	94,57	10,01	47,75	15,62
21	нр	32,31	89,58	26,64	54,68	25,55	15,05	12,22	45,59	65,58	25,58
	пр	33,08	88,47	22,14	59,84	26,64	14,05	15,57	48,87	66,67	25,88
22	нр	44,44	12,06	48,81	58,88	12,05	33,36	26,65	78,78	12,05	55,55
	пр	46,95	15,56	49,97	57,79	15,14	38,95	29,89	79,95	18,09	53,01
23	нр	56,66	58,94	12,08	55,55	33,26	52,02	15,54	88,05	33,36	28,88
	пр	51,02	57,14	16,68	59,18	34,14	55,57	18,94	89,94	34,80	31,05
24	нр	87,07	36,61	45,29	25,04	15,54	96,25	15,50	45,54	15,52	87,78
	пр	85,01	33,24	41,08	22,78	10,06	90,27	12,23	40,05	12,23	85,64
25	нр	55,55	49,95	12,08	25,68	15,09	78,87	18,96	33,33	23,34	28,84
	пр	51,06	42,18	10,05	24,48	12,47	74,49	14,57	30,08	23,33	28,88
26	нр	45,21	26,61	47,77	15,05	48,87	44,44	89,95	26,64	25,55	20,08
	пр	42,08	25,58	46,69	12,24	45,02	42,01	88,88	23,36	21,14	22,22
27	нр	56,61	50,05	26,61	88,88	55,90	65,62	27,97	45,58	22,22	56,61
	пр	55,24	48,89	23,34	81,09	51,24	66,31	26,68	42,14	20,08	59,91

Таблица Б.4

Варианты для задачи № 1.4

Показатели	Номер варианта								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\overline{Y_1}$	26,67	56,67	26,64	26,94	59,94	21,38	32,08	45,98	66,31
$\overline{Y_2}$	29,81	51,08	21,08	24,44	51,51	19,63	33,07	42,10	61,27
$S_{\overline{Y_1}}$	0,18	0,29	0,10	0,20	0,30	0,20	0,29	0,22	0,29
$S_{\overline{Y_2}}$	0,23	0,21	0,29	0,31	0,21	0,14	0,22	0,31	0,34
N_1	5	5	9	5	7	5	5	6	8
N_2	9	8	8	13	6	3	7	9	6
Показатели	Номер варианта								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$\overline{Y_1}$	44,12	30,24	39,04	38,94	56,94	48,98	22,29	66,94	10,29
$\overline{Y_2}$	41,08	28,17	34,05	36,45	52,08	45,67	23,98	63,08	14,26
$S_{\overline{Y_1}}$	0,60	0,50	0,27	0,21	0,28	0,60	0,20	0,27	0,17
$S_{\overline{Y_2}}$	0,28	0,14	0,39	0,06	0,33	0,47	0,14	0,40	0,16
N_1	6	6	6	5	4	5	6	6	6
N_2	4	4	2	9	9	6	9	4	5
Показатели	Номер варианта								
	19	20	21	22	23	24	25	26	27
$\overline{Y_1}$	38,09	17,89	15,55	56,98	88,49	48,75	22,12	22,08	25,37
$\overline{Y_2}$	34,47	16,52	10,29	54,17	84,17	44,18	19,37	26,17	22,06
$S_{\overline{Y_1}}$	0,29	0,27	0,29	0,58	0,64	0,65	0,58	0,61	0,18
$S_{\overline{Y_2}}$	0,22	0,26	0,24	0,47	0,51	0,27	0,27	0,48	0,14
N_1	6	6	6	5	6	8	6	5	6
N_2	4	5	8	9	6	8	4	5	6

Таблица Б.5

Варианты для задачи № 2

Показатели	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y_1	74,35	55,09	48,96	55,39	66,57	53,33	23,33	23,31	85,57	33,66
Y_2	27,16	42,08	40,08	89,24	31,47	42,08	56,94	56,69	56,31	49,87
Y_3	61,02	59,37	33,27	42,67	53,08	79,61	26,98	44,44	88,88	26,48
Y_4	19,94	35,84	25,54	77,77	29,99	70,05	62,22	59,96	42,17	51,08
Y_5	48,07	26,57	69,21	63,14	88,89	63,37	44,44	28,89	59,92	59,68
Y_6	31,29	16,54	63,33	60,17	44,59	40,05	85,51	64,51	46,37	77,77
Y_7	40,29	38,79	76,94	53,28	75,56	26,94	63,33	35,55	52,22	62,21
Y_8	29,45	22,22	70,14	51,07	54,84	47,85	81,20	68,87	34,18	88,04
Y_{01}	37,20	33,08	55,55	56,66	73,61	55,64	37,79	36,94	60,06	53,33
Y_{02}	39,14	36,94	53,19	53,66	74,98	52,31	35,56	34,14	55,94	55,52
Y_{03}	38,07	31,28	52,27	54,87	72,21	56,98	34,48	38,17	59,96	55,01
Y_{04}	38,09	35,15	53,31	56,68	72,35	55,55	36,34	35,55	58,89	54,29
Показатели	Номер варианта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Y_1	56,91	55,26	68,68	23,33	45,45	55,62	23,33	36,66	45,89	44,08
Y_2	42,28	26,61	62,08	45,59	12,89	51,08	56,57	31,08	41,08	16,69
Y_3	86,37	48,92	46,32	53,31	40,09	42,22	29,99	29,99	78,96	24,57
Y_4	45,55	78,88	44,01	68,94	18,94	40,09	68,98	28,84	71,06	12,24
Y_5	66,66	37,79	55,55	56,66	66,38	86,61	54,44	46,61	35,52	68,95
Y_6	42,27	33,56	41,10	68,94	60,18	47,75	55,02	48,95	26,64	25,55
Y_7	61,01	49,82	32,08	74,14	45,58	66,66	69,94	12,20	33,33	74,49
Y_8	40,08	66,21	26,66	78,89	40,12	45,59	64,47	15,55	37,84	33,33
Y_{01}	56,69	55,55	41,07	52,29	41,17	57,77	48,88	33,33	50,06	50,08
Y_{02}	57,81	51,07	42,06	53,64	45,56	56,61	45,57	30,08	51,27	54,27
Y_{03}	59,99	52,27	45,24	54,44	42,22	56,31	46,61	31,17	54,31	52,22
Y_{04}	56,38	53,38	43,43	54,41	42,58	54,00	47,77	32,22	53,33	53,38
Показатели	Номер варианта									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_1	66,66	77,77	26,63	38,81	23,31	53,31	23,33	29,37	75,01	30,04
Y_2	52,08	52,23	59,94	26,61	25,64	69,91	25,56	64,19	28,01	65,04
Y_3	79,24	42,21	33,33	48,88	58,86	74,18	49,85	32,65	61,01	33,02
Y_4	36,61	40,09	68,84	44,47	55,47	86,66	74,02	71,09	20,01	72,01
Y_5	19,98	56,34	42,84	55,51	86,31	55,55	35,56	27,36	49,01	28,06
Y_6	25,55	42,28	89,91	68,03	47,76	41,06	39,94	49,22	32,01	50,08
Y_7	16,61	33,33	55,55	22,22	89,62	26,61	55,55	17,34	41,01	18,07
Y_8	23,23	36,69	90,08	28,89	58,88	23,07	88,88	53,12	30,01	54,06
Y_{01}	34,47	52,29	77,77	36,60	67,77	49,93	63,39	31,60	38,01	32,11
Y_{02}	33,58	51,07	76,03	37,75	69,92	48,82	61,05	32,43	40,01	33,01
Y_{03}	36,61	54,48	75,51	34,48	69,69	49,99	62,22	32,97	39,01	33,09
Y_{04}	34,44	52,27	75,59	37,77	70,10	49,01	62,87	30,24	39,02	31,24

Таблица Б.6

Варианты для задачи № 3

Показатели	Номер варианта											
	1		2		3		4		5		6	
	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2
Y_1	88,88	85,52	55,55	59,63	25,63	20,01	55,55	59,93	36,62	30,05	25,56	20,07
Y_2	71,10	70,06	41,05	46,62	39,95	33,33	54,14	52,23	48,82	44,40	26,64	29,98
Y_3	69,94	95,58	33,33	28,85	34,41	25,59	50,04	44,47	44,44	40,01	23,35	26,64
Y_4	73,02	76,61	41,05	36,62	37,78	43,35	36,64	28,84	49,93	43,32	20,01	17,75
Y_5	33,33	35,54	72,03	71,05	44,44	49,98	66,62	60,05	58,86	54,21	29,96	35,56
Y_6	38,84	35,26	63,08	69,94	56,66	52,23	69,99	63,34	69,94	66,32	33,33	28,84
Y_7	34,41	32,20	55,58	51,08	45,59	42,01	60,04	53,31	67,74	60,05	25,55	21,07
Y_8	36,64	35,51	48,82	44,44	58,89	63,32	44,41	40,03	63,30	54,47	36,64	33,30
Показатели	Номер варианта											
	7		8		9		10		11		12	
	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2
Y_1	45,44	41,02	41,42	40,56	56,62	51,04	56,17	58,46	56,17	52,14	45,56	41,21
Y_2	39,95	33,33	40,87	38,69	44,44	46,95	84,32	85,96	84,37	80,26	59,99	54,47
Y_3	56,68	57,74	31,02	32,54	75,52	71,04	75,91	73,56	75,91	77,77	56,58	54,17
Y_4	63,63	60,05	30,02	28,96	66,62	61,54	72,44	70,84	72,44	71,09	44,44	41,02
Y_5	20,05	24,47	46,65	43,38	55,32	54,10	68,67	67,76	68,67	72,26	48,89	47,75
Y_6	29,98	36,65	44,62	43,15	48,89	53,36	95,50	95,26	95,50	90,01	40,03	45,56
Y_7	44,44	42,25	35,52	34,49	68,95	71,14	81,88	82,86	81,88	85,52	63,63	62,25
Y_8	47,89	49,93	33,58	34,03	66,66	62,20	79,95	80,16	79,95	83,65	57,77	52,23
Показатели	Номер варианта											
	13		14		15		16		17		18	
	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2
Y_1	33,33	37,89	45,59	41,02	87,14	85,16	56,55	58,14	25,73	21,14	55,14	58,26
Y_2	26,64	28,74	78,85	71,02	70,12	73,21	42,05	43,14	40,14	34,19	54,65	50,14
Y_3	55,55	52,21	56,69	58,84	68,92	71,12	34,33	35,18	35,41	28,56	50,28	45,36
Y_4	39,94	37,88	44,44	49,49	72,09	70,16	42,02	41,22	38,78	44,36	37,41	29,89
Y_5	44,44	41,02	56,67	52,28	32,23	30,14	73,03	74,11	45,44	50,14	67,62	62,13
Y_6	52,29	53,34	47,00	43,36	37,74	35,21	64,08	68,52	56,81	53,21	70,04	65,21
Y_7	35,53	32,20	58,58	59,96	33,31	31,12	56,58	55,16	46,42	43,01	61,08	56,12
Y_8	41,01	43,37	44,40	46,68	35,54	34,13	49,82	51,13	59,60	64,11	45,41	40,03

Таблица Б.7

Варианты для задачи № 4

Показатели	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A_0	69,6	73,1	62,6	72,5	39,6	43,6	43,5	42,6	70,5	46,6
A_1	–5,2	–6,2	0	–4,6	–4,5	–2,5	–2,6	–6,0	–4,3	4,7
A_2	2,7	–4,3	–4,8	6,5	6,6	6,3	7,5	3,7	–4,5	5,5
A_3	–3,3	5,0	4,3	–4,8	0	–7,8	0	–4,8	3,6	–6,4
A_4	–4,9	–4,2	–6,9	0	–6,7	–8,0	–4,3	6,5	3,8	–4,6
A_5	5,7	–2,0	7,0	–4,9	–2,6	0	5,0	6,0	–6,0	5,0
B_0	43,2	46,3	42,3	46,6	40,5	27,9	31,5	39,4	35,4	32,7
B_1	2,6	2,1	–6,7	2,1	0	–3,0	–3,6	–3,2	–3,0	–4,0
B_2	4,5	4,8	3,6	–6,3	–2,7	–6,9	–4,8	–4,8	6,5	–6,2
B_3	3,8	–2,6	0	–7,5	–3,9	5,6	–9,0	6,7	–4,2	–2,4
B_4	6,6	–4,0	6,0	2,9	6,0	6,4	4,6	0	–4,6	0
B_5	–3,0	–1,0	–2,8	2,6	2,8	3,0	2,1	–6,2	0	–2,0
C	46	51	42	51	42	21	40,5	44	30	30
Показатели	Номер варианта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A_0	43,6	65,6	71,3	66,6	70,5	80,5	66,3	73,3	69,5	72,1
A_1	–4,5	–6,3	–6,4	–4,5	–6,3	0	–2,6	–4,8	–5,5	–6,1
A_2	–7,8	8,4	4,6	–3,7	–2,4	–3,3	0	2,6	2,9	–4,2
A_3	–6,0	0	–3,7	0	4,0	–4,6	–4,8	–6,5	–3,1	4,9
A_4	–2,6	–5,2	0	4,9	–2,6	2,1	2,6	–6,4	–5,1	–4,1
A_5	3,5	–6,0	–4,8	–4,6	–4,5	–4,4	–5,5	–2,0	5,8	–1,9
B_0	35,6	35,9	29,6	35,2	29,3	35,9	37,5	43,3	43,6	45,3
B_1	–2,6	–4,0	–9,3	2,6	–4,0	–3,6	0	2,6	2,7	2,0
B_2	3,5	0	–4,2	4,5	2,6	4,5	–4,8	4,0	4,4	4,7
B_3	3,4	–4,6	4,6	–3,6	–2,8	2,4	–3,6	3,7	3,9	–2,5
B_4	–2,0	5,6	–4,4	–4,2	–0,5	–4,5	–4,9	4,6	6,7	–3,9
B_5	–6,0	4,8	5,0	–2,5	3,9	–2,6	2,6	4,7	–3,1	–0,9
C	35	45	38	35	30	36	46	42	36	44

Таблица Б.8

Варианты для задачи № 5

Номер пары данных	Номер варианта									
	1		2		3		4		5	
	X	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*
1	13,50	0,10	1,35	1,06	43,26	12,22	12,23	87,75	12,22	43,05
2	12,66	0,11	1,26	1,04	59,96	15,40	11,26	85,53	15,56	59,98
3	14,78	0,15	1,47	1,22	30,05	11,11	15,53	93,34	11,05	31,24
4	20,23	0,30	2,02	3,08	66,65	15,53	14,45	90,05	15,52	66,66
5	11,52	0,14	1,15	1,23	50,02	10,02	11,11	84,42	10,23	51,27
6	12,89	0,12	1,28	1,26	44,49	12,29	13,36	89,24	12,26	44,45
7	14,53	0,13	1,45	1,30	55,56	12,23	12,22	86,02	12,98	53,34
8	15,44	0,14	1,54	1,42	42,29	11,16	10,52	92,31	8,26	42,15
9	16,78	0,18	1,67	1,89	48,86	14,45	13,33	85,55	14,48	48,89
10	19,33	0,21	1,93	2,03	68,89	18,86	12,23	87,77	18,85	68,87
11	17,25	0,17	1,72	1,79	58,86	15,56	12,20	88,05	15,52	59,93
12	16,55	0,20	1,65	1,23	38,85	13,33	11,54	87,79	13,32	38,58
13	14,82	0,15	1,48	1,56	52,25	13,37	10,03	85,54	13,25	46,62
14	15,55	0,13	1,54	1,33	41,18	11,11	14,44	90,31	9,63	41,18
15	18,33	0,17	1,83	1,75	46,68	14,45	13,33	88,88	14,44	43,38
16	19,22	0,25	1,92	2,56	62,23	12,22	15,55	92,03	12,28	55,59
17	13,55	0,11	1,15	1,05	42,28	14,48	14,42	90,05	14,42	42,24
18	12,68	0,12	1,28	1,23	66,66	17,77	11,17	83,69	17,75	66,64
19	14,76	0,12	1,45	1,30	55,05	15,25	13,35	89,89	15,52	54,48
20	20,23	0,31	1,54	1,49	60,02	15,52	12,22	86,63	15,56	58,86
21	11,52	0,10	1,67	1,81	62,33	15,54	15,52	92,02	12,23	61,15
22	12,89	0,12	1,93	2,06	45,58	12,26	13,38	85,52	9,05	33,33
23	14,52	0,13	1,72	1,74	63,31	16,65	12,22	87,58	17,78	67,79
24	15,44	0,14	1,65	0,23	56,20	14,45	12,22	88,88	10,05	52,25
25	16,77	0,18	1,48	1,55	30,05	8,88	11,01	87,87	12,25	45,56
26	16,55	0,23	1,54	1,36	42,28	10,06	10,06	85,53	12,55	53,34
27	14,87	0,16	1,83	1,74	49,99	12,25	14,42	90,05	15,64	61,05
28	15,42	0,13	1,92	2,22	50,25	16,66	13,33	85,48	8,89	41,15
29	18,33	0,17	2,06	2,29	41,15	11,32	12,23	88,25	12,25	58,85
30	16,77	0,19	1,15	1,29	52,26	10,08	13,33	85,85	10,04	42,00
Номер пары данных	Номер варианта									
	6		7		8		9		10	
	X	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*
1	15,55	62,63	46,60	14,45	12,80	55,50	43,50	12,50	41,12	11,50
2	12,25	45,56	41,12	9,69	12,29	44,42	59,89	15,45	52,32	10,29
3	16,63	63,02	52,28	13,34	10,25	50,06	31,13	11,25	67,75	17,75
4	14,47	56,64	38,89	13,34	15,56	66,63	66,56	15,58	33,35	9,69
5	7,09	31,14	58,86	15,56	11,14	31,25	51,21	11,46	61,25	12,28
6	16,66	62,52	68,84	18,85	15,56	59,98	44,48	12,50	57,75	13,35

Продолжение табл. Б.8

Номер пары данных	Номер варианта									
	6		7		8		9		10	
	X	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*
7	10,23	42,23	48,85	14,42	12,25	43,20	55,59	14,56	41,24	8,95
8	12,28	49,96	42,02	8,96	15,50	63,35	42,28	9,99	61,50	15,54
9	16,64	51,02	55,55	12,24	12,40	45,58	48,89	14,45	53,35	12,25
10	10,08	41,12	44,48	11,02	16,64	63,38	68,85	14,48	45,58	13,34
11	10,02	48,89	50,06	15,50	14,48	56,68	68,88	18,50	51,24	13,35
12	17,75	64,78	30,28	13,34	7,75	30,08	58,86	15,45	62,35	15,58
13	9,63	33,33	59,98	15,56	16,63	65,58	38,89	12,02	45,00	15,56
14	12,23	61,27	43,23	12,25	10,21	42,25	52,26	13,35	45,52	12,28
15	13,34	57,78	49,96	12,25	12,40	49,89	41,15	10,25	63,35	16,64
16	8,86	41,12	30,05	7,50	16,30	51,12	45,56	14,50	56,37	14,46
17	15,55	61,25	65,23	16,56	11,12	41,21	62,36	12,15	41,25	10,24
18	12,22	53,39	42,24	10,25	13,34	52,28	42,25	14,48	52,32	13,34
19	12,27	45,56	49,49	12,50	17,75	67,77	55,50	14,70	58,15	15,56
20	13,34	51,12	50,36	16,65	9,95	33,36	61,25	15,50	68,98	18,89
21	14,14	46,63	40,08	11,12	12,23	61,23	61,50	15,54	48,57	14,45
22	9,02	41,12	52,28	10,24	13,50	58,78	41,12	10,25	42,26	10,25
23	13,33	52,28	68,68	17,75	8,89	41,21	57,87	13,35	55,50	12,25
24	13,34	42,28	33,33	10,25	12,50	53,36	61,15	12,25	44,49	12,23
25	15,59	58,84	61,12	12,25	13,39	51,00	33,35	10,54	51,23	11,12
26	18,88	68,87	57,50	13,50	15,45	55,60	67,75	17,75	66,65	15,54
27	14,42	48,48	40,06	8,89	17,78	66,60	52,50	10,20	31,28	9,96
28	8,25	39,96	49,50	12,46	14,45	42,45	42,28	9,99	59,96	15,54
29	12,23	55,55	40,05	11,12	12,28	62,23	51,25	15,56	43,25	12,25
30	12,28	49,92	41,06	9,56	14,50	46,45	49,00	12,25	63,35	15,56
Номер пары данных	Номер варианта									
	11		12		13		14		15	
	X	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*
1	46,50	14,50	61,15	15,50	52,50	13,35	15,50	6,20	12,56	87,56
2	41,12	9,99	53,20	12,25	38,69	12,50	12,25	4,50	11,12	85,45
3	52,26	13,35	45,00	12,25	58,80	15,50	16,35	6,30	15,45	93,26
4	38,89	13,34	50,08	13,35	68,87	18,89	14,25	5,55	14,45	91,25
5	58,58	15,50	62,25	12,25	48,50	14,45	11,12	3,23	11,28	84,15
6	68,89	18,85	46,63	14,45	42,20	12,24	16,50	6,52	13,65	89,90
7	48,48	14,53	41,15	9,25	55,50	12,24	11,24	4,20	12,25	86,36
8	42,12	12,28	52,28	13,34	44,42	12,28	12,25	4,90	15,45	92,32
9	55,50	12,29	38,45	8,88	51,24	10,02	16,63	5,25	13,25	85,85
10	49,96	12,28	58,59	15,50	65,66	15,50	10,25	4,21	12,45	87,78
11	51,24	11,20	68,57	18,45	31,25	11,20	10,23	4,23	12,45	88,00
12	66,35	15,59	44,44	14,46	59,95	15,50	17,58	6,70	11,12	87,00

Продолжение табл. Б.8

Номер пары данных	Номер варианта									
	11		12		13		14		15	
	X	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*
13	31,24	11,12	42,25	8,89	43,25	12,25	10,25	3,30	10,54	85,00
14	59,96	15,40	55,45	12,25	41,15	10,25	12,25	6,36	14,45	91,02
15	43,25	12,50	44,40	12,25	52,50	11,20	13,32	5,70	13,36	88,80
16	56,50	15,00	50,05	10,00	67,00	17,47	8,58	4,25	14,54	91,24
17	31,25	7,84	66,35	12,00	33,50	10,65	15,45	6,10	11,45	84,46
18	65,58	16,64	31,20	11,25	61,25	12,24	12,35	5,30	13,15	89,89
19	42,45	10,25	59,96	15,56	57,57	13,31	12,25	4,59	12,25	86,86
20	49,96	12,25	43,25	12,50	41,24	9,99	13,23	5,25	15,14	92,52
21	51,24	16,16	62,35	15,56	61,25	15,54	14,45	4,62	13,50	85,00
22	41,12	11,10	45,56	12,25	53,35	12,25	13,25	5,20	12,12	87,90
23	52,28	12,23	63,35	16,50	45,00	12,50	13,36	3,89	12,25	88,50
24	67,89	17,00	56,36	14,40	51,12	13,60	15,25	5,86	11,10	87,54
25	33,36	10,24	65,65	16,20	61,24	15,54	18,45	6,85	10,02	85,80
26	61,12	12,25	42,10	10,20	55,00	15,56	14,40	4,80	14,45	90,00
27	58,58	13,50	49,59	12,25	66,50	17,75	12,23	5,50	13,50	88,00
28	40,20	8,96	51,21	16,63	42,25	14,45	16,60	5,25	15,54	91,54
29	61,00	15,50	41,00	11,25	62,00	12,25	10,12	4,10	11,54	84,74
30	53,36	12,25	52,26	11,25	46,65	14,45	17,70	6,78	13,35	89,00
Номер пары данных	Номер варианта									
	16		17		18		19		20	
	X	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*
1	65,50	16,65	14,50	56,00	53,59	12,30	43,00	12,00	13,11	0,10
2	42,25	10,50	16,30	65,00	45,00	12,25	59,00	15,00	12,71	0,11
3	49,58	12,25	10,25	42,00	51,30	13,25	30,00	11,00	14,25	0,15
4	51,00	16,56	12,26	49,89	61,25	15,54	66,00	15,00	20,36	0,30
5	41,24	10,25	16,63	51,24	55,50	15,00	50,00	10,00	11,54	0,14
6	52,50	10,26	17,70	67,89	66,60	17,75	44,00	12,00	12,48	0,12
7	67,87	17,47	13,50	57,50	42,50	14,70	42,00	11,00	14,99	0,13
8	33,36	10,25	15,62	61,20	62,00	12,50	58,00	15,00	15,82	0,14
9	61,25	12,25	12,23	53,25	46,25	14,45	38,00	12,00	16,30	0,18
10	57,78	13,33	12,25	45,56	52,00	13,38	52,00	18,00	19,21	0,21
11	41,25	9,69	13,50	54,26	62,35	15,00	46,00	14,00	17,29	0,17
12	61,24	15,56	17,70	66,00	45,28	12,14	62,00	12,00	16,62	0,20
13	53,50	12,50	14,50	42,50	63,32	16,25	42,00	14,00	14,40	0,14
14	45,60	13,36	12,50	62,30	56,00	14,45	60,00	15,00	15,91	0,15
15	51,24	13,00	14,50	46,00	65,25	16,00	57,00	13,00	18,85	0,18
16	58,26	15,50	13,30	52,58	42,25	10,25	60,00	12,00	19,73	0,19
17	68,00	18,90	15,56	58,96	49,25	12,24	67,00	17,00	13,12	0,13
18	48,80	14,45	18,84	68.10	50,12	16,36	52,00	11,00	12,14	0,12

Окончание табл. Б.8

Номер пары данных	Номер варианта									
	16		17		18		19		20	
	X	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*
19	42,50	9,69	14,40	48,58	41,12	11,12	50,00	16,00	14,28	0,14
20	55,50	12,80	12,25	55,00	52,10	10,02	49,00	12,00	20,17	0,20
21	44,50	12,24	15,50	63,00	67,80	17,84	65,00	16,00	11,72	0,10
22	51,15	12,20	16,30	63,20	61,25	12,30	56,00	14,00	12,33	0,12
23	66,60	15,50	14,40	56,30	58,89	13,50	51,00	11,00	14,48	0,15
24	31,30	12,25	16,50	65,00	61,00	15,60	44,00	12,00	15,41	0,14
25	43,40	13,35	12,25	49,58	45,00	12,25	48,00	14,00	16,45	0,16
26	61,00	16,60	17,70	67,50	55,50	15,60	58,00	15,00	16,47	0,15
27	55,90	16,50	12,25	61,20	58,00	15,30	65,00	16,00	14,80	0,14
28	42,01	14,50	13,25	57,48	68,40	18,00	62,00	15,00	15,74	0,15
29	63,35	13,58	15,56	61,40	48,50	14,20	48,00	12,00	18,31	0,19
30	62,00	15,40	13,35	52,24	42,00	8,90	63,00	16,00	16,11	0,16

Таблица Б.9

Варианты для задачи № 6

Номер варианта	Пока-затели	Номер данных									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	*Y*	71,0	85,0	81,0	76,0	84,0	90,0	75,0	85,0	71,0	81,0
	X_1	27,5	26,9	27,0	28,9	26,2	27,0	27,9	25,4	28,2	26,9
	X_2	10,3	12,4	11,4	11,3	12,3	12,5	10,4	11,8	9,8	12,1
2	*Y*	55,0	43,0	58,0	51,0	58,0	52,0	40,0	48,0	42,0	53,0
	X_1	12,2	14,8	10,1	13,1	12,2	12,3	16,6	14,5	13,9	12,2
	X_2	16,3	8,6	18,9	13,9	17,5	13,3	7,3	10,1	8,9	14,4
3	*Y*	52,0	48,0	45,0	52,0	41,0	47,0	40,0	62,0	50,0	43,0
	X_1	18,6	12,2	20,2	19,9	28,6	22,5	26,5	9,5	20,1	26,5
	X_2	23,3	31,1	16,5	23,3	15,2	17,8	14,4	13,3	19,9	18,8
4	*Y*	45,0	31,0	47,0	33,0	52,0	48,0	39,0	44,0	31,0	38,0
	X_1	9,2	6,6	10,1	8,1	12,2	8,8	9,4	9,3	6,6	8,1
	X_2	27,7	22,8	28,9	24,0	29,8	27,8	25,5	28,8	22,2	25,3
5	*Y*	57,0	57,3	62,2	56,0	55,0	58,0	62,0	53,0	55,0	59,0
	X_1	17,3	18,8	15,1	18,9	21,3	16,6	12,2	28,6	26,3	15,5
	X_2	5,9	4,2	10,9	3,5	2,9	4,4	11,6	2,1	3,3	11,1
6	*Y*	52,0	58,0	55,0	57,0	56,0	56,0	57,0	55,0	54,0	59,0
	X_1	29,9	13,6	21,1	17,6	18,8	18,9	18,0	22,3	26,8	14,4
	X_2	1,1	11,4	3,2	7,4	4,5	4,4	6,6	3,6	2,1	11,1
7	*Y*	41,0	49,0	35,0	39,0	48,0	41,0	33,0	37,0	44,0	29,0
	X_1	18,0	21,1	17,7	17,4	18,5	18,5	16,6	17,2	18,8	5,2
	X_2	7,5	8,8	6,2	6,8	7,9	7,5	5,8	7,1	7,6	5,5

Окончание табл. Б.9

Номер варианта	Показатели	Номер данных									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	Y	63,0	46,0	55,0	71,0	77,0	42,0	58,0	62,0	48,0	61,0
	X_1	18,8	21,1	20,1	15,2	14,4	28,9	18,3	18,5	22,1	20,5
	X_2	7,9	3,4	4,4	4,6	12,2	1,6	4,4	4,6	3,4	6,9
9	Y	42,0	38,0	49,0	47,0	31,0	39,0	42,0	31,0	51,0	44,0
	X_1	10,3	9,0	12,3	10,5	6,7	7,8	10,5	6,2	14,4	10,3
	X_2	16,5	16,5	11,2	12,5	22,2	16,5	16,5	19,6	6,9	15,6
10	Y	62,0	44,0	63,0	41,0	71,0	77,0	43,0	65,0	81,0	66,0
	X_1	14,1	18,6	12,2	22,1	12,1	6,9	19,9	14,0	5,1	14,0
	X_2	7,7	9,2	6,9	10,3	5,8	5,1	10,1	8,8	2,5	7,2
11	Y	8,5	6,0	9,9	8,3	7,1	8,8	6,2	8,0	9,9	8,1
	X_1	18,3	15,2	22,5	18,4	16,9	18,8	16,5	19,2	22,0	17,4
	X_2	7,5	4,2	10,5	7,7	6,8	7,3	6,6	7,5	9,3	7,5
12	Y	7,0	9,0	8,0	6,0	8,5	7,7	6,3	8,2	8,5	7,3
	X_1	16,6	19,3	18,5	14,4	18,0	18,8	14,8	17,7	21,1	18,0
	X_2	6,5	8,2	7,7	3,3	7,7	7,6	6,5	7,9	8,9	6,8
13	Y	35,0	38,0	36,0	39,0	38,0	34,0	37,0	40,0	37,0	36,0
	X_1	11,2	15,5	12,3	17,7	16,2	10,2	13,3	18,9	15,2	12,6
	X_2	2,5	6,6	5,0	6,9	6,3	2,2	5,6	7,4	4,9	4,9
14	Y	36,0	38,0	36,5	38,0	35,5	36,0	34,0	37,7	39,0	33,0
	X_1	13,3	15,4	14,0	16,2	12,0	14,2	11,2	15,2	18,8	8,0
	X_2	5,2	3,3	3,9	3,3	3,8	5,1	6,3	4,1	2,1	7,1
15	Y	45,0	49,0	47,0	48,0	46,0	48,2	43,0	46,5	46,0	49,0
	X_1	20,3	28,9	23,3	26,6	22,1	26,6	20,4	23,0	23,0	28,7
	X_2	6,2	2,1	4,6	3,3	5,5	2,1	7,5	5,8	5,9	2,1
16	Y	45,0	48,0	46,0	46,3	48,0	47,5	46,0	49,0	47,2	45,0
	X_1	22,3	25,9	23,0	23,5	26,0	24,6	22,1	26,9	24,4	20,5
	X_2	15,5	12,5	15,5	15,0	13,3	13,3	15,5	13,0	14,0	16,6
17	Y	44,0	48,0	46,5	47,5	43,0	49,0	45,0	47,5	48,9	44,0
	X_1	2,0	6,3	5,1	5,5	1,2	6,8	2,0	6,8	6,0	1,0
	X_2	13,0	16,9	16,3	16,3	13,4	16,9	12,8	15,4	16,5	13,5
18	Y	53,0	49,0	42,0	45,0	49,0	51,0	48,0	52,0	43,0	50,0
	X_1	6,8	4,1	1,0	2,3	4,5	5,5	4,2	7,8	1,1	5,9
	X_2	17.9	16,2	13,6	13,2	15,5	16,6	15,6	16,9	13,6	16,6
19	Y	47,0	45,0	50,5	47,1	53,0	47,0	43,0	49,0	51,0	50,0
	X_1	3,2	1,0	5,6	3,0	7,0	4,1	1,1	4,2	6,5	5,2
	X_2	15,0	16,6	13,6	15,4	9,8	16,3	16,9	13,6	12,2	13,5
20	Y	15,0	17,2	15,3	16,6	15,5	16,0	15,8	15,2	17,0	14,0
	X_1	2,8	6,9	4,8	6,5	3,3	4,5	4,2	3,3	6,9	2,1
	X_2	12,4	14,0	13,5	14,6	13,3	14,5	14,4	13,3	14,2	10,8

Таблица Б.10

Варианты для задачи № 7

Номер варианта	Результаты экспериментов				Номер варианта	Результаты экспериментов			
1	80	73	63	65	2	70	63	53	55
	81	74	64	66		71	64	54	56
	73	63	65	50		63	53	55	40
	74	64	66	51		64	54	56	41
	63	65	50	60		53	55	40	50
	64	66	51	62		54	56	41	52
3	63	67	64	76	4	84	82	88	76
	65	65	65	74		82	80	86	76
	67	64	76	71		82	88	76	85
	65	65	74	70		80	86	76	83
	64	76	71	76		88	76	85	81
	65	74	70	77		86	76	83	80
5	84	86	85	81	6	54	55	64	57
	85	85	84	82		53	53	62	55
	86	85	81	85		55	64	57	54
	85	84	82	88		53	62	55	53
	85	81	85	87		64	57	54	56
	84	82	88	89		62	55	53	58
7	69	64	69	58	8	84	82	88	76
	67	65	71	56		86	80	86	74
	64	69	58	66		82	88	76	85
	65	71	56	66		80	86	74	84
	69	58	66	66		88	76	85	81
	71	56	66	68		86	74	84	80
9	69	64	69	58	10	60	53	43	45
	67	66	71	60		61	54	44	46
	64	69	58	66		53	43	45	53
	66	71	60	65		54	44	46	54
	69	58	66	66		43	45	53	43
	71	60	65	67		44	46	54	44
11	84	85	85	82	12	66	62	68	56
	86	87	85	83		64	60	66	54
	85	85	82	81		62	68	56	62
	87	85	83	83		60	66	54	60
	85	82	81	82		68	56	62	68
	85	83	83	84		66	54	60	68

Окончание табл. Б.10

Номер варианта	Результаты экспериментов				Номер варианта	Результаты экспериментов			
13	49	44	49	38	14	74	72	78	74
	47	46	51	41		72	70	76	75
	44	49	38	44		72	78	74	72
	46	51	41	46		70	76	75	70
	49	38	44	49		78	74	72	78
	51	41	46	51		76	75	70	76
15	64	65	65	62	16	50	43	23	25
	66	67	64	63		51	44	24	26
	65	65	62	65		43	23	25	43
	67	64	63	67		44	24	26	42
	65	62	65	65		23	25	43	33
	64	63	67	64		24	26	42	34
17	64	62	68	63	18	74	72	78	66
	63	60	67	65		75	70	75	65
	62	68	63	62		72	78	66	72
	60	67	65	60		70	75	65	71
	68	63	62	68		78	66	72	78
	67	65	60	65		75	65	71	76
19	74	76	75	71	20	44	45	45	42
	75	75	73	70		46	47	49	41
	76	75	71	76		45	45	42	45
	75	73	70	75		47	49	41	47
	75	71	76	75		45	42	45	45
	73	70	75	73		49	41	47	41

Учебное издание

Алексей Евгеньевич Пелевин

ТЕОРИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Практикум
по дисциплине «Магнитные и электрические методы обогащения полезных ископаемых»
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Редактор Л. В. Устьянцева

Корректура И. А. Крестьянинова

Подписано в печать 27.06.2018 г. Бумага писчая. Формат бумаги 60x84$^{1/16}$.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ.л. 2,9 Уч.-изд. л. 2,4. Тираж 100 экз. Заказ № 91

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу
_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.ДВ.02.01 ТЕОРИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Пелевин А. Е., проф., д.т.н.

Одобрена на заседании кафедры
Обогащения полезных ископаемых
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Козин В. З.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета
горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу

_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.ДВ.02.02 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЫТОВ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация № 6
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Пелевин А. Е., проф., д.т.н.

Одобрена на заседании кафедры
Обогащения полезных ископаемых
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Козин В. З.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 7 от 17.04.2019
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета
горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Барановский В. П.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)

Екатеринбург
2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

**Министерство науки
и высшего образования
Российской Федерации**

**Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

**«Уральский государственный
горный университет»**

Е. Ф. Цыпин, Т. Ю. Овчинникова

ТЕОРИЯ РАЗДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ

Лабораторный практикум
по дисциплине «Теория разделения минералов»
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Екатеринбург – 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией
горно-механического
факультета
«22» апреля 2019 г.

Председатель комиссии
_____проф. В. П. Барановский

Е. Ф. Цыпин, Т. Ю. Овчинникова

ТЕОРИЯ РАЗДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ

Лабораторный практикум
по дисциплине «Теория разделения минералов»
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

Ц 96

Рецензент: *А. Е. Пелевин*, доктор технических наук,
профессор кафедры обогащения полезных ископаемых УГГУ.

Лабораторный практикум рассмотрен и одобрен на заседании кафедры
«Обогащение полезных ископаемых» 17 апреля 2019 г. (протокол № 7)
и рекомендован для издания в УГГУ.

Цыпин Е. Ф., Овчинникова Т. Ю.

Ц 96 Теория разделения минералов: лабораторный практикум /Е. Ф. Цыпин, Т. Ю. Овчинникова; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 23 с.

Лабораторный практикум составлен в соответствии с учебной программой курса «Теория разделения минералов» и содержит элементы теории, постановку задачи и объяснение существа получаемых результатов. Работы направлены на освоение теоретических положений информационных методов обогащения и методик оценки обогатимости при их использовании.

Предназначено для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых специальности 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения.

© Цыпин Е. Ф., Овчинникова Т. Ю., 2019
© Уральский государственный
горный университет, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ 4

Лабораторная работа№ 1. Экспериментальное получение сепарационной характеристики грохота 5

Лабораторная работа № 2. Экспериментальное получение фракционных характеристик угля и сепарационных характеристик отсадочной машины 8

Лабораторная работа № 3. Экспериментальное изучение изменения сепарационных характеристик магнитного сепаратора при изменении напряжённости магнитного поля 14

Лабораторная работа № 4. Экспериментальное определение сепарационной характеристики рентгенорадиометрического сепаратора 18

Лабораторная работа № 5. Фракционирование руды на рентгенофлуоресцентном сепараторе с получением кривых разделения 21

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА 23

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

При оформлении лабораторных работ следует придерживаться рекомендуемой формы.

Каждая работа должна включать формулировку задачи, условия, для которых выполняются расчёты на основании экспериментально полученных данных, необходимые таблицы, графики, формулы, выводы.

К пояснительной записке, выполненной на листах формата А4, предъявляются следующие требования: наличие титульного листа, содержания, нумерации страниц, таблиц, рисунков, подрисуночных подписей, обозначения и расшифровки кривых на графиках, обозначения осей на графиках, размерностей по осям графиков, в таблицах и численных результатах, получаемых в ходе расчётов по формулам, списка использованных источников.

При построении графиков студент самостоятельно выбирает оптимальные масштабы по осям, вводя, при необходимости, логарифмические масштабы.

Каждая работа должна заканчиваться содержательными выводами, дающими прямой ответ на поставленный в работе вопрос.

Продолжительность лабораторных работ:

Лабораторная работа № 1	2 часа;
Лабораторная работа № 2	6 часов;
Лабораторная работа № 3	4 часа;
Лабораторная работа № 4	4 часа;
Лабораторная работа № 5	4 часа.

Получение сепарационной характеристики аппарата

При известных *w*-функциях исходного материала и одного из продуктов обогащения (концентрата или хвостов), а также известном выходе одного из продуктов обогащения или при одинаковой массе проб для фракционного анализа учётов выхода концентрата или выхода хвостов, сепарационную характеристику аппарата можно получить по формулам:

$$\varepsilon_{\text{К}}(\xi_i)=\gamma_{\text{К}}\frac{w_{\text{К}}(\xi_i)}{w_{\text{И}}(\xi_i)}=\gamma_{\text{К}}\frac{\gamma_{\text{К}i}}{\gamma_{\text{И}i}};\quad \varepsilon_{\text{Х}}(\xi_i)=\gamma_{\text{Х}}\frac{w_{\text{Х}}(\xi_i)}{w_{\text{И}}(\xi_i)}=\gamma_{\text{Х}}\frac{\gamma_{\text{Х}i}}{\gamma_{\text{И}i}},$$

или по массам фракций

$$\varepsilon_{К}(\xi_i)=\frac{m_{К}(\xi_i)}{m_{И}(\xi_i)};\quad \varepsilon_{Х}(\xi_i)=\frac{m_{Х}(\xi_i)}{m_{И}(\xi_i)}.$$

Отметим, что границы всех фракций должны быть одинаковыми в исходном, концентрате и хвостах.

По построенной сепарационной характеристике можно определить границу разделения и среднее вероятное отклонение *Epm*.

Граница разделения – это такое значение признака разделения, при котором соответствующие ему частицы с равной вероятностью могут перейти и в концентрат, и в хвосты. Границу разделения легко определить графически: это абсцисса точки пересечения сепарационной характеристики с горизонталью, проведённой через ординату 0,5 д. ед.

Среднее вероятное отклонение Epm указывает на степень несовершенства аппарата и вычисляется по формуле

$$Epm=\left|\xi_{0,75}-\xi_{0,25}\right|/2,$$

где $\xi_{0,75}$, $\xi_{0,25}$ – значение признака разделения, при которых вероятен переход в продукт 0,75 и 0,25 д. ед. частиц соответственно.

Уменьшение величины *Epm* говорит об увеличении крутизны сепарационной характеристики и стремлении вида сепарационной характеристики к идеальному – ступенчатому виду. Совершенствование аппарата направлено на повышение крутизны сепарационной характеристики. Крутизна может быть увеличена также при снижении нагрузки на аппарат.

Лабораторная работа№ 1.
Экспериментальное получение сепарационной характеристики грохота

Опытным путем получить сепарационную характеристику грохота, проанализировать ее особенности. Проанализировать, как влияет нагрузка на грохот на параметры сепарационной характеристики.

Элементы теории и ход выполнения

Для грохота признаком разделения является крупность частиц, граница разделения может быть изменена заменой сетки с разными размерами отверстий, а КПД грохота и вид его сепарационной характеристики зависят во многом от нагрузки на грохот. В данном

случае фракционный состав определяется гранулометрической характеристикой материала.

Для вычисления сепарационной характеристики грохота необходимо отобрать пробы подрешётного и надрешётного продуктов (в опыте пробами являются подрешётный и надрешётный продукты полностью) либо пробу исходного материала и одного из продуктов, например, надрешётного. Кроме того, в ходе эксперимента надо определить выходы продуктов разделения по соотношению их масс и массы исходного продукта. Отобранные пробы необходимо направить на ситовый анализ, который можно выполнить вручную или с применением ситового анализатора.

Рекомендуемые параметры опытов: масса исходной навески 5-10 кг, размер отверстий сита грохота 3 мм. Производительность грохота настраивается по указанию преподавателя. Рекомендуемые для ситового анализа размеры отверстий сит приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Определение сепарационной характеристики грохота при различных производительностях

Класс крупности, мм	**Подрешётный продукт**		**Надрешётный продукт**		**Исходный продукт**		**Сепарационные характеристики, д. ед.**	
	масса, кг	**выход, %**	**масса, кг**	**выход, %**	**масса, кг**	**выход, %**	**по надрешётному**	**по подрешётному**
1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
Опыт 1, Q_1, т/ч								
$-d_1+d_2$								
$-d_2+d_3$								
…								
$-d_n+0$								
Итого:	$M_П$	**100**	$M_Н$	**100**	$M_И$	**100**	**-**	**-**
Опыт 2, Q_2, т/ч								
…								
Итого:	$M_П$	**100**	$M_Н$	**100**	$M_И$	**100**	**-**	**-**
Опыт 3, Q_3, т/ч								
…								
Итого:	$M_П$	**100**	$M_Н$	**100**	$M_И$	**100**	**-**	**-**

Столбцы ***2-7*** заполняются по результатам эксперимента, а столбцы ***8-9*** рассчитываются по формулам

$$\varepsilon_{Н}(d_i) = [\gamma_{Н}(d_i)\ \gamma_{Н}^{И}] / \gamma_{И}(d_i), \qquad (1.1)$$

$$\varepsilon_{П}(d_i) = [\gamma_{н}(d_i)\ \gamma_{П}^{И}] / \gamma_{И}(d_i)$$

или

$$\varepsilon_{Н}(d_i) = M_{Нi} / [M_{Нi} + M_{Пi}] = M_{Нi} / M_{Иi} \qquad (1.2)$$

$$\varepsilon_{П}(d_i) = M_{Пi} / [M_{Нi} + M_{Пi}] = M_{Пi} / M_{Иi}$$

где d_i – среднее значение крупности i-го класса крупности; $\gamma_{П}(d_i)$, $\gamma_{Н}(d_i)$, $\gamma_{И}(d_i)$ – выходы i-го класса крупности соответственно подрешётного, надрешётного и исходного продуктов (определяют экспериментально по отобранным пробам подрешётного и надрешётного продуктов – столбцы ***3***, ***5***, таблица 1.1); $M_{Пi}$, $M_{Нi}$, $M_{Иi}$ – массы i-ых фракций соответственно в подрешётном, надрешётном и исходном продуктах; $\gamma_{Н}^{И}$, $\gamma_{П}^{И}$ – выходы надрешётного и подрешётного продуктов по отношению к исходному (определяются по результатам взвешивания исходного, надрешётного и подрешётного продуктов), д. ед., рассчитывается по формулам

$$\gamma_{Н}^{И} = (M_{Н} / M_{И})\ 100\ \%; \qquad \gamma_{П}^{И} = (M_{П} / M_{И})\ 100\ \%. \qquad (1.3)$$

В ходе экспериментов производительность грохота меняется (устанавливается) не менее трёх раз. Производительность грохота в каждом эксперименте рассчитывают по формуле, т/ч

$$Q_j = 3{,}6 \cdot M_j / t_j,$$

где M_j – масса навески в j-ом опыте, кг; t_j – время прохождения материала по просеивающей поверхности грохота, с.

По данным таблицы 1.1 следует построить сепарационные характеристики грохотов $\varepsilon_{П}(d)$ и $\varepsilon_{Н}(d)$ при различных производительностях грохота, проанализировать их вид, сравнить значения граничной крупности разделения и размера отверстий сита грохота и объяснить причину их несовпадения, отметить на графике зону, соответствующую «трудным» зёрнам.

Сопоставить сепарационные характеристики и их показатели при разной производительности между собой. Сделать вывод о влиянии производительности на сепарационную характеристику.

Лабораторная работа № 2.
Экспериментальное получение фракционных характеристик угля и сепарационных характеристик отсадочной машины

По полученным в ходе лабораторных опытов фракционным характеристикам продуктов определить достигнутые технологические показатели (выходы, зольности), фактические граничные плотности разделения в каждом отделении отсадочной машины. Построить кривые обогатимости для исходного угля и по ним для тех же зольностей концентрата и породы, что и при реальном разделении на отсадочной машине, определить выходы продуктов. Объяснить различия в прогнозе и эксперименте, построить сепарационные характеристики. Зольность фракций принять по таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Зольность фракций для различных вариантов задания, %

Граничные значения плотности фракций, кг/м^3	**Первая цифра варианта**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**
1200-1300	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	3,3	5,9
1300-1400	11,7	12,0	13,6	14,8	10,3	11,1	12,8	15,7	14,2	13,5
1400-1500	21,0	22,0	23,0	34,0	25,0	20,0	22,5	23,5	24,5	31,5
1500-1600	35,0	46,0	37,0	48,0	39,0	45,5	36,5	47,5	38,5	39,5
1600-1700	57,0	66,0	55,0	54,0	53,0	52,0	61,0	60,0	58,0	59,0
1700-3000	75,0	86,0	78,0	79,0	80,0	81,0	90,0	83,0	84,0	80,0

Элементы теории и ход выполнения

Работа может быть разбита на два этапа: первый – лабораторные эксперименты на отсадочной машине и фракционный анализ продуктов, второй – аналитический, включающий расчет характеристик, сопоставление возможных показателей обогащения данного сырья на идеальном сепараторе с реальными показателями, полученными в ходе работы на отсадочной машине, объяснения результатов, исходя из анализа сепарационных характеристик.

Эксперименты на поршневой отсадочной машине проводятся при установленных преподавателем положениях разгрузочных шиберов. Лабораторные условия проведения экспериментов позволяют избежать ряда погрешностей, связанных с опробованием и анализом

пробы, а не всего продукта.

Все конечные продукты отсадки (концентрат, промпродукт, порода) необходимо проанализировать, по ним будет сформирована (рассчитана) фракционная характеристика исходного угля. Благодаря такому приёму, исключающему невязки в расчётах, будут более точно построены и сепарационные характеристики.

В промышленных условиях продукты могут быть представлены лишь пробами (частью продуктов), что не позволит получить такие же точные результаты. Пример расчёта фракционных характеристик приведён в таблице 2.2.

Напомним принципиальную схему разделения в отсадочной машине, это прояснит в дальнейшем особенности расчёта сепарационных характеристик по отдельным продуктам (рисунок 2.1).

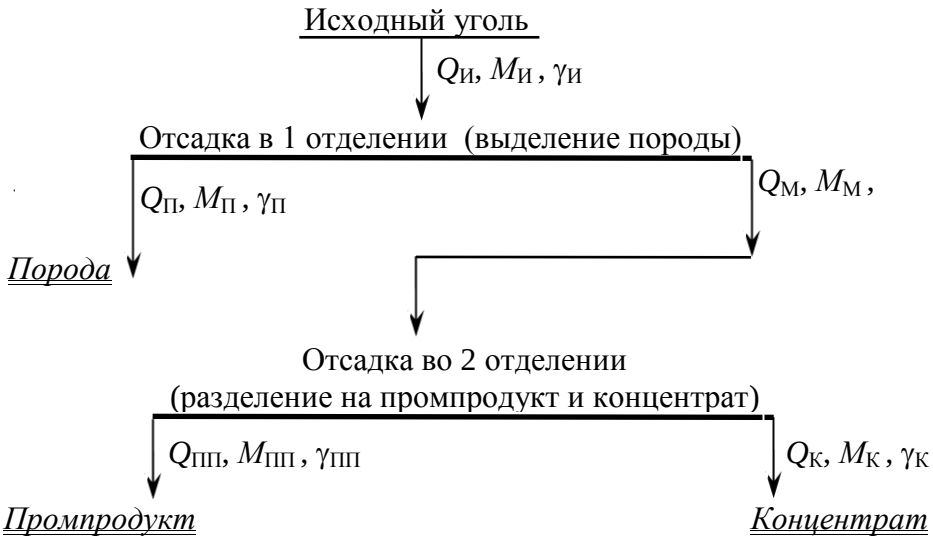


Рисунок 2.1 – Схема обогащения угля в отсадочной машине

Исходными данными являются столбцы ***2***, ***4***, ***8***. Остальные рассчитаны по алгоритмам (***6***)=(***2***)+(***4***), (***10***)=(***2***)+(***4***)+(***8***) или (***10***)=(***6***)+(***8***). Отметим использованное здесь и широко применяемое в практических расчётах предположение о постоянстве α-функции для исходного угля и всех полученных продуктов разделения. В данном случае $A^d(\rho)$ едина для одинаковых фракций всех продуктов.

Таблица 2.2 – Пример расчёта фракционных характеристик конечных продуктов и исходного угля

Фракции, кг/м³	Концентрат		Промпродукт		Питание 2-го отделения отсадочной машины		Порода		Исходный уголь		
	$M_К$, кг	$\gamma_К$, %	$M_{ПП}$, кг	$\gamma_{ПП}$, %	$M_М$, кг	$\gamma_М$, %	$M_П$, кг	$\gamma_П$, %	$M_И$, кг	$\gamma_И$, %	A^d,%
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
1200-1300	36	72	0	0	36	51,4	0	0	36	32,7	5
1300-1400	7	14	0	0	7	10	0	0	7	6,4	10
1400-1500	5	10	3	15	8	11,4	0	0	8	7,3	20
1500-1600	1	2	10	50	11	15,7	0	0	11	10,0	30
1600-1700	1	2	5	25	6	8,6	5	12,5	11	10,0	50
1700-3000	0	0	2	10	2	2,9	35	87,5	37	33,6	80
Итого:	**50**	**100**	**20**	**100**	**70**	**100**	**40**	**100**	**110**	**100**	38,62

Проведя опыт на отсадочной машине (20-30 кг угля), получим три продукта, каждый подвергнем фракционному анализу, рассчитаем фракционные характеристики каждого конечного продукта, а по ним – и исходного угля (таблица 2.2). Определим выходы фракций, %:

$$\gamma_i = (M_i/M) \cdot 100; \quad (2.1)$$

где γ_i – выход i-й фракции, %; M_i, M – массы соответственно i-й фракции продукта и продукта в целом, кг.

По данным таблицы 2.2 составим таблицу 2.3, где приведём реальные показатели, полученные в ходе лабораторного эксперимента. Выход продуктов найдём по формулам (например, для концентрата), %:

$$\gamma_К=(M_К/M)\cdot 100\ \%, \quad (2.2)$$

где $M_К$, M – соответственно массы концентрата и исходного угля.

Таблица 2.3 – Результаты разделения угля на отсадочной машине

Продукт	Масса, кг	Выход, %	Зольность, %
Концентрат	50	45,46	8,60
Промпродукт	20	18,18	38,50
Итого:	**70**	**63,64**	**17,14**
Порода	40	36,36	76,25
Исходный уголь	**110**	**100,00**	**38,62**

Зольность по продуктам рассчитана как средневзвешенное значение зольностей фракций, %:

$$A^d = \sum_{i=1}^{n}\left(\gamma_j A_i^d\right) \Big/ \sum_{i=1}^{n}\gamma_i, \quad (2.3)$$

где i – индекс i-ой фракции.

Так, для концентрата

$$A^d_К = \frac{72\cdot 5+14\cdot 10+10\cdot 20+2\cdot 30+2\cdot 50+0\cdot 80}{72+14+10+2+2+0} = \frac{860}{100} = 8{,}60\ \%.$$

Для остальных продуктов зольность определяют аналогично.

Таким образом, при реальном разделении получены следующие показатели: для концентрата: выход – 45,46 %, зольность – 8,60 %; для промпродукта: выход – 18,18 %; зольность – 38,50 %; для породы: выход – 36,36 %; зольность – 76,25 %.

Чтобы оценить, насколько хорошо проведено обогащение в

конкретном опыте на конкретном аппарате при конкретных настройках, надо сопоставить эти показатели с теми, какие можно получить в пределе гравитационным методом, обогащая данный уголь данной крупности (т. е. без дополнительного раскрытия). Для этого требуется построить кривые обогатимости. Перед построением кривых рассчитаем их в таблице 2.4 для исходного угля, используя столбцы ***11***, ***12*** (таблица 2.2).

Таблица 2.4 – Расчёт кривых обогатимости

Фракция, кг/м^3	**Элементарные фракции, %**		**Всплывшие (концентрат), %**		**Потонувшие (хвосты), %**	
	выход	**зольность**	**выход**	**зольность**	**выход**	**зольность**
<1300	32,7	5	32,7	5	100,0	**38,62**
1300-1400	6,4	10	39,1	5,8	67,3	54,9
1400-1500	7,3	20	46,4	8,0	60,9	59,7
1500-1600	10,0	30	56,4	11,9	53,6	65,1
1600-1700	10,0	50	66,4	17,7	43,6	73,1
>1700	33,6	80	100,0	**38,62**	33,6	80,0
Итого:	**100,0**	**38,62**	-	-	-	-

Кривые обогатимости строятся по известным методикам по результатам таблицы 2.4. Далее сравним результаты опыта на отсадочной машине с идеальными, полученными по кривым обогатимости. По кривым для тех же зольностей $A^d_К$=12,3 %, $A^d_П$=76,25 % можно определить плотности разделения, $\gamma_К$, $\gamma_П$, а затем рассчитать $\gamma_{ПП}$ и $A^d_{ПП}$, используя уравнения баланса:

$$\gamma_К + \gamma_П + \gamma_{ПП} = 100; \qquad (2.4)$$

$$\gamma_К \cdot A^d_К + \gamma_П \cdot A^d_П + \gamma_{ПП} \cdot A^d_{ПП} = A^d_И \cdot 100 \ , \qquad (2.5)$$

где неизвестны в двух уравнениях $\gamma_{ПП}$, $A^d_{ПП}$.

Сепарационные характеристики – это зависимости извлечения фракций в продукты от среднего значения признака разделения во фракциях, их можно определить по однотипным формулам, %:

$$\varepsilon_К(\rho_i) = \frac{M_К(\rho_i)}{M_И(\rho_i)} \cdot 100;$$

$$\varepsilon_П(\rho_i) = \frac{M_П(\rho_i)}{M_И(\rho_i)} \cdot 100; \qquad (2.6)$$

$$\varepsilon_{ПП}(\rho_i) = \frac{M_{ПП}(\rho_i)}{M_И(\rho_i)} \cdot 100.$$

Поскольку сепарационные характеристики связаны балансовыми соотношениями, для конечных продуктов схемы (рисунок 2.1) можно записать, %:

$$\varepsilon_К(\rho_i) + \varepsilon_П(\rho_i) + \varepsilon_{ПП}(\rho_i) = 100 \qquad (2.7)$$

или для операций

$$\varepsilon_К(\rho_i) + \varepsilon_{ПП}(\rho_i) = \varepsilon_М(\rho_i); \qquad (2.8)$$

$$\varepsilon_М(\rho_i) + \varepsilon_П(\rho_i) = 100. \qquad (2.9)$$

Вычислив сепарационные характеристики по каналам концентрата $\varepsilon_К(\rho)$ и породы $\varepsilon_П(\rho)$, по балансу можно определить оставшиеся $\varepsilon_{ПП}(\rho)$, $\varepsilon_М(\rho)$. Если сепарационную характеристику по промпродукту относить к исходному, то она будет иметь колоколообразный вид, если же её отнести к питанию операции (т. е. к питанию 2-го отделения отсадочной машины), она примет привычный вид. Составим таблицу 2.5 для расчёта сепарационной характеристики.

Таблица 2.5 – Расчёт сепарационных характеристик для схемы (рисунок 2.1), %

Фракция, кг/м^3		**К исходному**				**К питанию 2-го отделения отсадочной машины**	
интервал	**среднее значение**	$\varepsilon_К(\rho)$	$\varepsilon_П(\rho)$	$\varepsilon_{ПП}(\rho)$	$\varepsilon_{Мс}(\rho)$	$\varepsilon_К^М(\rho)$	$\varepsilon_{ПП}^М(\rho)$
1200-1300	1250	100,0	0	0	100,00	100,0	0
1300-1400	1350	100,0	0	0	100,00	100,0	0
1400-1500	1450	62,5	0	37,50	100,00	62,5	37,5
1500-1600	1550	9,1	0	90,90	100,00	9,1	90,9
1600-1700	1650	9,1	45,45	45,45	54,55	16,7	83,3
1700-3000	2350	0	94,60	5,40	5,41	0	100,0

По результатам расчётов не составляет труда построить графики сепарационных характеристик, на одном рисунке по отношению к исходному, на другом – по отношению к питанию 2-го отделения отсадочной машины.

Анализируя результаты расчётов, можно объяснить более высокие технологические показатели, полученные по кривым обогатимости, где предполагается использование идеального сепаратора, чем на реальной отсадочной машине. В частности, в данном опыте можно прийти к выводу, что неэффективно выполнен второй приём разделения с получением концентрата и промпродукта.

Лабораторная работа № 3.
Экспериментальное изучение изменения сепарационных характеристик магнитного сепаратора при изменении напряжённости магнитного поля

Рассчитать и построить фракционные характеристики продуктов и сепарационную характеристику магнитного сепаратора с электромагнитной системой. Проанализировать, как влияет на вид сепарационной характеристики (на границу и величину Ерт) изменение производительности и напряжённости магнитного поля в зоне разделения.

Элементы теории и ход выполнения

Фракционные и сепарационные характеристики – функции признака разделения. Однако не всегда разделение на фракции можно провести непосредственно по граничному значению признака. Зачастую его нельзя с достаточной точностью измерить и настроить. В таких случаях используют некий регулируемый параметр сепаратора, коррелированный с признаком разделения. Поскольку для прогноза и анализа нет необходимости осуществлять перевод значения регулировочного параметра в значение признака разделения, да и не всегда это возможно, формально регулировочный параметр отождествляют с признаком разделения. Тогда фракционные и сепарационные характеристики становятся функциями регулировочного параметра. Однако надо всегда помнить, каков истинный признак разделения, как и почему он связан с регулировочным параметром. Таким примером является магнитная восприимчивость вещества, которую трудно измерить.

Чтобы изменить границу разделения магнитного сепаратора, нужно изменить напряжённость магнитного поля в зоне сепарации. Это достигается перемещением зоны разделения относительно магнитной системы, либо (при электромагнитной системе) изменением тока, протекающего через катушку. В последнем случае регулировочным параметром, связанным с граничным значением признака разделения – удельной магнитной восприимчивостью является сила тока, протекающего через катушку электромагнитной системы магнитного сепаратора.

Проведение работы основано ещё на одном предположении. Считается, что при очень малой производительности сепаратора,

(это достигается за счёт снижения скорости подачи материала), можно избежать взаимных соударений частиц, т. е. провести разделение в свободных условиях. Таким образом, удаётся работу аппарата перевести в режим идеального сепаратора со ступенчатой сепарационной характеристикой. Сепаратор из обогатительного аппарата превращается в анализатор, с помощью которого можно разделить материал на фракции. В данной работе один и тот же сепаратор используется и как обогатительный аппарат, и как анализатор.

Режим обогащения соответствует производительности, близкой к номинальной в пределах технической характеристики сепаратора. В таком режиме его сепарационная характеристика отличается от ступенчатой, причём, чем выше производительность, тем сильнее отличия.

Одной из задач данной работы является установление влияния производительности аппарата на вид сепарационной характеристики. Для этого ставятся два опыта с одной и той же рудой при одинаковых настройках магнитного сепаратора с электромагнитной системой (производительность и силу тока указывает преподаватель в ходе выполнения работы). Навески для отдельных опытов получают после перемешивания сокращением на желобчатом делителе единой пробы руды. Полученные магнитный и немагнитный продукт взвешиваются. Затем каждый продукт анализируется на том же сепараторе, но при минимальной производительности.

Часто масса полученного продукта слишком велика для анализа. Поэтому от продукта принято отбирать пробу (то есть часть материала) и на них выполнять фракционирование. Тогда при расчёте сепарационных характеристик массы фракций в пробах продуктов необходимо пересчитать на массы этих фракций в самих продуктах.

В работе рассмотрены оба варианта расчёта.

Каждая из проб при последовательном изменении (увеличении) силы тока фракционируется, предпочтительным является повторное разделение немагнитного продукта с постоянным увеличением силы тока, т. е. в готовые фракции выделять магнитные продукты фракционирования.

Если поставить ещё один опыт, не меняя производительность, изменив лишь силу тока, протекающего через катушку магнитного сепаратора, можно добиться перемещения границы разделения. Методика этого опыта совершенно такая же.

В таблице 3.1 приведён пример записи результатов опытов по

обогащению одной и той же руды при различных режимах по силе тока и производительности.

Таблица 3.1 – Пример результатов обогащения одной и той же руды при различных настройках магнитного сепаратора

Продукт	I_1=1 А	I_2=3 А	I_3=5 А
	масса, г	масса, г	масса, г
магнитный	420,5	446,5	618,0
немагнитный	579,5	553,5	382,0
исходный	1000,0	1000,0	1000,0

В таблице 3.2 приведены результаты фракционирования продуктов для опыта I_3=5 А и расчёт сепарационной характеристики, полученных условий этого опыта.

Таблица 3.2 – Пример расчёта сепарационной характеристики сепаратора (по результатам анализа в режиме идеального сепаратора)

Фракция, ΔI, А		Условия опыта: I_3=5 А				
		Масса продукта, г			Извлечение, д. ед.	
		М (магнитного)	Н (немагнитного)	И (исходного)	$\varepsilon_М(I_i)$	$\varepsilon_Н(I_i)$
<0,05 (м. фр.)	m_i	5,88	0,00	3,64	1,0000	0,0000
	M_i	18,2	0,00	18,20		
0,05-0,1 (м. фр.)	m_i	23,53	0,00	14,54	1,0000	0,0000
	M_i	72,70	0,00	72,7		
0,1-0,2 (м. фр.)	m_i	28,43	1,60	18,18	0,9663	0,0337
	M_i	87,84	3,06	90,90		
0,2-0,5 (м. фр.)	m_i	41,18	4,80	27,28	0,9328	0,0672
	M_i	127,23	9,17	136,40		
0,5-1 (м. фр.)	m_i	52,41	10,40	36,36	0,8908	0,1092
	M_i	161,94	19,86	181,8		
1-2 (м. фр.)	m_i	34,38	15,80	27,28	0,7787	0,2213
	M_i	106,22	30,18	136,40		
2-5 (м. фр.)	m_i	10,62	78,00	36,36	0,1805	0,8195
	M_i	32,82	148,98	181,8		
>5 (5-10) (нм. фр.)	m_i	3,57	89,40	36,36	0,0608	0,9392
	M_i	11,05	170,75	181,80		
Итого:	$\boldsymbol{m}$	**200,00**	**200,00**	**200,00**	–	–
	$\boldsymbol{M}$	**618,00**	**382,00**	**1000,0**		

В таблице 3.2 приняты следующие условные обозначения:
м. фр., – магнитная фракция, нм. фр., – немагнитная фракция;

M_i – масса i-й фракции в продукте, от которого отобрана проба в исходном материале;

m_i – масса i-ой фракции в пробе, отобранной от продукта;

M – масса продукта, от которого отобрана проба;

m – масса пробы от продукта;

$M_j = m_j / (m/M)$.

Сепарационные характеристики могут быть рассчитаны по фракциям по формулам:

$$\varepsilon_{\text{М}}(I_i) = \frac{M_{\text{М}}(I_i)}{M_{\text{М}}(I_i) + M_{\text{Н}}(I_i)} = \frac{M_{\text{М}}(I_i)}{M_{\text{И}}(I_i)}$$

или

$$\varepsilon_{\text{Н}}(I_i) = \frac{M_{\text{Н}}(I_i)}{M_{\text{М}}(I_i) + M_{\text{Н}}(I_i)} = \frac{M_{\text{Н}}(I_i)}{M_{\text{И}}(I_i)}, \qquad (3.1)$$

где $M_{\text{М}}(I_i)$, $M_{\text{Н}}(I_i)$, $M_{\text{И}}(I_i)$ – массы i-ой фракции, соответственно, в пробах магнитного, немагнитного и исходного продуктов (отнесенные к пробе).

На рисунке 3.1 построены сепарационные характеристики аппарата и на примере одной из них даны пояснения по определению границы разделения и величины *Epm*, определяющей качество (крутизну) сепарационной характеристики.

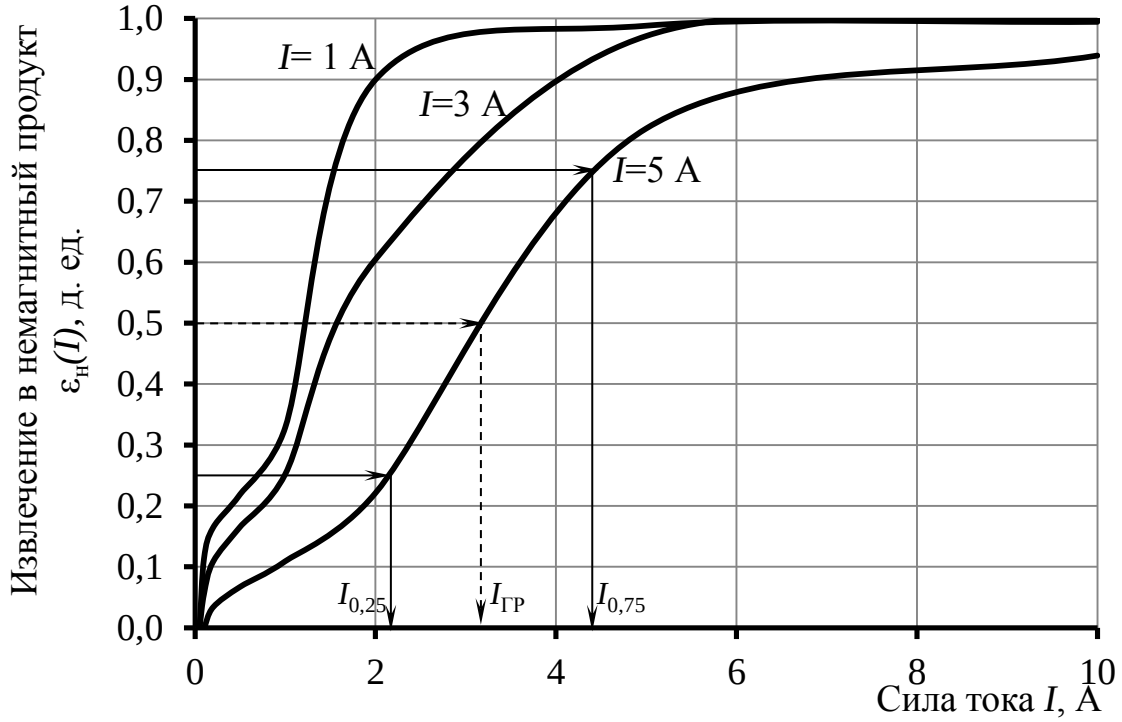


Рисунок 3.1 – Сепарационные характеристики магнитного сепаратора при разных режимах

Следует напомнить, что *Epm* (среднее вероятное отклонение) можно найти по формуле:

$$Epm = \left| I_{0,75} - I_{0,25} \right| / 2, \qquad (3.2)$$

где $I_{0,75}$, $I_{0,25}$ – значения силы тока, при которых вероятен переход в продукт 0,75 и 0,25 д. ед. частиц.

Для сопоставления *Epm* целесообразно перевести в относительные значения:

$$Epm^{\text{ОТН}} = Epm / I_{\text{ГР}}, \qquad (3.3)$$

где $I_{\text{ГР}}$ – граничное значение силы тока

Граница по характеристике (фактически полученная) может не совпадать с границей настройки.

Получив значения *Epm*, $I_{\text{ГР}}$ для различных режимов сепарации, необходимо сделать соответствующие выводы.

Фракционные характеристики исходного, а также полученных магнитных и немагнитных продуктов построить самостоятельно по аналогии с предыдущей работой, для этого нужно воспользоваться столбцами выходов таблицы 3.2, разделив каждое фракционное значение выхода на ширину интервала признака разделения. В итоге получаются значения плотности распределения вероятности материала по фракциям $w(I)$. Исходные характеристики представить в виде гистограмм или сглаженных кривых (полигонов).

Сопоставив вид фракционных характеристик между собой, сделать вывод о преобладании тех или иных фракций в продуктах.

Лабораторная работа № 4.
Экспериментальное определение сепарационной характеристики рентгенорадиометрического сепаратора

Экспериментально получить сепарационную характеристику лабораторного рентгенорадиометрического сепаратора СРФ-100Л.

Элементы теории и ход выполнения

Сепарационная характеристика аппарата позволяет судить о потенциальном качестве разделения сырья на данном аппарате. Сепарационная характеристика – это зависимость извлечения фракции в продукт разделения от среднего значения признака разделения фракций.

Сепарационные характеристики аппаратов, разделяющих по информационным признакам, имеют особенности, связанные с вероятностным характером прохождения разделяемых частиц через зону измерения. Это особо проявляется в сепараторах с односторонним «осмотром». К такому виду сепараторов относятся рентгенорадиометрические (рентгенофлуоресцентные) сепараторы.

Поскольку однократного измерения значения аналитического параметра при вероятностном характере прохождения для толкования его как признака разделения недостаточно, в дальнейшем будем полагать признаком разделения куска среднее значение аналитического параметра, определённое по нескольким измерениям при динамических (или статических с последующим переходом к динамическим) условиях. Поэтому первым этапом данной работы должно быть экспериментальное разделение пробы на сепараторе, вторым – измерение признака разделения кусков полученных продуктов (концентрата и хвостов), третьим – расчёт сепарационной характеристики.

Работа выполняется в следующем порядке:

1. Произвести отбор пробы руды (100 кусков) крупностью -100+50 или -50+25 мм. Все куски пронумеровать и взвесить.

2. Выбрать формулу аналитического параметра на основе анализа рентгеновских спектров богатых и бедных кусков пробы.

3. Пропустить общую пробу через рентгенорадиометрический сепаратор, настроенный на высокую производительность, установив рекомендованные преподавателем значения границы разделения. Опыты провести с получением концентрата и хвостов (в режиме удаления богатых кусков).

4. С каждого куска концентрата и хвостов снять пять значений аналитического параметра или в статическом, или в динамическом режиме, рассчитать среднее значение.

5. Заполнить таблицу 4.1, располагая куски концентрата в порядке возрастания среднего значения аналитического параметра.

В эту же таблицу занести результаты их взвешивания и расчётов значений аналитического параметра. Аналогично провести измерения для хвостов.

6. Определить усреднённые минимальное и максимальное значения аналитического параметра среди всех кусков обоих продуктов. Разбить данный диапазон на 10 интервалов с девятью промежуточными границами (ширина интервалов может быть различной). Границы фракций по концентрату и по хвостам должны быть одинаковыми.

Число фракций может быть изменено преподавателем.

Таблица 4.1 – Реестр кусков концентрата и хвостов

Номер куска	**Масса куска, кг**	**Значение аналитического параметра в отдельном измерении**					**Среднее значение аналитического параметра**
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	
Концентрат							
…	…	…	…	…	…		…
…	…	…	…	…	…		…
Хвосты							
…	…	…	…	…	…		…
…	…	…	…	…	…		…

7. Все обмеренные куски обоих продуктов распределить по десяти введённым фракциям. При малом количестве кусков в отдельных фракциях их можно объединять с соседними, расширяя границы, тогда число фракций уменьшится. Результаты занести в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Расчёт сепарационной характеристики

Номер фракции	1	2	3	…	9	10
Границы фракции, отн. ед.						
Среднее значение аналитического параметра во фракции $P_{i\text{ср}}$, отн. ед.						
Масса фракций концентрата, кг						
Масса фракций хвостов, кг						
Масса фракций исходной руды, кг						
Вероятность перехода в концентрат i-й фракции, $E_{\text{к}i}$, %						

8. Для исходной пробы найти суммарные массы фракций и массу самой исходной пробы по формулам:

$$M_{\text{исх фр }i} = M_{\text{К фр }i} + M_{\text{Х фр }i}; \quad (4.1)$$

$$M_{\text{исх}} = \Sigma\, M_{\text{исх фр }i}\,, \quad (4.2)$$

где i – порядковый номер фракции.

9. Определить выход концентрата, %:

$$\gamma_{\text{К}} = 100 \cdot M_{\text{К}} / M_{\text{исх}}. \quad (4.3)$$

10. Для каждой i-й фракции рассчитать вероятность перехода частиц в концентрат, %:

$$E_{\text{К}i} = 100 \cdot M_{\text{К фр }i} / M_{\text{исх фр }i} \quad (4.4)$$

и занести их в таблицу расчёта сепарационной характеристики рентгенорадиометрического сепаратора.

11. Построить сепарационную характеристику $E_K=f(P_{icp})$ по точкам E_{Ki} и P_{icp}, где P_{icp} – среднее значение аналитического параметра для i-й фракции, которое находят по максимальному и минимальному значениям аналитического параметра фракции (по границам фракции) $P_{icp} = (P_{imax} + P_{imin})/2$.

12. Определить по построенной характеристике границу разделения и величину среднего вероятного отклонения *Epm*. Из анализа сепарационной характеристики определить границы зоны нечувствительности.

13. В отчёте привести результаты расчётов и график сепарационной характеристики. Сделать выводы о виде полученной сепарационной характеристики. Сопоставить настроенную перед разделением и фактически полученную границу разделения.

Лабораторная работа № 5. Фракционирование руды на рентгенофлуоресцентном сепараторе с получением кривых разделения

Освоить методику фракционирования руды на лабораторном рентгенофлуоресцентном сепараторе СРФ-100Л, рассчитать и построить кривые разделения.

Элементы теории и ход выполнения

По результатам испытаний обогатимости руды на сепараторе можно осуществить прогноз потенциальных технологических показателей. Поскольку по однократно проведённому опыту невозможно правильно выбрать граничное значение признака разделения, целесообразно поставить несколько опытов с изменением границы разделения и разделением исходной пробы на фракции, например, с увеличением граничного значения признака при условии прямой связи между признаком и массовой долей компонента (схема приведена на рисунке 5.1).

1. Разделению предшествует определение по описанным ранее методикам формулы аналитического параметра, подходящего для данного вида сырья, и выбор вариантов граничных значений. Они могут корректироваться после проведения отдельных опытов.

2. Далее устанавливается первое значение границы разделения на компьютере сепаратора и проводится опыт с выделением наиболее

богатой фракции (обычно того продукта, предполагаемый выход которого меньше). Выделенная первая фракция выводится из процесса. Дальнейшие опыты проводятся с оставшимися продуктами. Так выделяется нужное число продуктов.

3. Каждый выделенный продукт взвешивают, дробят, сокращают, истирают и доводят до навески анализа. Массовая доля определяется химическим или рентгеноспектральным методом.

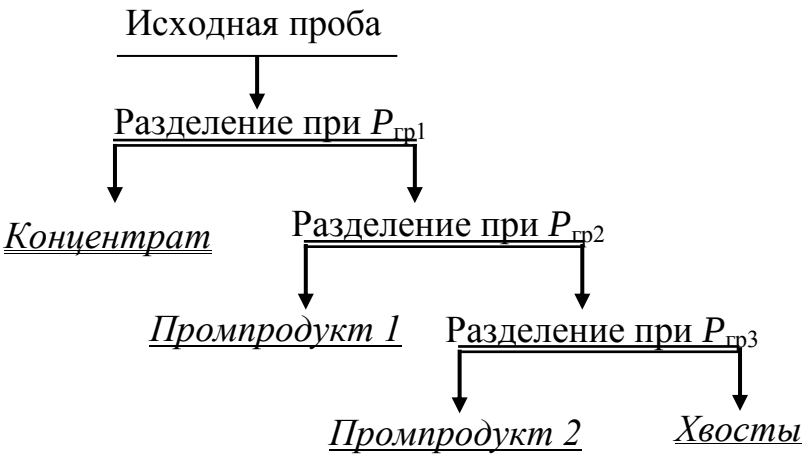


Рисунок 5.1 – Схема разделения исходной пробы на продукты (фракции)

4. В таблицу 5.1 вносят массы продуктов и массовые доли компонента в них, затем выполняют необходимые расчёты.

Таблица 5.1 – Результаты разделения пробы на несколько продуктов (фракций)

Граничное значение аналитического параметра	**Продукт (фракция)**	**Элементарные продукты**			**Суммарный концентрат**		**Суммарные хвосты**	
		масса, кг	**выход, %**	**массовая доля, %**	**выход, %**	**массовая доля, %**	**выход, %**	**массовая доля, %**
$P_{гр1}$	Концентрат						100	α
$P_{гр2}$	Промпродукт 1							
$P_{гр3}$	Промпродукт 2							
…	…							
$P_{грn}$	Хвосты				100	α		
	Итого	Σm_i	100	α	–	–	–	–

5. Анализируя технологические показатели разделения, определить, к каким продуктам (концентрату или хвостам) следует отнести промпродуктовые фракции. Если массовая доля компонентов в промпродуктах значительно отличается от массовой доли компонента в

концентрате или хвостах, его не следует присоединять ни к одному из них.

6. В отчёте необходимо привести схему разделения, таблицу результатов и построить кривые разделения $\gamma_К=(P_{гр})$; $\gamma_Х=(P_{гр})$; $\beta=(P_{гр})$; $\vartheta=(P_{гр})$; $\varepsilon_К=(P_{гр})$; $\varepsilon_Х=(P_{гр})$, далее следует сделать выводы о возможности разделения данного сырья рентгенофлуоресцентным методом с целью получения богатого концентрата или бедных хвостов.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. *Тихонов О. Н.* Теория разделения минералов / О. Н. Тихонов. – Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПБ, 2008. – 514 с.
2. *Цыпин Е. Ф.* Моделирование обогатительных процессов и схем: учебник / Е. Ф. Цыпин, [и др.] – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1996. – 368 с.

Учебное издание

Евгений Федорович Цыпин

Татьяна Юрьевна Овчинникова

ТЕОРИЯ РАЗДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ

Лабораторный практикум
по дисциплине «Теория разделения минералов»
для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения

Редактор *И. А. Крестьянинова*

Компьютерная вёрстка: *Т. Ю. Овчинниковой*

Подписано в печать 23.05.2019 г.
Бумага писчая. Формат 60 × 84 $^{1/16}$
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 1,44. Уч.-изд. л. 0,725. Тираж 100 экз. Заказ №39

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

**Министерство науки
и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный
горный университет»**

Е. Ф. Цыпин, Т. Ю. Овчинникова

ТЕОРИЯ РАЗДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ

Практикум
по дисциплине «Теория разделения минералов»
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Екатеринбург – 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией
горно-механического
факультета
«22» апреля 2019 г.

Председатель комиссии
_____проф. В. П. Барановский

Е. Ф. Цыпин, Т. Ю. Овчинникова

ТЕОРИЯ РАЗДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ

Практикум
по дисциплине «Теория разделения минералов»
для студентов специализации
«Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

Ц 96

Рецензент: *А. Е. Пелевин*, доктор технических наук,
профессор кафедры обогащения полезных ископаемых УГГУ.

Практикум рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых» 17 апреля 2019 г. (протокол № 7)
и рекомендован для издания в УГГУ.

Цыпин Е. Ф., Овчинникова Т. Ю.

Ц 96 Теория разделения минералов: практикум /Е. Ф. Цыпин, Т. Ю. Овчинникова; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 27 с.

Практикум составлен в соответствии с учебной программой курса «Теория разделения минералов» и содержит элементы теории, примеры решения задач и варианты заданий для самостоятельной работы. Решение задач способствует освоению навыков расчёта и прогноза технологических показателей разделения по результатам фракционного анализа, расчёта и построения сепарационных характеристик аппаратов и схем, а также навыков составления принципиальных и оптимальных схем разделения.

Предназначено для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых» специальности 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения.

© Цыпин Е. Ф., Овчинникова Т. Ю., 2019
© Уральский государственный
горный университет, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ФОРМУЛЫ 4
ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ 9
Задача № 1. Получение, расчёт и построение кривых обогатимости ... 9
Задача № 2. Прогноз технологических показателей обогащения при идеальном разделении 12
Задача № 3. Прогноз технологических показателей обогащения с учётом сепарационной характеристики аппарата 14
Задача № 4. Расчёт и построение сепарационной характеристики аппарата по известным фракционным характеристикам продуктов... 15
Задача № 5. Сепарационная характеристика схемы 16
Задача № 6. Расчёт технологических показателей и построение схемы разделения для заданного двумерного фракционного состава 18
Задача № 7. Построение варианта оптимальной принципиальной схемы обогащения руды для заданного двумерного фракционного состава 20
ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ 22

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ФОРМУЛЫ

Определения основных технологических показателей разделения даны на примере операции разделения с двумя получаемыми продуктами (рисунок 1).

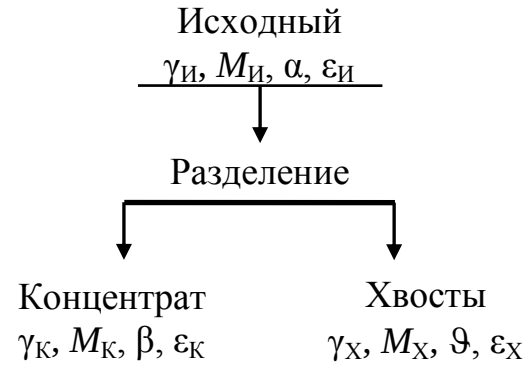


Рисунок 1 – К определению основных технологических показателей разделения

При разделении материала по ценному компоненту принято считать концентратами продукты, с большей массовой долей полезного компонента, а хвостами – с меньшей. В том случае, если оценка показателей обогащения ведётся по массовой доле вредной примеси, то концентратами считают продукты, с меньшим содержанием вредных примесей, а хвостами – с большей. Примером может служить обогащение углей, где малое содержание вредной примеси – золы, а, следовательно, и зольность продуктов меньше для концентратов и больше для хвостов.

Выход продукта **(γ)** – это отношение массы полученного продукта (концентрата – $M_К$ или хвостов – $M_Х$) к массе переработанного материала ($M_И$), выраженное в долях единицы или в процентах:

$$\gamma_к = \frac{M_К}{M_И}, \quad \text{д. ед.} \qquad \gamma_к = \frac{M_К}{M_И} \cdot 100\,\%; \tag{1}$$

$$\gamma_х = \frac{M_Х}{M_И}, \quad \text{д. ед.} \qquad \gamma_х = \frac{M_Х}{M_И} \cdot 100\,\%. \tag{2}$$

При фракционировании продуктов необходимо определять выход i-й фракции:

$$\gamma_i = m_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} m_i, \quad \text{д. ед.} \qquad \gamma_к = \left(m_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} m_i \right) \cdot 100\,\%; \tag{3}$$

где m_i – масса i-й фракции, всего фракций n.

Извлечение компонента в продукт **(ε)** – это отношение массы компонента в продукте к массе компонента в переработанном материале, выраженное в долях единицы или в процентах:

$$\varepsilon_к = \frac{M_К \cdot \beta}{M_И \cdot \alpha}, \quad \text{д. ед.} \qquad \varepsilon_к = \frac{M_К \cdot \beta}{M_И \cdot \alpha} \cdot 100\,\%; \tag{4}$$

$$\varepsilon_х = \frac{M_Х \cdot \vartheta}{M_И \cdot \alpha}, \quad \text{д. ед.} \qquad \varepsilon_х = \frac{M_Х \cdot \vartheta}{M_И \cdot \alpha} \cdot 100\,\%. \tag{5}$$

Уравнения баланса, вытекающие из закона сохранения массы, могут записываться для масс, выходов, количества компонента или извлечений:

$$\begin{gathered} M_К + M_Х = M_И; \\ \gamma_К + \gamma_Х = \gamma_И; \\ \gamma_К \cdot \beta + \gamma_Х \cdot \vartheta = \gamma_И \cdot \alpha; \\ \varepsilon_К + \varepsilon_Х = \varepsilon_И. \end{gathered} \tag{6}$$

Для обособленной операции или схемы в целом $\gamma_И$=1 д. ед. или 100 %; $\varepsilon_И$=1 д. ед. или 100 %.

Для операции, являющейся частью схемы, различают выходы продуктов и извлечения компонентов в продукты в двух вариантах: первый – по отношению к питанию данной операции, тогда $\gamma_И$ и $\varepsilon_И$ равны 1 (рисунок 2); второй – по отношению к питанию схемы (сквозные), тогда $\gamma^{и}_{И_j}$ и $\varepsilon^{и}_{И_j}$ могут быть не равны 1.

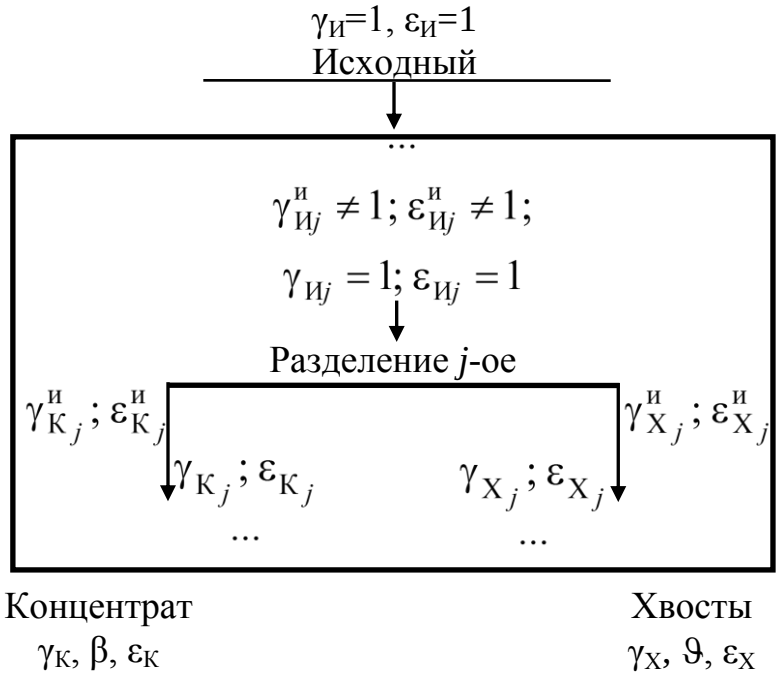


Рисунок 2 – К объяснению различий выхода и извлечения по отношению к питанию схемы и к питанию операции

Для схемы на рисунке 2 справедливы соотношения:

$$\gamma^{\text{и}}_{\text{К}j} = \gamma_{\text{К}j} \cdot \gamma^{\text{и}}_{\text{И}j}; \qquad \varepsilon^{\text{и}}_{\text{К}j} = \varepsilon_{\text{К}j} \cdot \varepsilon^{\text{и}}_{\text{И}j},$$

где $\gamma_{\text{К}j}$, $\varepsilon_{\text{К}j}$ – соответственно частные выход концентрата по отношению к питанию *j*-ой операции и извлечение компонента в концентрат по отношению к питанию *j*-й операции; $\gamma^{\text{и}}_{\text{И}j}, \varepsilon^{\text{и}}_{\text{И}j}$ – соответственно выход и извлечение для питания в *j*-й операции по отношению к питанию схемы; $\gamma^{\text{и}}_{\text{К}j}, \varepsilon^{\text{и}}_{\text{К}j}$ – соответственно выход и извлечение для концентрата по отношению к питанию схемы.

Для хвостов формулы аналогичны.

Фракция – это совокупность частиц, находящихся внутри максимального и минимального значений границ фракции. Частицы одной фракции близки по свойствам.

Плотность распределения – это функция, задающая вероятность существования частиц с различными значениями признака разделения (свойства) в данном материале.

Фракционный состав материала характеризуется частными выходами отдельных фракций γ_i с интервалом фракционирования $\Delta\xi_i$ или плотностью распределения частиц материала по свойству ξ (признаку разделения) – $w(\xi)$ и содержаниями компонента в отдельных фракциях $\alpha(\xi_{\text{ср}i})$ или $\alpha(\xi)$. Они связаны между собой следующими соотношениями:

для случая дискретного задания на *i*-м интервале:

$$\gamma_i = w(\xi_i) \cdot \Delta\xi;$$

для случая непрерывного задания:

$$\mathrm{d}\gamma = w(\xi)\, \mathrm{d}\xi.$$

При известных выходе и ширине интервала фракционирования плотность распределения может быть определена как, (у. ед.)$^{-1}$

$$w(\xi_i) = \frac{\gamma_i}{\Delta\xi_i} = m_i \Big/ \left(\left(\sum_{i=1}^{n} m_i \right) \cdot \Delta\xi_i \right).$$

α-, β-, ϑ-*функции* – это зависимости массовой доли компонента во фракции от среднего значения признака разделения фракции $\xi_{\text{ср}i}$ в исходном продукте, концентрате или хвостах.

Массовая доля компонента в материале (пробе, продукте) находится как средневзвешенная величина по отношению к содержаниям

и массам (выходам) отдельных *i*-х фракций:

$$\alpha = \left(\sum_{i=1}^{n} m_i \alpha_i\right) \Big/ \left(\sum_{i=1}^{n} m_i\right) = \left(\sum_{i=1}^{n} \gamma_i \alpha_i\right) \Big/ \left(\sum_{i=1}^{n} \gamma_i\right) = \\ = \left(\int_{\xi_{min}}^{\xi_{max}} w_{И}(\xi)\, \alpha(\xi)\, d\xi\right) \Big/ \left(\int_{\xi_{min}}^{\xi_{max}} w_{И}(\xi)\, d\xi\right), \quad (7)$$

где i – порядковый номер фракции, всего их n; ξ_{min}, ξ_{max} – соответственно минимальное и максимальное значения признака разделения (свойства) в материале (пробе).

Прогноз технологических показателей обогащения при идеальном разделении

При идеальном разделении полагаем, что все частицы, имеющие значение признака разделения в пределах от минимального до граничного ($\xi_{min} \div \xi_{гр}$) попадут в хвосты, а от граничного до максимального ($\xi_{гр} \div \xi_{max}$) – в концентрат. Тогда, технологические показатели обогащения могут быть вычислены при известных средних значениях плотности распределения исходного материала на i-м интервале $w_{И}(\xi_i)$, α-функции и ширине интервала изменения признака – $\Delta\xi_i$.

$$\gamma_{И} = \gamma_{К} + \gamma_{Х};\ \gamma_{К} = \sum_{i_{гр}}^{i_{max}} w_{И}(\xi_i)\Delta\xi_i = \sum_{i_{гр}}^{i_{max}} \gamma_{И i};\ \gamma_{Х} = \sum_{i_{min}}^{i_{гр}} w_{И}(\xi_i)\Delta\xi_i = \sum_{i_{min}}^{i_{гр}} \gamma_{И i};$$

$$\alpha = \gamma_{И}^{-1} \sum_{i_{min}}^{i_{max}} w_{И}(\xi_i)\alpha(\xi_i)\Delta\xi_i = \gamma_{И}^{-1} \sum_{i_{min}}^{i_{max}} \gamma_{И i}\alpha_i;$$

$$\beta = \gamma_{К}^{-1} \sum_{i_{гр}}^{i_{max}} w_{И}(\xi_i)\alpha(\xi_i)\Delta\xi_i = \gamma_{К}^{-1} \sum_{i_{гр}}^{i_{max}} \gamma_{И i}\alpha_i \text{ или } \beta = \left(\sum_{i_{гр}}^{i_{max}} m_{И i}\alpha_i\right) \Big/ \left(\sum_{i_{гр}}^{i_{max}} m_{И i}\right); \quad (8)$$

$$\vartheta = \gamma_{Х}^{-1} \sum_{i_{min}}^{i_{гр}} w_{И}(\xi_i)\alpha(\xi_i)\Delta\xi_i = \gamma_{Х}^{-1} \sum_{i_{min}}^{i_{гр}} \gamma_{И i}\alpha_i \text{ или } \vartheta = \left(\sum_{i_{min}}^{i_{гр}} m_{И i}\alpha_i\right) \Big/ \left(\sum_{i_{min}}^{i_{гр}} m_{И i}\right).$$

Прогноз технологических показателей обогащения с учётом сепарационной характеристики аппарата

При реальном разделении неизбежно взаимозасорение продуктов из-за несовершенства аппарата. В этом случае результат разделения носит вероятностный характер. Несовершенство аппарата учитывается его сепарационной характеристикой.

Сепарационная характеристика **ε(ξ)** – это преобразующая функция аппарата, характеризующая вероятность перехода той или иной фракции в продукты.

Эта характеристика применяется для количественного прогнозирования результатов обогащения и предсказания фракционного состава продуктов, задает вероятность **извлечения фракции** (извлечение не продукта, а фракции!) в продукт обогащения в зависимости от значения физического признака фракции.

Прогноз технологических показателей обогащения с учётом сепарационной характеристики аппарата осуществляется по следующим формулам:

$$\gamma_{К} = \sum_{i_{min}}^{i_{max}} w_{И}(\xi_i)\varepsilon_{К}(\xi_i)\Delta\xi_i = \sum_{i_{min}}^{i_{max}} \gamma_{И i}\,\varepsilon_{К}(\xi_i);$$

$$\gamma_{Х} = \sum_{i_{min}}^{i_{max}} w_{И}(\xi_i)(1-\varepsilon_{К}(\xi_i))\Delta\xi_i = \sum_{i_{min}}^{i_{max}} \gamma_{И i}\,[1-\varepsilon_{К}(\xi_i)];$$

$$\gamma_{И} = \gamma_{К} + \gamma_{Х};$$

$$\alpha = \gamma_{И}^{-1}\sum_{i_{min}}^{i_{max}} w_{И}(\xi_i)\alpha(\xi_i)\Delta\xi_i = \sum_{i_{min}}^{i_{max}} \gamma_{И i}\,\alpha_i;$$

$$\beta = \gamma_{К}^{-1}\sum_{i_{min}}^{i_{max}} w_{И}(\xi_i)\varepsilon_{К}(\xi_i)\alpha(\xi_i)\Delta\xi_i = \gamma_{К}^{-1}\sum_{i_{min}}^{i_{max}} \gamma_{И i}\,\alpha_i\varepsilon_{К}(\xi_i); \qquad (9)$$

$$\beta = \left(\sum_{i_{min}}^{i_{max}} m_i\,\alpha_i\varepsilon_{К}(\xi_i)\right) \Big/ \left(\sum_{i_{min}}^{i_{max}} m_i\,\varepsilon_{К}(\xi_i)\right);$$

$$\vartheta = \gamma_{Х}^{-1}\sum_{i_{min}}^{i_{max}} w_{И}(\xi_i)(1-\varepsilon_{К}(\xi_i))\alpha(\xi_i)\Delta\xi_i = \gamma_{Х}^{-1}\sum_{i_{min}}^{i_{max}} \gamma_{И i}\,\alpha_i[1-\varepsilon_{К}(\xi_i)];$$

$$\vartheta = \left(\sum_{i_{min}}^{i_{max}} m_i\,\alpha_i[1-\varepsilon_{К}(\xi_i)]\right) \Big/ \left(\sum_{i_{min}}^{i_{max}} m_i\,[1-\varepsilon_{К}(\xi_i)]\right).$$

Сепарационные характеристики по концентрату и хвостам связаны балансовым соотношением:

$$\varepsilon_{К}(\xi) + \varepsilon_{Х}(\xi) = 1. \qquad (10)$$

Сепарационная характеристика схемы

При теоретическом анализе обогатительных циклов вводят два типа схем – канонические и полуканонические. Канонические схемы характеризуются тем, что циркулирующий продукт направляется в «голову» предыдущей операции, в полуканонических схемах все циркулирующие продукты идут в «голову» основной операции. Для таких схем намного легче выводятся формулы сепарационных характеристик, при допущении о равенстве сепарационных характеристик во всех операциях схемы.

В общем виде для схемы, содержащей одну основную (**О**), ***n*** перечистных (**П**) и ***m*** контрольных операций (**К**), сепарационная характеристика по каналу концентрата для любой фракции может быть вычислена по формуле

$$\varepsilon_{\text{К СХ}} = \frac{\varepsilon_{\text{О}}\varepsilon_{\text{П}}^{n}}{\varepsilon_{\text{О}}\varepsilon_{\text{П}}^{n} + (1-\varepsilon_{\text{О}})(1-\varepsilon_{\text{К}})^{m}}, \qquad (11)$$

а по каналу хвостов

$$\varepsilon_{\text{Х СХ}} = \frac{(1-\varepsilon_{\text{О}})(1-\varepsilon_{\text{К}})^{m}}{\varepsilon_{\text{О}}\varepsilon_{\text{П}}^{n} + (1-\varepsilon_{\text{О}})(1-\varepsilon_{\text{К}})^{m}}. \qquad (12)$$

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Задача № 1. Получение, расчёт и построение кривых обогатимости

Рассчитать и построить кривые обогатимости. По кривым определить выходы концентрата и хвостов, массовые доли компонента в них, если граница разделения равна 1700 у. е.

Решение

Расчёт кривых обогатимости осуществляется в табличной форме (таблица 1). Порядок расчёта таков: сначала рассчитывают выходы фракций концентрата и хвостов, а также средневзвешенную массовую долю компонента в каждой из вновь образуемых объединённых фракций. При этом чаще всего продукт с большей массовой долей компонента является концентратом, а с меньшей – хвостами. Расчёт по концентрату ведётся, начиная с фракции с самой большой массовой долей компонента, а по хвостам – наоборот. Если компонент является вредной примесью, то концентратом следует считать

продукт с меньшей массовой долей компонента, тогда, при получении концентрата с минимизацией содержания вредных примесей, названия столбцов концентрата и хвостов меняют местами.

Таблица 1 – Результаты расчёта кривых обогатимости

Признак разделения, у. е.	Элементарные фракции			Концентрат, %		Хвосты, %	
	выход		массовая доля, %	выход	массовая доля	выход	массовая доля
	кг	%					
100-200	39	30	1,0	100	3,0	30	1,0
200-400	26	20	2,0	70	3,9	50	1,4
400-1000	13	10	3,0	50	4,6	60	1,7
1000-2000	26	20	4,0	40	5,0	80	2,3
2000-4000	26	20	6,0	20	6,0	100	3,0
Итого:	**130**	**100**	**3,0**	–	–	–	–

Когда с увеличением значения признака разделения массовая доля полезного компонента уменьшается, фракции по признаку разделения в таблице следует располагать в порядке убывания.

Пример расчёта выхода концентратной фракции:

$$\gamma^{к}_{1000\text{-}4000} = \gamma^{э}_{2000\text{-}4000} + \gamma^{э}_{1000\text{-}2000} = 20 + 20 = 40\ \%.$$

Пример расчёта массовой доли концентратной фракции:

$$\beta^{к}_{1000\text{-}4000} = \left(\gamma^{э}_{2000\text{-}4000} \cdot \beta^{э}_{2000\text{-}4000} + \gamma^{э}_{1000\text{-}2000} \cdot \beta^{э}_{1000\text{-}2000}\right) / \left(\gamma^{э}_{2000\text{-}4000} + \gamma^{э}_{1000\text{-}2000}\right) =$$

$$= \left(20 \cdot 6{,}0 + 20 \cdot 4{,}0\right) / \left(20 + 20\right) = 5{,}0\ \%.$$

где $\gamma^{к}_{1000\text{-}4000}$ – выход концентратной фракции в % для значения признака 1000-4000 у. е.; $\gamma^{э}_{2000\text{-}4000}, \gamma^{э}_{1000\text{-}2000}$ – выходы элементарных фракций, входящих в концентратную, %; $\beta^{к}_{1000\text{-}4000}$ – средневзвешенная массовая доля полезного компонента в % концентратной фракции для значения признака 1000-4000 у. е.; $\beta^{э}_{2000\text{-}4000}, \beta^{э}_{1000\text{-}2000}$ – массовые доли полезных компонентов соответствующих элементарных фракций, %.

Построение кривых обогатимости выполняется вручную на миллиметровой бумаге, либо с использованием специальных графических программ, например AutoCAD. Пример кривых обогатимости представлен на рисунке 3.

Кривых обогатимости – четыре: кривая элементарных фракций, λ; кривая концентрата, β; кривая хвостов, ϑ; кривая признака разделения, ξ.

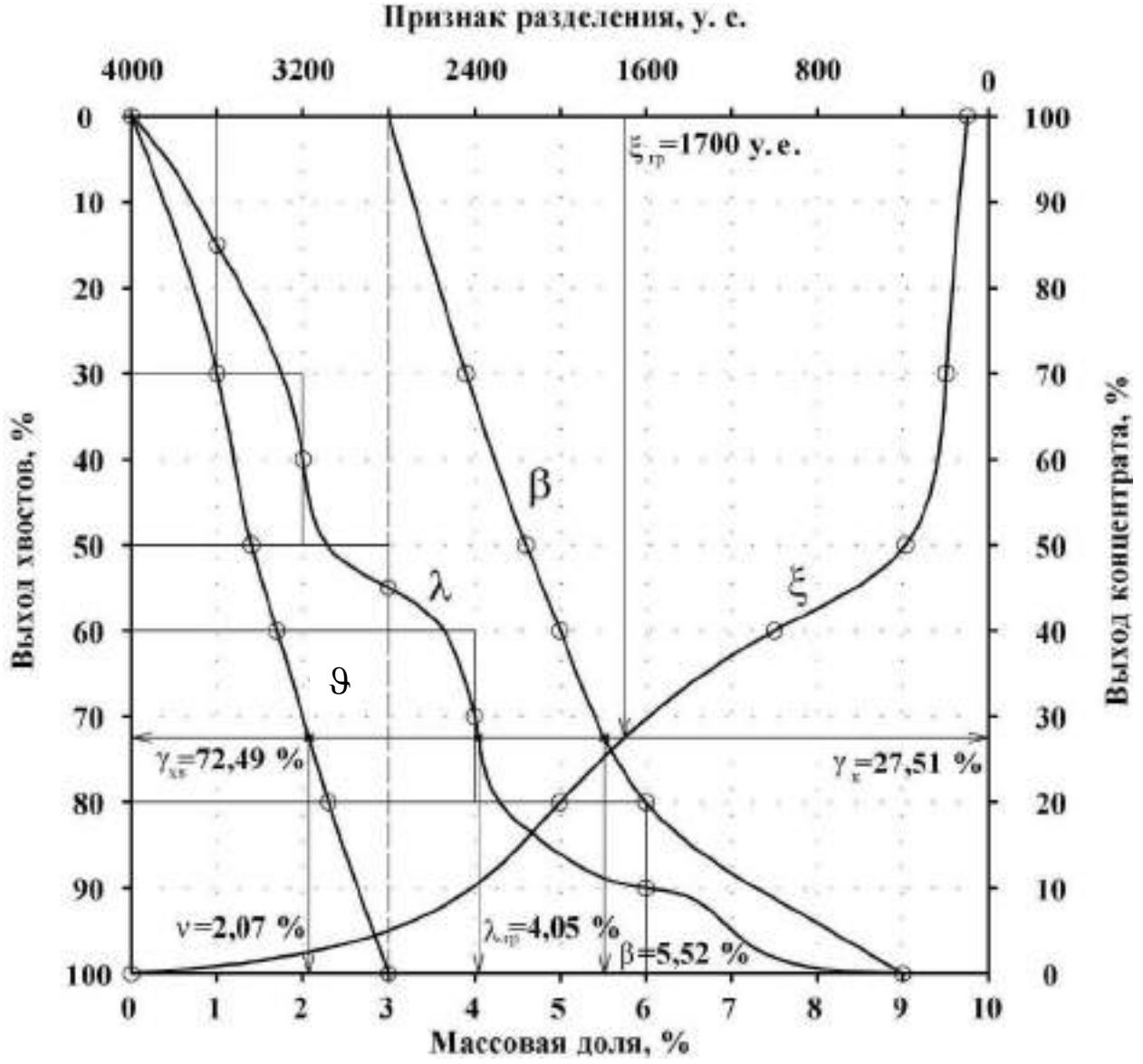


Рисунок 3 – Кривые обогатимости

При их построении необходимо помнить, что:

– конечная точка кривой υ и начальная – кривой β должны лежать на прямой, параллельной оси ординат и проходящей через точку оси абсцисс, соответствующей средневзвешенной массовой доле в исходном материале (в нашем примере 3,0 %);

– начальные точки кривых ϑ и λ, а также конечные точки кривых β и λ должны совпадать. Они имеют абсциссы равные, соответственно, массовой доле полезного компонента у самых бедных и самых богатых частиц материала. Однако, если неизвестны минимальное и максимальное значения массовой доли полезного компонента в отдельных частицах, то следует принять максимальное значение равным массовой доле полезного компонента в минерале или $1{,}5\beta_{max}$, если не известен минерал (в нашем примере 9 %), а минимальное

значение принять равным нулю;

– кривая λ проходит через точки с абсциссами, соответствующими массовой доле компонента в элементарных фракциях и с ординатами, соответствующими серединам вертикальных отрезков, описывающих выходы элементарных фракций и построенных как приращения выхода при переходе от бедной фракции к более богатой;

– площади треугольников, отсекаемых при построении кривой λ в пределах каждой фракции, должны быть равны. Треугольники образуются самой кривой λ, горизонталями, соответствующими выходам накопленных фракций (от бедных к богатым), и вертикалями, соответствующими массовой доле полезного компонента в элементарных фракциях.

По кривым обогатимости определяем выходы концентрата и хвостов, массовые доли полезного компонента в них, если граница разделения равна 1700 у. е. Для этого опускаем перпендикуляр из точки 1700 у. е. на оси «Признак разделения» до пересечения с кривой признака ξ. Ординаты точки пересечения по осям «Выход хвостов» и «Выход концентрата» будут являться выходом концентрата и хвостов. Если через данную точку пересечения провести горизонталь до кривых υ и β, а затем из вновь образованных точек пересечения опустить перпендикуляры на ось «Массовая доля», то можно определить массовую долю полезного компонента в хвостах и концентрате.

Для условий данной задачи $\gamma_X = 72{,}49$ %, $\gamma_K = 27{,}51$ %, $\vartheta = 2{,}07$ %, $\beta = 5{,}52$%.

Задача № 2. Прогноз технологических показателей обогащения при идеальном разделении

Фракционным анализом получены результаты:

Значение признака разделения, ξ_i, у. е.	**0-1**	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**
Выход элементарной фракции, $\gamma(\xi_i)$, %	0,15	0,40	0,10	0,05	0,30
α_i, %	0	10	20	30	40

Построить $w_И$- и α-функции, найти γ_X и ϑ при границе разделения $\xi_{гр}=2{,}5$ у. е. Разделение полагать идеальным.

Решение

Решение задачи нужно начинать с расчёта величин плотности распределения $w(\xi_i)$ по формуле:

$$w(\xi_i)= \gamma(\xi_i) / \Delta_i,$$

где $\gamma(\xi_i)$ – выход элементарной фракции, д. ед.; Δ_i – ширина интервала фракции, у. е.

В данном примере все фракции имеют одинаковую ширину интервала, равную 1 у. е., поэтому величина плотности распределения численно равна выходу элементарной фракции.

После расчёта плотности распределения строят *w*- и α-функции (рисунок 4).

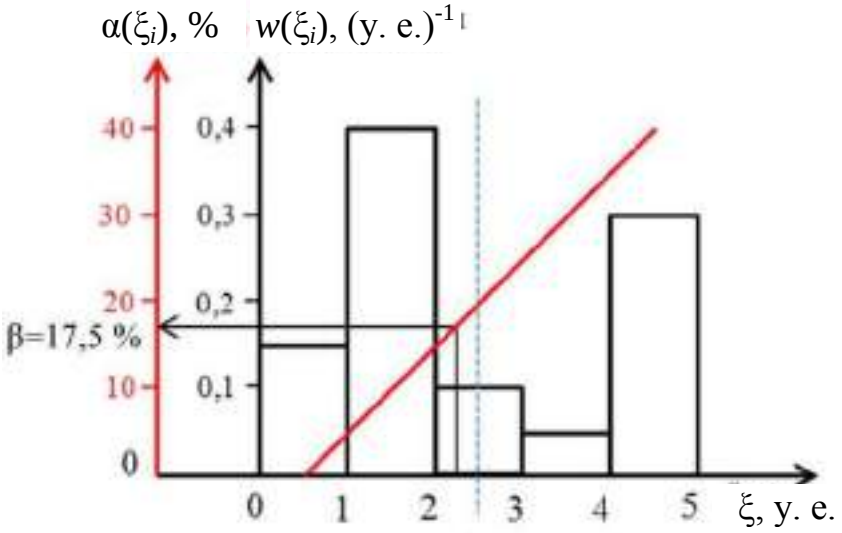


Рисунок 4 – Построение *w*- и α-функции

Аналог функции плотности распределения в данной задаче представляет собой столбчатую диаграмму с высотой столбцов равной величине плотности распределения для соответствующего интервала значения признака. α-функция строится по точкам, причем координаты *x* соответствуют среднему значению признака разделения на интервале, а *y* – заданному значению α-функции.

Расчёт технологических показателей обогащения осуществляется по формулам (8). Следует учесть, что граница разделения проходит посередине интервала значения признака от 2 до 3 у. е., а значит, при расчёте следует умножать на половину ширины интервала, а величину значения α-функции взять равной 17,5 %.

$$\gamma_X = (0{,}15 \cdot 1 + 0{,}40 \cdot 1 + 0{,}10 \cdot 0{,}5) = 0{,}6 \text{ д. ед.};$$

$$\vartheta = \frac{1}{0{,}6}(0{,}15 \cdot 0 \cdot 1 + 0{,}40 \cdot 10 \cdot 1 + 0{,}10 \cdot 17{,}5 \cdot 0{,}5) = 8{,}125\ \%.$$

Задача № 3. Прогноз технологических показателей обогащения с учётом сепарационной характеристики аппарата

Для фракционного состава руды и сепарационной характеристики определить: $\gamma_К$, β, $\gamma_Х$, ϑ, $\xi_{гр}$.

Значение признака разделения, ξ_i, у. е.	**0-1**	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**
$m_{Иi}$, кг	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1
α_i, %	0	10	20	30	40
$\varepsilon_К(\xi_i)$, д. ед.	0	0,2	0,6	0,8	0,9

Решение

Расчёт технологических показателей осуществляется с использованием одного из вариантов формул (9).

$$\gamma_К = \left(\sum_{i_{min}}^{i_{max}} m_{Иi} \cdot \varepsilon_К(\xi_i)\right) \Big/ \left(\sum_{i_{min}}^{i_{max}} m_{Иi}\right); \quad \gamma_Х = 1 - \gamma_К;$$

$$\beta = \left(\sum_{i_{min}}^{i_{max}} m_{Иi} \cdot \alpha_i \cdot \varepsilon_К(\xi_i)\right) \Big/ \left(\sum_{i_{min}}^{i_{max}} m_{Иi} \cdot \varepsilon_К(\xi_i)\right);$$

$$\vartheta = \left(\sum_{i_{min}}^{i_{max}} m_{Иi} \cdot \alpha_i \cdot [1 - \varepsilon_К(\xi_i)]\right) \Big/ \left(\sum_{i_{min}}^{i_{max}} m_{Иi} \cdot [1 - \varepsilon_К(\xi_i)]\right).$$

$$\gamma_К = \frac{(0{,}5 \cdot 0 + 0{,}2 \cdot 0{,}2 + 0{,}1 \cdot 0{,}6 + 0{,}1 \cdot 0{,}8 + 0{,}1 \cdot 0{,}9)}{(0{,}5 + 0{,}2 + 0{,}1 + 0{,}1 + 0{,}1)} = 0{,}27 \text{ д. ед.};$$

$$\gamma_Х = 1 - \gamma_К = 1 - 0{,}27 = 0{,}73 \text{ д. ед.};$$

$$\beta = \frac{(0{,}5 \cdot 0 \cdot 0 + 0{,}2 \cdot 10 \cdot 0{,}2 + 0{,}1 \cdot 20 \cdot 0{,}6 + 0{,}1 \cdot 30 \cdot 0{,}8 + 0{,}1 \cdot 40 \cdot 0{,}9)}{(0{,}5 \cdot 0 + 0{,}2 \cdot 0{,}2 + 0{,}1 \cdot 0{,}6 + 0{,}1 \cdot 0{,}8 + 0{,}1 \cdot 0{,}9)} = 28{,}15\ \%;$$

$$\vartheta = 4{,}66\ \%.$$

Значения величин $\gamma_х$ и ϑ в данном примере рассчитаны по уравнению технологического баланса.

Чтобы определить $\xi_{гр}$ необходимо построить сепарационную характеристику (рисунок 5).

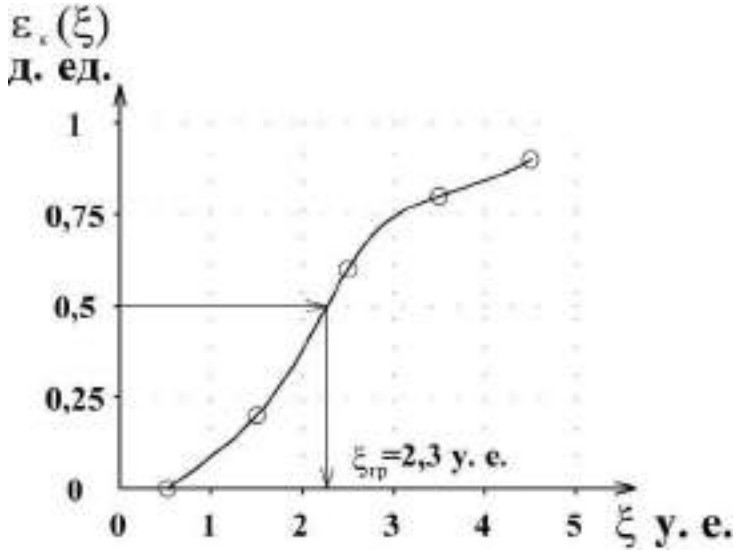


Рисунок 5 – Сепарационная характеристика

Величину граничного значения признака разделения $\xi_{гр}$ определяют графическим построением.

Задача № 4. Расчёт и построение сепарационной характеристики аппарата по известным фракционным характеристикам продуктов

По результатам опробования получены *w*-функции исходной руды, концентрата и выход хвостов, который равен 0,6 д. ед.

Значение признака разделения, ξ_i, у. е.	**0-1**	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**
$w_И(\xi_i)$, д. ед.	0,2	0,1	0,2	0,25	0,25
$w_К(\xi_i)$, д. ед.	0	0,05	0,15	0,30	0,50
$m_И(\xi_i)$, кг	0,2	0,1	0,2	0,25	0,25
$m_К(\xi_i)$, кг	0	0,02	0,06	0,12	0,20

Рассчитать и построить сепарационную характеристику, найти $\xi_{гр}$, *Epm*.

Решение

Расчёт сепарационной характеристики аппарата осуществляется по известным формулам (10). В данной задаче можно определить сепарационную характеристику по концентрату.

$$\varepsilon_К(\xi_i) = \gamma_К \, w_К(\xi_i)/w_И(\xi_i) \quad \text{или} \quad \varepsilon_К(\xi_i) = m_К(\xi_i)/m_И(\xi_i);$$

$$\gamma_К = 1 - \gamma_Х.$$

Пример расчёта:

$$\varepsilon_К(\xi_{1-2}) = 0{,}4\frac{0{,}05}{0{,}1} = 0{,}2 \ \text{д.ед.} \quad \text{или} \quad \varepsilon_К(\xi_{1-2}) = \frac{0{,}02}{0{,}1} = 0{,}2 \ \text{д.ед.}$$

По полученным значениям строится сепарационная характеристика аппарата (рисунок 6) и графически определяются значения $\xi_{гр}$, $\xi_{0,25}$, $\xi_{0,75}$, составившие 3,58; 1,98; 4,37 у. е., соответственно. Значение *Ept* определяется по формуле (11) и составляет 1,19 у. е.

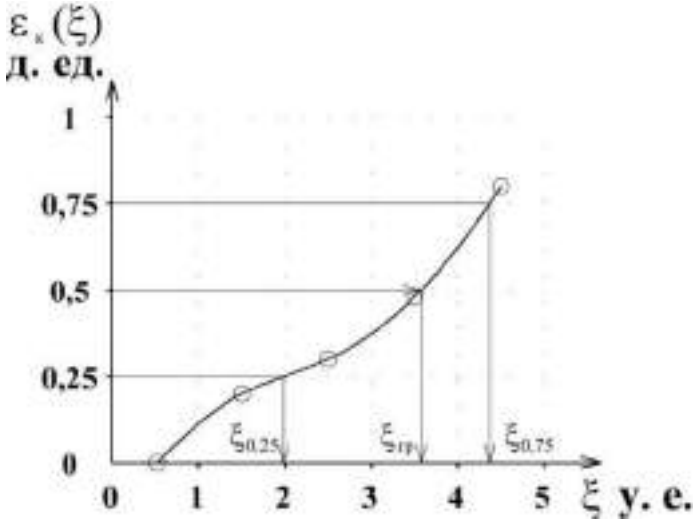


Рисунок 6 – Сепарационная характеристика

Задача № 5. Сепарационная характеристика схемы

Во всех операциях полуканонической схемы единая сепарационная характеристика. В схеме одна основная, одна контрольная и одна, две или три перечистных операции.

Значение признака разделения, ξ_i, у. е.	**0-1**	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**
$\varepsilon_К(\xi_i)$, д. ед.	0	0,3	0,5	0,7	1

1. Определить, как влияет число перечистных операций (П=1, 2, 3) на общую сепарационную характеристику схемы.
2. Построить общие сепарационные характеристики всех трёх схем, определить границы разделения и *Ept*.

Решение

Для расчёта сепарационной характеристики схемы необходимо воспользоваться формулой (12).

Например, формула извлечения по схеме 1О+2П+1К будет иметь вид

$$\varepsilon_{К\,СХ} = \frac{\varepsilon_О \varepsilon_П^2}{\varepsilon_О \varepsilon_П^2 + (1-\varepsilon_О)(1-\varepsilon_К)^1}.$$

Извлечение в концентрат рассчитывают для каждого интервала значения признака разделения. Расчёт удобно осуществлять в табличной форме (таблица 2).

Таблица 2 – Расчёт сепарационных характеристик схем и их параметров

Схема	Сепарационная характеристика $\varepsilon_{К\ СХ}(\xi_i)$, д. ед.	Значение признака разделения, ξ_i, у. е.				
		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5
1	1О+1П+1К	0	0,16	0,5	0,84	1
2	1О+2П+1К	0	0,05	0,33	0,79	1
3	1О+3П+1К	0	0,02	0,2	0,72	1

Результаты расчёта параметров схем				
	Граница разделения, $\xi_{гр}$	$\xi_{0,25}$	$\xi_{0,75}$	*Epm*
1	2,50	1,84	3,19	0,675
2	2,85	2,31	3,40	0,545
3	3,14	2,65	3,56	0,455

Границы разделения, а также данные для расчёта *Epm* определяются графически после построения сепарационных характеристик схем (рисунок 7).

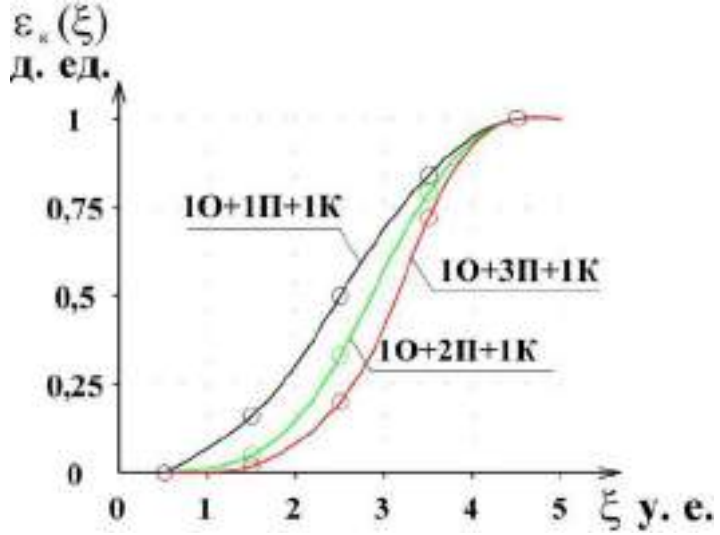


Рисунок 7 – Сепарационные характеристики схем

Ответ в данной задаче подразумевает развёрнутый вывод. Например, с увеличением числа перечистных операций граница разделения сдвигается вправо, крутизна сепарационной характеристики увеличивается и т. п.

Задача № 6. Расчёт технологических показателей и построение схемы разделения для заданного двумерного фракционного состава

Построить принципиальную схему разделения руды с известным двумерным фракционным составом по заданной границе разделения (рисунок 8). Рассчитать технологические показатели схемы.

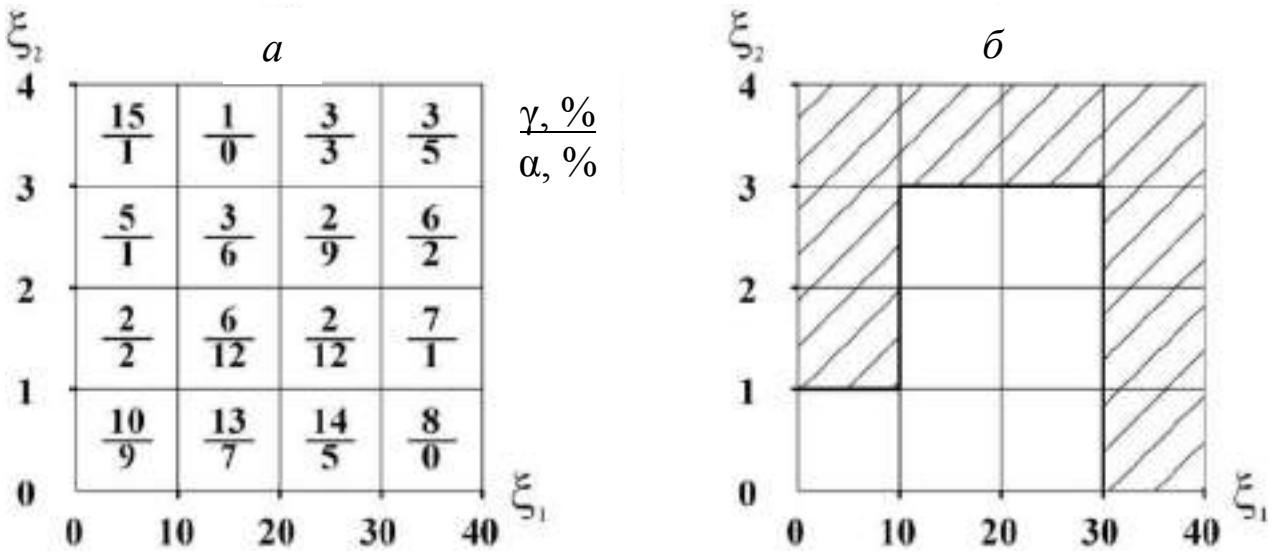


Рисунок 8 – Двумерный фракционный состав исходного материала (*а*) и заданная граница разделения (*б*)

Решение

Решение задачи следует начинать с расчёта показателей схемы. Исходная массовая доля рассчитывается как средневзвешенная для всех фракций по формуле (6). Затем рассчитываются массовая доля полезного компонента в продуктах разделения, как средневзвешенная для фракций, входящих в продукт, и выходы продуктов. По значению массовой доли полезного компонента в продукте разделения необходимо дать его название – концентрат или хвосты.

Для заданной границы разделения составим возможную схему обогащения (рисунок 9). Прочие допустимые варианты отличаются порядком выполнения операций.

Для условий данной задачи получим следующие значения технологических показателей обогащения:

$$\alpha = \frac{\sum \alpha_i \gamma_i}{\sum \gamma_i} = \frac{1 \cdot 15 + 0 \cdot 1 + 3 \cdot 3 + \ldots + 5 \cdot 14 + 0 \cdot 8}{100} = 4{,}5\ \%;$$

Расчёт выходов и массовых долей полезного компонента в продуктах обогащения, представленный ниже, показал, что заштрихованный продукт является хвостами.

$$\gamma_1^{Ш} = 2+5+15+1+3+3+6+7+8 = 50\ \%;$$

$$\beta_1 = \frac{\sum \beta_i^{Ш} \gamma_i^{Ш}}{\sum \gamma_i} = \frac{2\cdot 2+1\cdot 5+1\cdot 15+\ldots+5\cdot 3+2\cdot 6+1\cdot 7+0\cdot 8}{2+5+15+\ldots+3+6+7+8} = 1{,}34\ \%;$$

$$\gamma_2 = 100-\gamma_1^{Ш} = 100-50 = 50\ \%;$$

$$\beta_2 = \frac{9\cdot 10+7\cdot 13+12\cdot 6+6\cdot 3+9\cdot 2+12\cdot 2+5\cdot 14}{50} = 7{,}66\ \%.$$

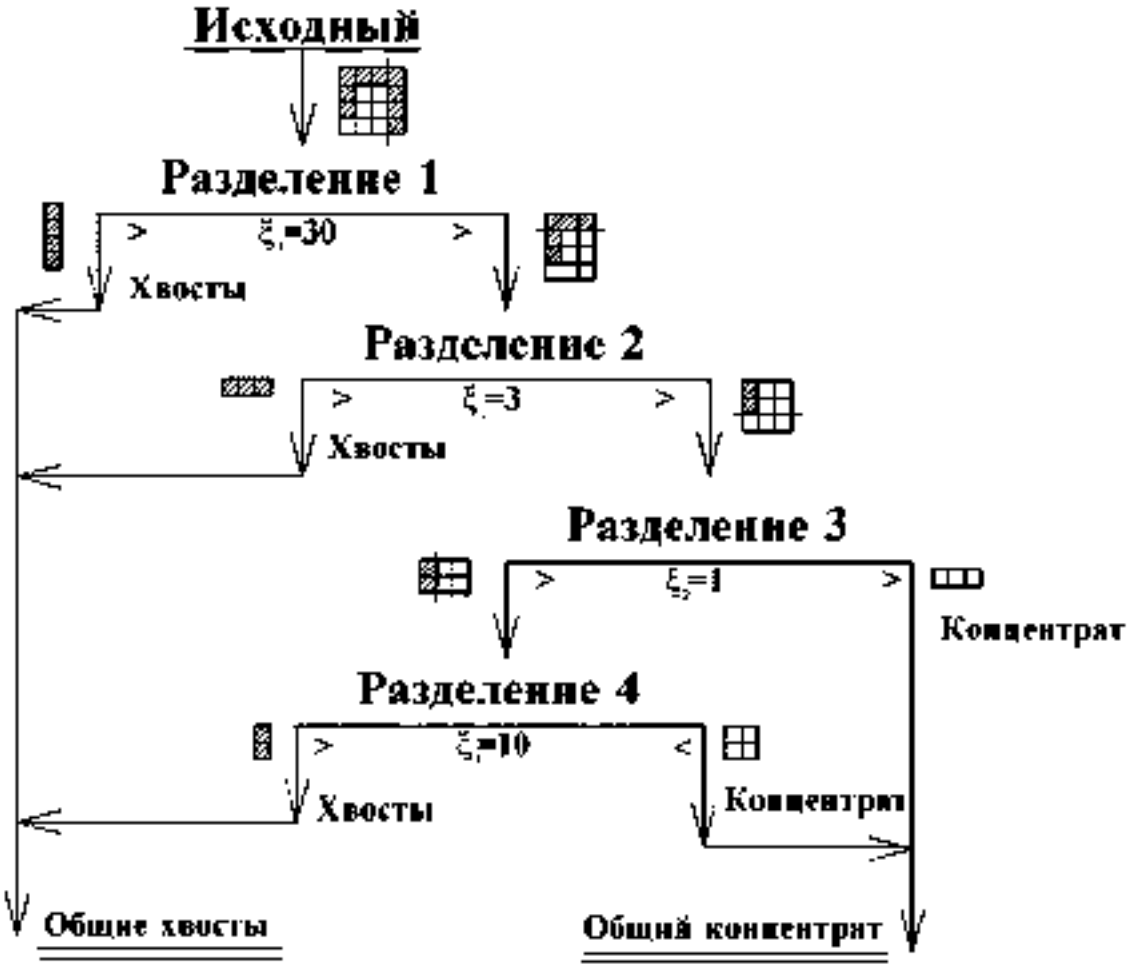


Рисунок 9 – Возможный вариант схемы обогащения

Технологические показатели возможного варианта схемы:
$\gamma_К$ = 50 %, β = 7,66 %, $\varepsilon_К$ = 85,11 %,
$\gamma_Х$ = 50 %, ϑ = 1,34 %, $\varepsilon_Х$ = 14,89 %.

Задача № 7. Построение варианта оптимальной принципиальной схемы обогащения руды для заданного двумерного фракционного состава

Предложить вариант оптимальной принципиальной схемы разделения руды при заданных двумерном фракционном составе руды и критерии оптимизации $\gamma_к \rightarrow max$ при $\beta \geq \beta_{зад}$.

Двумерный фракционный состав исходного материала приведён на рисунке 8, *а*, принять $\beta_{зад}$ =10 %.

Решение

Первоначально примем, что концентрат формируется из самых богатых фракций с α = 12 % и α = 9 %.

Порядок выполнения операций разделения может быть различным. Схема в одном из вариантов выглядит следующим образом (см. рисунок 10).

Полученные при этой схеме технологические показатели следующие: $\gamma_к$=20 %, $\beta=(2\cdot 9+6\cdot 12+2\cdot 12+10\cdot 9)/20=10{,}2$ %.

Добавим к полученному концентрату следующую самую богатую фракцию с выходом 13 % и массовой долей компонента 7 %. тогда показатели разделения будут следующие: $\gamma_к$=33 %, β=8,94 %. Данный вариант неприемлем, так как $\beta<\beta_{зад}$.

Общий алгоритм решения задачи состоит в первоначальном отборе в концентрат сначала самых богатых фракций с расчётом $\gamma_к$ и β. Если ограничение по β выполняется, в концентрат добавляют следующую, меньшую по содержанию, фракцию, производят расчёт выхода концентрата и массовую долю компонента в нём. Если ограничение не выполняется, к концентрату относят только фракции первоначального расчёта и строят принципиальную схему. Если ограничение по массовой доле компонента в концентрате выполняется, то к уже отобранным фракциям добавляют следующие меньшие по содержанию фракции, повторяя расчёт $\gamma_к$ и β с последующей проверкой $\beta \geq \beta_{зад}$.

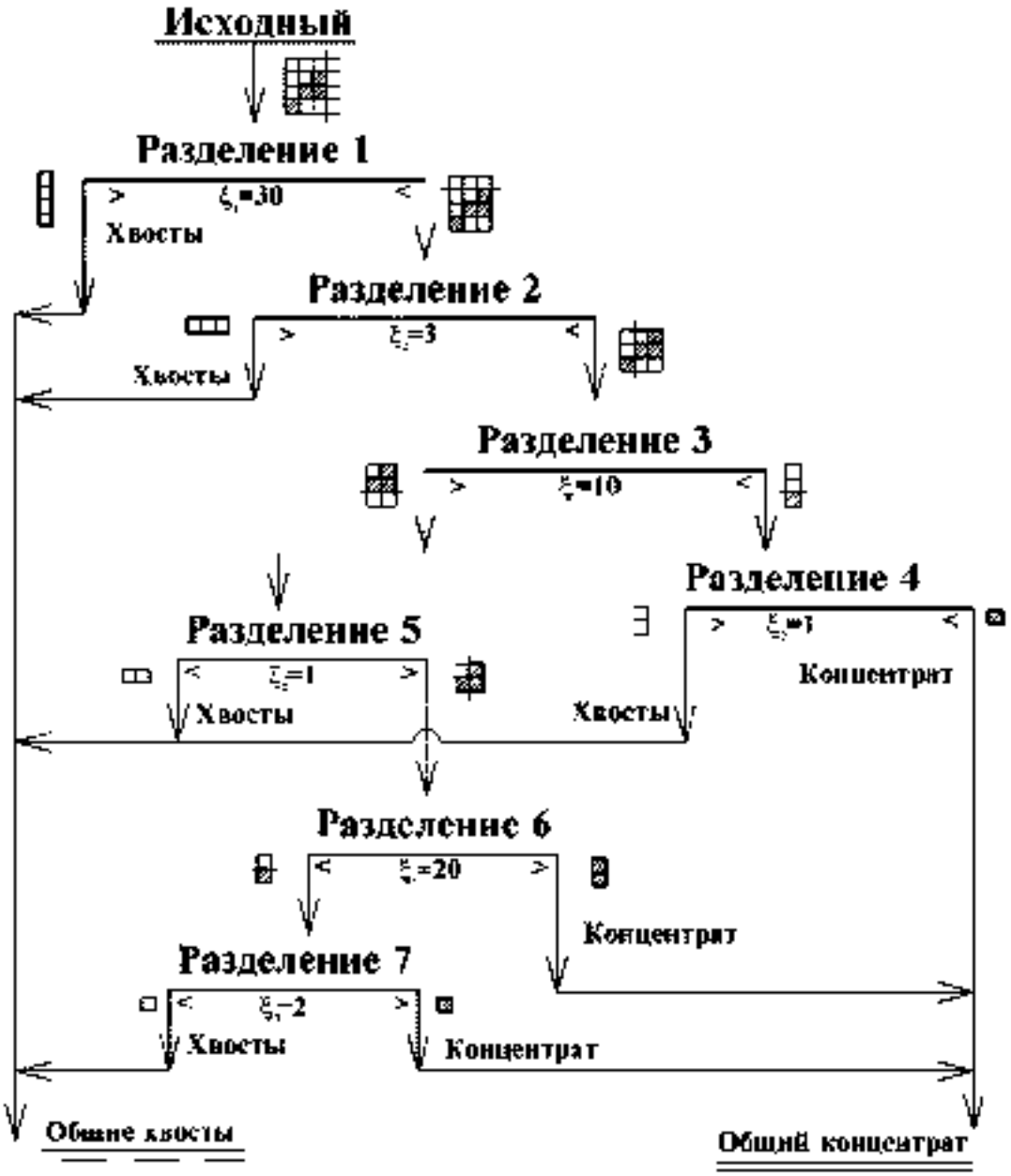


Рисунок 10 – Вариант оптимальной схемы обогащения

Таким образом, могут добавляться фракции, попадающие в концентрат, и наращиваться (видоизменяться) оптимальная принципиальная схема обогащения.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Задача № 1. Получение, расчёт и построение кривых обогатимости

Рассчитать и построить кривые обогатимости. По кривым определить выходы концентрата и хвостов, массовые доли полезного компонента в них. Границу разделения, массу, массовую долю полезного компонента во фракции и значения признака во фракции принять по номеру варианта.

Исходные данные для задачи № 1

Первая цифра варианта										
№ фракции	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Массовая доля компонента во фракции, α_i, %										
1	1	29	0	55	4	26	3	25	2	46
2	2	18	5	45	16	16	7	23	8	36
3	5	17	10	25	20	13	11	21	16	26
4	8	15	20	15	28	8	13	19	18	16
5	15	11	30	5	36	2	19	6	31	6
Масса элементарной фракции в исходном, $m_И(\xi_i)$, кг										
1	12	22	9	15	11	45	10	12	32	17
2	13	33	4	12	17	65	5	6	17	16
3	18	55	18	5	6	70	18	8	34	23
4	2	12	11	10	2	58	3	5	21	6
5	6	8	3	19	3	41	16	1	6	12
Вторая цифра варианта										
№ фракции	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Признак разделения, у. е.										
1	0-1	0-10	10-30	0-0,1	0-2	5-10	10-20	0-5	4-6	0-10
2	1-2	10-20	30-50	0,1-0,5	2-4	10-15	20-30	5-20	6-12	10-30
3	2-3	20-30	50-70	0,5-1	4-6	15-20	30-40	20-40	12-20	30-50
4	3-4	30-40	70-90	1-5	6-8	20-25	40-50	40-80	20-30	50-60
5	4-5	40-50	90-130	5-10	8-10	25-50	50-100	80-200	30-50	60-90
Граница разделения, у. е.										
–	2,75	23	61	2,7	5,5	19,5	33	70	17	39

Задача № 2. Прогноз технологических показателей обогащения при идеальном разделении

Рассчитать *w*-функцию исходного материала для заданного диапазона разделения. Построить $w_И$- и α-функции исходного, найти γ_X и ϑ для чётного номера варианта и $\gamma_К$ и β для нечётного при заданной границе разделения. Разделение полагать идеальным. Границу разделения и значения признака во фракции принять по номеру варианта из предыдущей задачи. Выход элементарной фракции и массовую долю компонента в ней принять по номеру варианта.

Исходные данные для задачи № 2

Первая цифра варианта										
№ фракции	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Массовая доля компонента во фракции, α_i, %										
1	1	29	0	55	4	26	3	25	2	46
2	2	18	5	45	16	16	7	23	8	36
3	5	17	10	25	20	13	11	21	16	26
4	8	15	20	15	28	8	13	19	18	16
5	15	11	30	5	36	2	19	6	31	6
Выход элементарной фракции, $\gamma_И(\xi_i)$, д. ед										
1	0,24	0,18	0,20	0,25	0,28	0,16	0,20	0,38	0,29	0,23
2	0,25	0,25	0,09	0,20	0,44	0,23	0,10	0,18	0,15	0,22
3	0,35	0,42	0,40	0,08	0,15	0,25	0,35	0,25	0,30	0,31
4	0,04	0,09	0,24	0,16	0,05	0,21	0,04	0,16	0,19	0,08
5	0,12	0,06	0,07	0,31	0,08	0,15	0,31	0,03	0,07	0,16

Задача № 3. Прогноз технологических показателей обогащения с учётом сепарационной характеристики аппарата

Для известного фракционного состава руды и сепарационной характеристики определить: γ_X, ϑ, $\gamma_К$, β, $\xi_{гр}$. Фракционный состав принять из предыдущей задачи, сепарационную характеристику по номеру варианта. Сравнить с результатами, полученными в предыдущей задаче. Сделать вывод.

Исходные данные для задачи № 3

Вторая цифра варианта										
№ фракции	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Сепарационная характеристика, $\varepsilon_К(\xi_i)$, д. ед.										
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,05	0,15	0,2	0,1
3	0,5	0,6	0,4	0,3	0,6	0,7	0,35	0,45	0,6	0,3
4	0,7	0,8	0,6	0,55	0,7	0,85	0,45	0,65	0,8	0,6
5	0,9	0,9	0,8	0,95	0,85	0,9	0,8	0,95	0,9	0,85

Задача № 4. Расчёт и построение сепарационной характеристики аппарата по известным фракционным характеристикам продуктов

По результатам опробования получены массы элементарных фракций в исходном материале и концентрате. Рассчитать и построить сепарационную характеристику аппарата, найти $\xi_{гр}$, *Epm*.

Исходные данные для задачи № 4

Первая цифра варианта										
№ фракции	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Масса элементарной фракции в исходном, $m_И(\xi_i)$, кг										
1	12	22	9	15	11	45	10	12	32	17
2	13	33	4	12	17	65	5	6	17	16
3	18	55	18	5	6	70	18	8	34	23
4	2	12	11	10	2	58	3	5	21	6
5	6	8	3	19	3	41	16	1	6	12
Масса элементарной фракции в пробе концентрата, $m_К(\xi_i)$, кг										
1	0	1	0	0	1	0	0	2	1	2
2	1	2	1	3	3	5	2	2	3	4
3	12	20	8	2	5	21	8	5	11	13
4	1,5	10	8	8	1,8	35	1,9	4	15	4
5	5,5	7,5	2,5	18	3	38	15	1	5	11

Задача № 5. Сепарационная характеристика схемы

Во всех операциях полуканонической схемы единая сепарационная характеристика по каналу концентрата. Сепарационную характеристику, количество перечистных и контрольных операций принять по номеру варианта. Рассчитать и построить общие сепарационные характеристики трёх схем, определить границы разделения и *Epm*. Определить, как влияет число перечистных и контрольных

операций на общую сепарационную характеристику схемы. Сделать вывод.

Исходные данные для задачи № 5

Первая цифра варианта									
0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Количество контрольных операций, *m*									
0	1	1	2	2	5	0	0	1	1
4	2	2	3	3	3	3	2	4	4
2	5	5	4	5	2	2	5	3	2
Вторая цифра варианта									
0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Количество перечистных операций, *n*									
5	0	0	0	4	1	1	2	3	0
3	3	2	1	1	2	2	1	4	3
1	4	4	5	0	4	3	3	0	5

Вторая цифра варианта									
№ фракции	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Сепарационная характеристика, $\varepsilon_K(\xi_i)$, д. ед										
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,05	0,15	0,2	0,1
3	0,5	0,6	0,4	0,3	0,6	0,7	0,35	0,45	0,6	0,3
4	0,7	0,8	0,6	0,55	0,7	0,85	0,45	0,65	0,8	0,6
5	0,9	0,9	0,8	0,95	0,85	0,9	0,8	0,95	0,9	0,85

Признак разделения, у. е.										
№ фракции	**1**	**3**	**5**	**7**	**9**	**0**	**2**	**4**	**6**	**8**
1	0-1					0-10				
2	1-2					20-20				
3	2-3					20-30				
4	3-4					30-40				
5	4-5					40-50				

Задача № 6. Расчёт технологических показателей и построение схемы разделения для заданного двумерного фракционного состава

Построить принципиальную схему разделения руды с известным двумерным фракционным составом (таблица 4, рисунок 11) по заданной границе разделения (рисунок 12). Рассчитать итоговые технологические показатели схемы для продуктов со штриховкой (продукт 1) и без неё (продукт 2).

Задача № 7. Построение варианта оптимальной принципиальной схемы обогащения руды для заданного двумерного фракционного состава

Предложить вариант оптимальной принципиальной схемы разделения руды при заданных двумерном фракционном составе руды (таблица 4, рисунок 11) и критерии оптимизации К: $\gamma_к \rightarrow max$ при $\beta \geq \beta_{зад}$ или Х: $\gamma_х \rightarrow max$ при $\vartheta \leq \vartheta_{зад}$. Исходный фракционный состав и условия критерия оптимизации принять по номеру варианта.

Исходные данные для задач № 6, 7

Таблица 4 – Комбинации «фракционный состав – граница разделения», критерий оптимизации

Первая цифра варианта									
0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Фракционный состав									
А	Б	В	Г	Д	Е	А	Б	В	Г
$\beta_{зад}$, %									
4,5	6,0	9,0	5,0	9,0	8,0	5,0	6,5	9,0	4,0
$\vartheta_{зад}$, %									
0,95	1,1	2,0	2,0	2,3	2,5	0,95	1,1	2,0	2,0
Вторая цифра варианта									
0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Граница разделения									
6	5	4	3	2	1	6	5	4	3
Критерий оптимизации									
К	Х	К	Х	К	Х	К	Х	К	Х

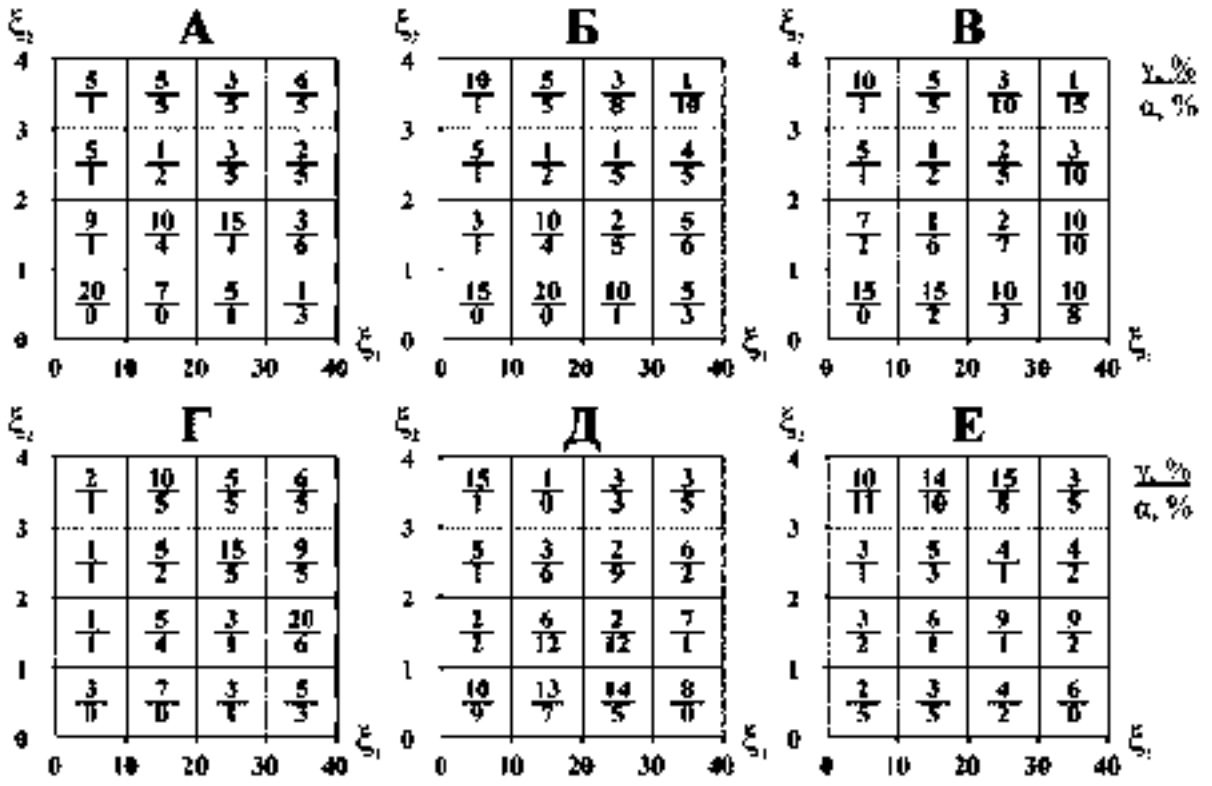


Рисунок 11 – Исходный двумерный фракционный состав

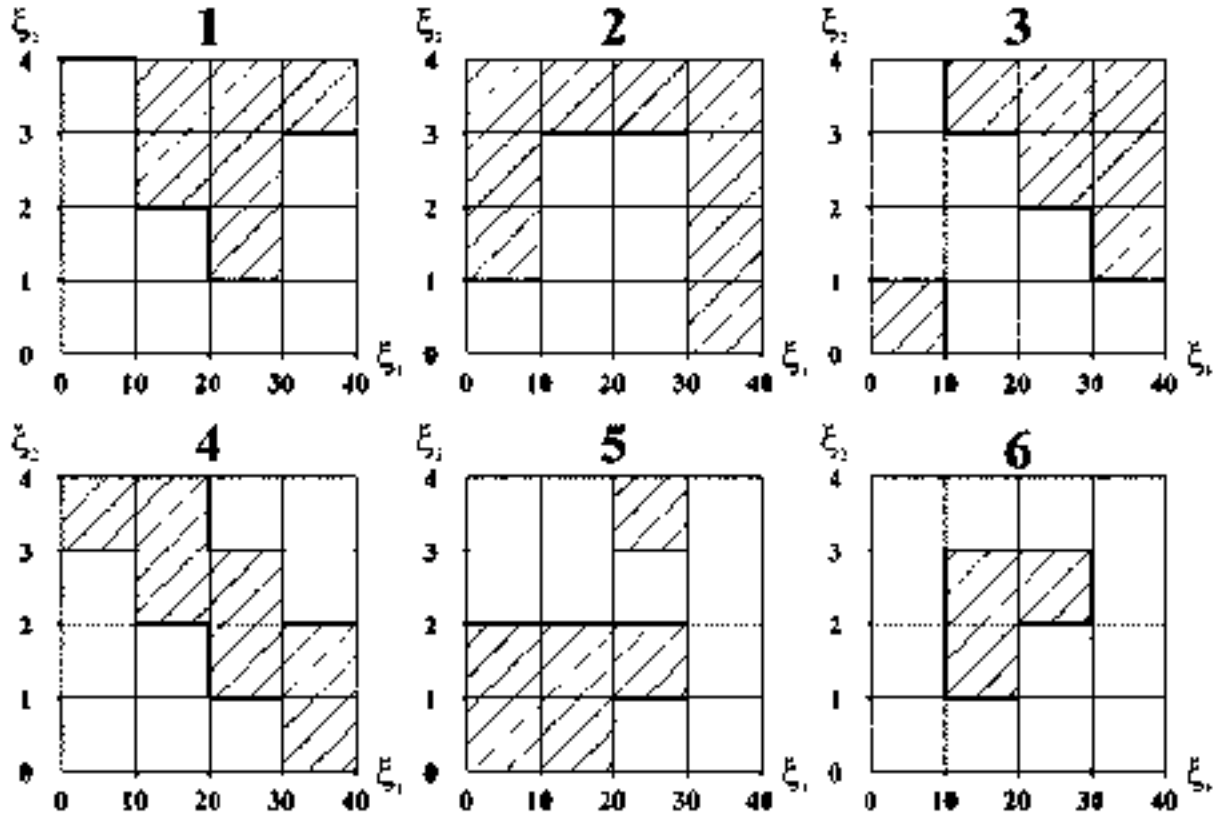


Рисунок 12 – Граница разделения

Учебное издание

Евгений Федорович Цыпин

Татьяна Юрьевна Овчинникова

ТЕОРИЯ РАЗДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ

Практикум
по дисциплине «Теория разделения минералов»
для студентов специализации «Обогащение полезных ископаемых»
специальности 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения

Компьютерная вёрстка: *Т. Ю. Овчинниковой*

Подписано в печать 23.05.2019 г.
Бумага писчая. Формат 60 × 84 $^{1/16}$
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 1,69. Уч.-изд. л. 0,98. Тираж 100 экз. Заказ №38

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу

_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.ДВ.03.01 ТЕОРИЯ РАЗДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Цыпин Е. Ф., проф., д.т.н.

Одобрена на заседании кафедры
Обогащения полезных ископаемых
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Козин В. З.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета
горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу

_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.ДВ.03.02 МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБОГАЩЕНИЯ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Цыпин Е. Ф., проф., д.т.н.

Одобрена на заседании кафедры
Обогащения полезных ископаемых
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Козин В. З.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета
горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу

_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.ДВ.04.01 СОВРЕМЕННЫЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫЕ ФАБРИКИ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Овчинникова Т. Ю., доц., к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры

Обогащения полезных ископаемых
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Козин В. З.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

горно-механического
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу

_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.ДВ.04.02 ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Овчинникова Т. Ю., доц., к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры

Обогащения полезных ископаемых
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Козин В. З.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

горно-механического
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Б1.О.01 ФИЛОСОФИЯ

Специальность
21. 05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Философии и культурологии	Горно- механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Беляев В. П.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол №1 от 01.09.2021	Протокол № 2 от 12.10.2021
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по работе с текстом лекций	5
2	Методические рекомендации по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)	9
4	Методические рекомендации по написанию эссе	11
5	Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям	14
6	Методические рекомендации по подготовке к дискуссии	15
7	Методические рекомендации по написанию реферата	17
8	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	19
	Заключение	21
	Список использованных источников	22

Автор: Гладкова И. В., доцент, к.ф.н

ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

Самостоятельная работа студента (СРС) - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

Самостоятельная работа студента - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;

- освоение информации и ее логическая переработка;
- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столам.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзор литературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблем;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение выполнение курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Подготовка к самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

1. Методические рекомендации по работе с текстом лекций

На лекционных занятиях необходимо конспектировать учебный материал. Обращать внимание на формулировки, определения, раскрывающие содержание тех или иных понятий, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском мастерстве. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента, и помогает усвоить учебный материал.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения. Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен *умением слушать*, и стремлением воспринимать материал, нужное записывая в тетрадь. Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, хаотично. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.

2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.

3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения), уместны и свои краткие пояснения к записям.

Студентам не следует подробно записывать на лекции «все подряд», но обязательно фиксировать то, что преподаватели диктуют – это базовый конспект, содержащий основные положения лекции: определения, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадигмы, концепции, ситуации, а также мысли-маяки (ими часто являются афоризмы, цитаты, остроумные изречения). Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно.

Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). С целью доработки конспекта лекции необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Доработанный конспект и

рекомендуемая литература используется при подготовке к практическому занятию. Знание лекционного материала при подготовке к практическому занятию обязательно.

Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях. Главное - вести конспект аккуратно и регулярно, только в этом случае он сможет стать подспорьем в изучении дисциплины.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Важным средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту лекции, например, составление ее развернутого плана или тезисов; ответы на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); составление проверочных тесты по проблеме, написание по ней реферата, составление графических схем.

По своим задачам лекции могут быть разных жанров: *установочная лекция* вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), а *обобщающая лекция* позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной проблемы.

В процессе освоения материалов обобщающих лекций студенты могут выполнять задания разного уровня. Например: задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции); задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы); задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме). Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента. При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [1].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[2].

---

[1] Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

[2]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы.

3.Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)

Доклад – публичное сообщение по заданной теме, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

При подготовке доклада используется дополнительная литература, систематизируется материал. Работа над докладом не только позволяет учащемуся приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научно-исследовательских навыков самостоятельной работы с научной литературой, что повышает познавательный интерес к научному познанию.

Приветствуется использование мультимедийных технологий, подготовка докладов-презентаций.

Доклад должен соответствовать следующим требованиям:

- тема доклада должна быть согласованна с преподавателем и соответствовать теме занятия;

- иллюстрации (слайды в презентации) должны быть достаточными, но не чрезмерными;

- материалы, которыми пользуется студент при подготовке доклада-презентации, должны соответствовать научно-методическим требованиям ВУЗа и быть указаны в докладе;

- необходимо соблюдать регламент: 7-10 минут выступления.

Преподаватель может дать тему сразу нескольким студентам одной группы, по принципу: докладчик и оппонент. Студенты могут подготовить два выступления с противоположными точками зрения и устроить дискуссию по проблемной теме. Докладчики и содокладчики во многом определяют содержание, стиль, активность данного занятия, для этого необходимо:

- использовать технические средства;
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации (семинара);
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7-10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин;
- иметь представление о композиционной структуре доклада.

После выступления докладчик и содокладчик, должны ответить на вопросы слушателей.

В подготовке доклада выделяют следующие этапы:

1. Определение цели доклада: информировать, объяснить, обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т. п.)

2. Подбор литературы, иллюстративных примеров.

3. Составление плана доклада, систематизация материала, композиционное оформление доклада в виде печатного /рукописного текста и электронной презентации.

Общая структура доклада

Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение.

Вступление.

Вступление должно содержать:

- название презентации (доклада);
- сообщение основной идеи;
- обоснование актуальности обсуждаемого вопроса;

- современную оценку предмета изложения;
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов;
- живую интересную форму изложения;
- акцентирование оригинальности подхода.

Основная часть.

Основная часть состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки) Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным.

Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение.

Заключение - это ясное четкое обобщение, в котором подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации. Требования к оформлению доклада. Объем машинописного текста доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом).

Доклад оценивается по следующим критериям:

Критерии оценки доклада, сообщения	*Количество баллов*
Содержательность, информационная насыщенность доклада	1
Наличие аргументов	1
Наличие выводов	1
Наличие презентации доклада	1
Владение профессиональной лексикой	1
Итого:	5

Электронные презентации выполняются в программе MS PowerPoint в виде слайдов в следующем порядке: • титульный лист с заголовком темы и автором исполнения презентации; • план презентации (5-6 пунктов - это максимум); • основная часть (не более 10 слайдов); • заключение (вывод). Общие требования к стилевому оформлению презентации: • дизайн должен быть простым и лаконичным; • основная цель - читаемость, а не субъективная красота; цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов; • всегда должно быть два типа слайдов: для титульных и для основного текста; • размер шрифта должен быть: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст); • текст должен быть свернут до ключевых слов и фраз. Полные развернутые предложения на слайдах таких презентаций используются только при цитировании; каждый слайд должен иметь заголовок; • все слайды должны быть выдержаны в одном стиле; • на каждом слайде должно быть не более трех иллюстраций; • слайды должны быть пронумерованы с указанием общего количества слайдов

4. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем. Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Построение эссе - это ответ на вопрос или раскрытие темы, которое основано на классической системе доказательств.

Структура эссе

1. *Титульный лист* (заполняется по единой форме);

2. *Введение* - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически.

На этом этапе очень важно правильно *сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.*

3. *Основная часть* - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса.

Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий:

Причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства — совершено необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить.

Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. *Заключение* - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь.

Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения.

Тезис - это положение (суждение), которое требуется доказать. *Аргументы* - это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. *Вывод* - это мнение, основанное на анализе фактов. *Оценочные суждения* - это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. *Аргументы* обычно делятся на следующие группы:

1. *Удостоверенные факты* — фактический материал (или статистические данные).
2. *Определения* в процессе аргументации используются как описание понятий, связанных с тезисом.
3. *Законы* науки и ранее доказанные теоремы тоже могут использоваться как аргументы доказательства.

Требования к фактическим данным и другим источникам

При написании эссе чрезвычайно важно то, как используются эмпирические данные и другие источники (особенно качество чтения). Все (фактические) данные соотносятся с конкретным временем и местом, поэтому прежде, чем их использовать, необходимо убедится в том, что они соответствуют необходимому для исследований времени и месту. Соответствующая спецификация данных по времени и месту — один из способов, который может предотвратить чрезмерное обобщение, результатом которого может, например, стать предположение о том, что все страны по некоторым важным аспектам одинаковы (если вы так полагаете, тогда это должно быть доказано, а не быть голословным утверждением).

Всегда можно избежать чрезмерного обобщения, если помнить, что в рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Нельзя забывать также, что данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.), и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

Как подготовить и написать эссе?

Качество любого эссе зависит от трех взаимосвязанных составляющих, таких как:

1. Исходный материал, который будет использован (конспекты прочитанной литературы, лекций, записи результатов дискуссий, собственные соображения и накопленный опыт по данной проблеме).

2. Качество обработки имеющегося исходного материала (его организация, аргументация и доводы).

3. Аргументация (насколько точно она соотносится с поднятыми в эссе проблемами).

Процесс написания эссе можно разбить на несколько стадий: обдумывание - планирование - написание - проверка - правка.

Планирование - определение цели, основных идей, источников информации, сроков окончания и представления работы.

Цель должна определять действия.

Идеи, как и цели, могут быть конкретными и общими, более абстрактными. Мысли, чувства, взгляды и представления могут быть выражены в форме аналогий, ассоциации, предположений, рассуждений, суждений, аргументов, доводов и т.д.

Аналогии - выявление идеи и создание представлений, связь элементов значений.

Ассоциации - отражение взаимосвязей предметов и явлений действительности в форме закономерной связи между нервно - психическими явлениями (в ответ на тот или иной словесный стимул выдать «первую пришедшую в голову» реакцию).

Предположения - утверждение, не подтвержденное никакими доказательствами.

Рассуждения - формулировка и доказательство мнений.

Аргументация - ряд связанных между собой суждений, которые высказываются для того, чтобы убедить читателя (слушателя) в верности (истинности) тезиса, точки зрения, позиции.

Суждение - фраза или предложение, для которого имеет смысл вопрос: истинно или ложно?

Доводы - обоснование того, что заключение верно абсолютно или с какой-либо долей вероятности. В качестве доводов используются факты, ссылки на авторитеты, заведомо истинные суждения (законы, аксиомы и т.п.), доказательства (прямые, косвенные, «от противного», «методом исключения») и т.д.

Перечень, который получится в результате перечисления идей, поможет определить, какие из них нуждаются в особенной аргументации.

*Источники***.** Тема эссе подскажет, где искать нужный материал. Обычно пользуются библиотекой, Интернет-ресурсами, словарями, справочниками. Пересмотр означает редактирование текста с ориентацией на качество и эффективность.

Качество текста складывается из четырех основных компонентов: ясности мысли, внятности, грамотности и корректности.

Мысль - это содержание написанного. Необходимо четко и ясно формулировать идеи, которые хотите выразить, в противном случае вам не удастся донести эти идеи и сведения до окружающих.

Внятность - это доступность текста для понимания. Легче всего ее можно достичь, пользуясь логично и последовательно тщательно выбранными словами, фразами и взаимосвязанными абзацами, раскрывающими тему.

Грамотность отражает соблюдение норм грамматики и правописания. Если в чем-то сомневаетесь, загляните в учебник, справьтесь в словаре или руководстве по стилистике или дайте прочитать написанное человеку, чья манера писать вам нравится.

Корректность — это стиль написанного. Стиль определятся жанром, структурой работы, целями, которые ставит перед собой пишущий, читателями, к которым он обращается.

5. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой *дискуссию* в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие подведением итогоа обсуждения, заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия, демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Готовясь к конкретной теме занятия следует ознакомиться с новыми официальными документами, статьями в периодических журналах, вновь вышедшими монографиями.

6. Методические рекомендации по подготовке к дискуссии

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает *семинар-дискуссия,* где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

Дискуссия (от лат. discussio - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

Дискуссия обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обусловливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

Дискуссия- диалог чаще всего применяется для совместного обсуждения учебных и производственных проблем, решение которых может быть достигнуто путем взаимодополнения, группового взаимодействия по принципу «индивидуальных вкладов» или на основе согласования различных точек зрения, достижения консенсуса.

Дискуссия - спор используется для всестороннего рассмотрения сложных проблем, не имеющих однозначного решения даже в науке, социальной, политической жизни, производственной практике и т.д. Она построена на принципе «позиционного противостояния» и ее цель - не столько решить проблему, сколько побудить участников дискуссии задуматься над проблемой, уточнить и определить свою позицию; научить аргументировано отстаивать свою точку зрения и в то же время осознать право других иметь свой взгляд на эту проблему, быть индивидуальностью.

Условия эффективного проведения дискуссии:

- информированность и подготовленность студентов к дискуссии,

- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;

- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;

- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;

- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

Подготовка студентов к дискуссии: если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимыми справочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

В проведении дискуссии выделяется несколько этапов.

Этап 1-й, введение в дискуссию: формулирование проблемы и целей дискуссии;

определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

Этап 2-й, обсуждение проблемы: обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

Этап 3-й, подведение итогов обсуждения: выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

7. Методические рекомендации по написанию реферата

Слово "реферат" (от латинского – referre – докладывать, сообщать) означает сжатое изложение в устной или письменной форме содержания какого–либо вопроса или темы на основе критического обзора информации.

Написание реферата - вид самостоятельной работы студента, содержащий информацию, дополняющую и развивающую основную тему, изучаемую на аудиторных занятиях. Реферат может включать обзор нескольких источников и служить основой для доклада на семинарах, конференциях.

При подготовке реферата необходимо соблюдать следующие правила.

Ясно и четко сформулировать цель и задачи реферата, отражающие тему или решение проблемы.

Найти литературу по выбранной теме; составить перечень источников, обязательных к прочтению.

Только после предварительной подготовки следует приступать к написанию реферата. Прежде всего, составить план, выделить в нем части.

Введение. В этом разделе раскрывается цель и задачи работы; здесь необходимо сформулировать проблему, которая будет проанализирована в реферате, изложить своё отношение к ней, то есть мотивацию выбора; определить особенность постановки данной проблемы авторами изученной литературы; объяснить актуальность и социальную значимость выбранной темы.

Основная часть. Разделы, главы, параграфы основной части должны быть направлены на рассмотрение узловых моментов в теме реферата. Изложение содержания изученной литературы предполагает его критическое осмысление, глубокий логический анализ.

Каждый раздел основной части реферата предполагает детальное изучение отдельного вопроса темы и последовательное изложение структуры текстового материала с обязательными ссылками на первоисточник. В целом, содержание основной части должно отражать позиции отдельных авторов, сравнительную характеристику этих позиций, выделение узловых вопросов дискурса по выбранной для исследования теме.

Заключение. В заключении автор реферата должен сформулировать личную позицию в отношении изученной проблемы и предложить, может быть, свои способы её решения. Целесообразно сделать общие выводы по теме реферата и ещё раз отметить её актуальность и социальную значимость.

Список использованных источников и литературы.

Написание рефератов является одной из форм обучения студентов, направленной на организацию и повышение уровня самостоятельной работы, а также на усиление контроля за этой работой.

В отличие от теоретических семинаров, при проведении которых приобретаются, в частности, навыки высказывания своих суждений и изложения мнений других авторов в устной форме, написание рефератов формирует навыки изложения своих мыслей в письменной форме грамотным языком, хорошим стилем.

В зависимости от содержания и назначения в учебном процессе рефераты можно подразделить на два основных типа: научно-проблемные и обзорно-информационные.

Научно-проблемный реферат. При написании такого реферата следует изучить и кратко изложить имеющиеся в литературе суждения по определенному, спорному в теории, вопросу (проблеме) по данной теме, высказать по этому вопросу (проблеме) собственную точку зрения с соответствующим ее обоснованием.

Обзорно-информационный реферат. Разновидностями такого реферата могут быть следующие:

1) краткое изложение основных положений той или иной книги, монографии, содержащих материалы, относящиеся к изучаемой теме по курсу дисциплины;

2) подбор и краткое изложение содержания статей по определенной проблеме (теме, вопросу), опубликованных в различных журналах за определенный период, либо в сборниках («научных трудах», «ученых записках» и т.д.).

Темы рефератов определяются преподавателем. Литература либо рекомендуется преподавателем, либо подбирается аспирантами самостоятельно, что является одним из элементов самостоятельной работы.

Объем реферата должен быть в пределах 15 страниц машинописного текста через 1,5 интервала. При оформлении реферата необходимо ориентироваться на правила и установленные стандарты для учебных и научных работ.

Реферат сдается в указанные преподавателем сроки.

Критерии оценивания:

- достижение поставленной цели и задач исследования (новизна и актуальность поставленных в реферате проблем, правильность формулирования цели, определения задач исследования, правильность выбора методов решения задач и реализации цели; соответствие выводов решаемым задачам, поставленной цели, убедительность выводов);
- уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов исследований);
- личные заслуги автора реферата (новые знания, которые получены помимо основной образовательной программы, новизна материала и рассмотренной проблемы, научное значение исследуемого вопроса);
- культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора);
- культура оформления материалов работы (соответствие реферата всем стандартным требованиям);
- знания и умения на уровне требований стандарта данной дисциплины: знание фактического материала, усвоение общих понятий и идей;
- степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всестороннее раскрытие темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению);
- качество и ценность полученных результатов (степень завершенности реферативного исследования, спорность или однозначность выводов);
- корректное использование литературных источников, грамотное оформление ссылок.

8. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие

вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и,

следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, иначе в день экзамена не будет чувства бодрости и уверенности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

2. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

3. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров
14.10.2020

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.03 ИСТОРИЯ РОССИИ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация
Обогащение полезных ископаемых

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Управления персоналом	Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Ветошкина Т.А.	Осипов П.А..
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 16.09.2021	Протокол № 2 от 12.10.2021
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Автор: Железникова А.В.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..……3

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ…….……..…..……6

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ……10

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ…….……18

ПОДГОТОВКА К ДОКЛАДУ…….22

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ.....26

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ……...30

ПОДГОТОВКА ЭССЕ……..31

ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ…….....34

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……36

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении – это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;

- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;

- объем задания должен соответствовать уровню студента;

- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – практические занятия;

2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям, подготовка к устному опросу, участию в дискуссиях, решению практико-ориентированных задач и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;

- уровень образования и степень подготовленности студентов;

- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «*История России*» обращаю внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к выполнению *контрольной работы* и к сдаче *зачета*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и

исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «*История России*» являются:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение тем курса (в т. ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т. ч. подготовка доклада, подготовка к выполнению практико-ориентированного задания);
- подготовка к тестированию;
- подготовка эссе;
- подготовка контрольной работы;
- подготовка к зачету.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Тема 1. Объект, предмет, основные понятия и методы исследования истории

1.История как наука. Сущность, формы, функции исторического знания.

2.Методы и источники изучения истории. Понятие и классификация исторического источника.

3.Концепции исторического процесса.

4.История России - неотъемлемая часть всемирной истории.

5.Историография отечественной истории.

Тема 2. Славянский этногенез. Образование государства у восточных славян

1.Этногенез восточных славян.

2.Славяне: расселение, занятия, общественное устройство, верования.

3.Предпосылки образования государственности у восточных славян

4.Норманнская и антинорманнская теории.

5. Первые князья династии Рюриковичей.

6. Русь и Византия. Первые договоры.

Тема 3. Киевская Русь

1. Социально-экономический и общественно-политический строй Киевской Руси (конец X – первая треть XII вв.).

2.Формирование системы государственного управления. Князья Игорь, Ольга, Святослав.

3. Князь Владимир. Крещение Руси и его значение.

4. Ярослав Мудрый. «Русская правда» - первый свод законов Древнерусского государства. Владимир Мономах.

Тема 4. Русь в эпоху феодальной раздробленности

1.Предпосылки распада Киевской Руси и начала феодальной раздробленности.

2. Политическая раздробленность на Руси

а) Новгородская боярская республика.

б) Владимиро-Суздальская Русь. Юрий Долгорукий, Андрей Боголюбский, Всеволод Большое Гнездо.

в) Галицко-Волынская земля. Ростислав Мстиславич, Даниил Романович.

г) Киевская земля в период феодальной раздробленности.

3. Последствия раздробленности.

4. Завоевательные походы монголов и нашествие Батыя на Русь.

5. Борьба с немецко-шведской агрессией. Деятельность А.Невского

6. Золотоордынское влияние на развитие средневековой Руси: оценки историков.

Тема 5. Складывание Московского государства в XIV - XVI вв. (XIV – начало XVI вв.)

1.Предпосылки и особенности процесса объединения русских земель.

2.Этапы политического объединения, их характеристика и содержание. Иван Калита, Дмитрий Донской.

3.Социально-экономическое развитие и формирование политических основ Российского государства при Иване III и Василии III.

4. Внутренняя и внешняя политика Ивана IV.

5. Культура Руси XIV – начала XVI вв.

Тема 6. Российское государство в XVII в.

1.Смутное время начала XVII в.

2.Развитие Российского государства при первых царях династии Романовых:

а) новые явления в социально-экономической жизни;

б) движение социального протеста;

в) государственно-общественное развитие;

г) реформы патриарха Никона и церковный раскол;

д) внешняя политика России в XVII в., присоединение новых территорий

Тема 7. Россия в XVIII в.

1. Реформы Петра I и начало российской модернизации

2. Внешняя политика Петра I. Рождение Российской империи.

3. «Эпоха дворцовых переворотов» (1725–1762 гг.).

4.Царствование Екатерины II:

а) социально-экономическое развитие России во 2-й половине XVIII в.;

б) «Просвещенный абсолютизм»: содержание, особенности, противоречия.

4.Российское государство в конце XVIII века. Павел I.

5.Внешняя политика России

6.Европеизация и секуляризация русской культуры: результаты и последствия.

Тема 8. Россия в XIX в.

1. Александр I и его преобразования. М.М. Сперанский.

2. Внешняя политика в первой четверти XIX в.

3. Внутренняя и внешняя политика императора Николая I.

4. Александр II. Отмена крепостного права и ее влияние на социально-экономическое развитие страны.

5.Либерально-буржуазные реформы 60–70-х гг. XIX в. и их последствия.

6. «Контрреформы» Александра III: корректировка реформаторского курса.

7.Общественно-политические движения (консервативный, либеральный, революционный лагерь).

8.Внешняя политика России во второй половине XIX в.

9. Культура и общественная жизнь России в XIX в.

Тема 9. Россия в XX в.

1.Проблемы российской модернизации на рубеже XIX –XX вв. Программа индустриализации С. Ю. Витте. Реформы П. А. Столыпина.

2.Революция 1905–1907 гг. в России. Становление многопартийности и парламентаризма в России.

3. Внешняя политика. Первая мировая война.

4.Февральская революция 1917 года. Октябрь 1917 года: приход к власти большевиков.

5.Гражданская война в России и первое десятилетие Советской власти

6. Новая экономическая политика: цели, направления, результаты.

7.Социально-экономические преобразования в СССР:

а) индустриализация страны: необходимость, источники, методы, итоги;

б) коллективизация сельского хозяйства;

в) формирование и упрочение административно-бюрократической системы.

8. Политическая система СССР в 1930-е годы. Завершение «культурной революции».

9. Образование СССР. Внешняя политика СССР в 1930-е гг.

10. СССР во Второй мировой войне

а) подготовка страны к войне, этапы войны;

б) крупнейшие сражения, партизанское движение, работа тыла;

в) СССР и союзники во Второй мировой войне;

г) итоги войны, цена Великой победы.

11. СССР в послевоенный период

12. Социально-экономическое и общественно-политическое развитие СССР в 1946–1953 гг.

13.Успехи и противоречия социально-экономического и внешне-политического развития страны под руководством Н. С. Хрущева

14. Советское общество в эпоху «застоя» в период руководства Л.И. Брежнева

15. СССР в середине 1980-1990 гг.

а) Экономические преобразования в стране. Политика «ускорения». «Перестройка» в СССР.

б) Концепция «Нового политического мышления» и ее претворение в жизнь.

в) Реформирование политической системы. Распад СССР.

Тема 10. Россия и мир в начале XXI в.

1. Геополитические последствия распада СССР. Провозглашение суверенитета Российской Федерации. 2.Формирование новой государственности. Конституция 1993 г.

3. Социально-экономические преобразования. Рыночная модернизация страны.

4. Внешнеполитическая деятельность в условиях новой геополитической ситуации. Россия и мир на рубеже XX– XXI.

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Объект, предмет, основные понятия и методы исследования истории

История
Исторический факт
Исторический источник
Интерпретация
Этнос
Менталитет
Государство
Цивилизация
Формация
Классы
Прогресс
Регресс
Общественно-экономическая формация
Геополитика

Тема 2. Славянский этногенез. Образование государства у восточных славян

Великое переселение народов
Этногенез
Военная демократия
Язычество
Полюдье
Повоз
Погосты и уроки
Феодализм
Варяги
Вервь
Вече
Племенной союз
Государство
Князь
Русь
Волхвы
Анты и венеды
Отроки
Смерды
Закупы
Рядовичи
Холопы

Тема 3. Киевская Русь

«Русская правда»
Вотчина
Боярская дума
Децентрализация
Уделы
Централизация
Поместье
Воевода
Ремесло
Феодализм
Феодальные отношения
Усложнение социальной структуры
Культура народная, культура религиозная
Фольклор
Храм
Икона фреска
Летописание
Эволюция государственности
Хазары, половцы, печенеги

Тема 4. Русь в эпоху феодальной раздробленности

Великий князь
Княжеский двор
Дружина
Междоусобные войны
Феодальная раздробленность
Феодальные центры
Боярская республика
Посадник
Тысяцкий
Сепаратизм
Последствия раздробленности
Держава Чингисхана
Золотая Орда
Монголо-татарское нашествие
Баскак
Выход
Подушная подать
Монголо-татарское иго
Ярлык
Проблема взаимовлияния
Вторжения с северо-запада
Ливонский орден

Рыцари

Тема 5. Складывание Московского государства в XIV - XVI вв. (XIV – начало XVI вв.)

Централизация
Приказы
Поместье
Дворяне
Местничество
Кормление
Крепостное право
Боярская дума
Натуральное хозяйство
Судебник
Государев дворец
Государева казна
Государственные символы
«Москва – третий Рим»
Сословно-представительная монархия
Земский собор
Митрополит
Крепостное право
Венчание на царство
Избранная рада
Реформа
Приказы
Стрелецкое войско
Стоглав
Опричнина
Губные избы
Династический кризис

Тема 6. Российское государство в XVII в.

Смутное время
Интервенция
Крестьянская война
Семибоярщина
Самозванство
Народное ополчение
Сословно-представительная монархия
Патриарх
«Бунташный век»
Тягло
Урочные и заповедные лета

Мануфактуры
Юридическое закрепощение крестьян
Личная зависимость
Внеэкономическая эксплуатация
Стрельцы
Казаки
Полки нового строя
Раскол в Русской православной церкви
Старообрядчество
Ярмарка
Абсолютная монархия

Тема 7. Россия в XVIII в.

Абсолютизм
Империя
Регулярная армия
Синод
Сенат
Министерства
Коллегии
«Великое посольство»
Подушная подать
Табель о рангах
Рекруты
Ассамблеи
Кунсткамера
Протекционизм
Меркантилизм
Государственная монополия
Дворцовые перевороты
Гвардия
Верховный Тайный совет
Кондиции
«Бироновщина»
Просвещенный абсолютизм
Уложенная комиссия
Жалованная грамота
Приписные крестьяне
Обер-прокурор
Господствующее сословие
Податные сословия
Крестьянская война

Тема 8. Россия в XIX в.

Либеральные реформы
Конституционализм
Негласный комитет
Государственный Совет
Отечественная война
Конституция
Монархия
Крестьянский вопрос
Либерализм
Аракчеевщина
Реакция
Консерватизм
Общественное движение
Декабристы
Западники
Славянофилы
Теория «официальной народности»
Восточный вопрос
Бюрократизация
Кодификация
Финансовая реформа Е.Ф. Канкрина
Буржуазия
Капитализм
Рабочий класс
Промышленный переворот
Крестьянская реформа
Выкупные платежи
Временно-обязанные крестьяне
Уставные грамоты
Крестьянская община
Народничество, радикализм
Рабочее движение
Марксизм
Социал-демократия
Контрреформы
Легитимность
Выкупная сделка
Мировой суд
Земство
Всесословная воинская повинность
Буржуазия, пролетариат
Индустриализация и модернизация
Союз трех императоров

Тема 9. Россия в XX веке.

Монополия
Промышленный подъем
Депрессия
Модернизация
Революция
Манифест
Конституционная монархия
Политическая партия
Государственная Дума
Прогрессивный блок
Революционные партии
Антанта
Тройственный союз
Аграрная реформа
Отруб, хутор
Советы
Большевики, меньшевики
Временное правительство
Республика
Двоевластие
Учредительное собрание
Первая Мировая война
Совет народных комиссаров
Красная Армия
Белое движение
Гражданская война
Сепаратный мирный договор
Иностранная интервенция
Мировая революция
Декреты
Военный коммунизм
Продразверстка
Авторитаризм
Тоталитаризм
Коминтерн
Новая экономическая политика
Продналог
Индустриализация
Коллективизация
Культурная революция
«Мюнхенский сговор»
Лига Наций
Коллективная безопасность

Вторая Мировая война
Пакт о ненападении
Государственный Комитет обороны, Ставка Верховного главнокомандования
Эвакуация
Антигитлеровская коалиция
Второй фронт
Коренной перелом
Партизанское движение, подпольное движение
Сопротивление
Фашизм, японский милитаризм
Ленд-лиз
Капитуляция
ООН
НАТО, ОВД
Репрессии
Либерализация политического режима
Десталинизация
Денежная реформа
Мировая социалистическая система
«Оттепель»
ГУЛАГ
Реабилитация
«Холодная война»
Совхоз
Целина
Мелиорация
Спутник
Освоение космоса
Паритет
Правозащитное движение
Диссиденты
Развитой социализм
Герантократия
Разрядка
«Теневая экономика»
Концепция развитого социализма
Разрядка международной напряженности
Стабильность кадров
Реформа хозяйственного механизма
Экстенсивный путь развития
Страны социалистической ориентации
Перестройка
Гласность

«Новое политическое мышление»
Плюрализм
СНГ
Приватизация
Прибыль и рентабельность
Госприемка
«шоковая терапия»
Ваучер
Распад СССР
Многопартийность
Возрождение парламентаризма
Рыночная экономика
Борьба с экстремизмом и терроризмом
Дефолт
Стабилизация
Финансовый кризис
Содружество Независимых государств

Тема 10. Россия и мир в начале XXI в.

Правовое государство
Гражданское общество
Рыночная экономика
Дефолт
Вертикаль власти
Олигархи
Глобализация
Совет Федерация
Государственная Дума
Совет Европы
ВТО

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный,

кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель –

познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

- изучающее – предполагает досконального освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное,

составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА

Одной из форм текущего контроля является доклад, который представляет собой продукт самостоятельной работы студента.

Доклад - это публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Как правило, в основу доклада ложится анализ литературы по проблеме. Он должен носить характер краткого, но в то же время глубоко аргументированного устного сообщения. В нем студент должен, по возможности, полно осветить различные точки зрения на проблему, выразить собственное мнение, сделать критический анализ теоретического и практического материала.

Подготовка доклада является обязательной для обучающихся, если доклад указан в перечне форм текущего контроля успеваемости в рабочей программе дисциплины.

Доклад должен быть рассчитан на 7-10 минут.

Обычно доклад сопровождается представлением презентации.

Презентация (от англ. «presentation» - представление) - это набор цветных слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата с расширением PP.

Целью презентации - донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации, изложенной в докладе, в удобной форме.

Перечень примерных тем докладов с презентацией представлен в рабочей программе дисциплины, он выдается обучающимся заблаговременно вместе с методическими указаниями по подготовке. Темы могут распределяться студентами самостоятельно (по желанию), а также закрепляться преподавателем дисциплины.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления.

Для этого, остановитесь на теме, которая вызывает у Вас больший интерес; определите цель выступления; подумайте, достаточно ли вы знаете по выбранной теме или проблеме и сможете ли найти необходимый материал;

- осуществить сбор материала к выступлению.

Начинайте подготовку к докладу заранее; обращайтесь к справочникам, энциклопедиям, научной литературе по данной проблеме; записывайте необходимую информацию на отдельных листах или тетради;

- организовать работу с литературой.

При подборе литературы по интересующей теме определить конкретную цель поиска: что известно по данной теме? что хотелось бы узнать? для чего нужна эта информация? как ее можно использовать в практической работе?

- во время изучения литературы следует: записывать вопросы, которые возникают по мере ознакомления с источником, а также ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;

- обработать материал.

Учитывайте подготовку и интересы слушателей; излагайте правдивую информацию; все мысли должны быть взаимосвязаны между собой.

При подготовке доклада с презентацией особо необходимо обратить внимание на следующее:

- подготовка доклада начинается с изучения источников, рекомендованных к соответствующему разделу дисциплины, а также специальной литературы для докладчика, список которой можно получить у преподавателя;

- важно также ознакомиться с имеющимися по данной теме монографиями, учебными пособиями, научными информационными статьями, опубликованными в периодической печати.

Относительно небольшой объем текста доклада, лимит времени, отведенного для публичного выступления, обусловливает потребность в тщательном отборе материала, умелом выделении главных положений в содержании доклада, использовании наиболее доказательных фактов и убедительных примеров, исключении повторений и многословия.

Решить эти задачи помогает составление развернутого плана.

План доклада должен содержать следующие главные компоненты: краткое вступление, вопросы и их основные тезисы, заключение, список литературы.

После составления плана можно приступить к написанию текста. Во вступлении важно показать актуальность проблемы, ее практическую значимость. При изложении вопросов темы раскрываются ее основные положения. Материал содержания вопросов полезно располагать в таком порядке: тезис; доказательство тезиса; вывод и т. д.

Тезис - это главное основополагающее утверждение. Он обосновывается путем привлечения необходимых цитат, цифрового материала, ссылок на статьи. При изложении содержания вопросов особое внимание должно быть обращено на раскрытие причинно-следственных связей, логическую последовательность тезисов, а также на формулирование окончательных выводов. Выводы должны быть краткими, точными, достаточно аргументированными всем содержанием доклада.

В процессе подготовки доклада студент может получить консультацию у преподавателя, а в случае необходимости уточнить отдельные положения.

Выступление

При подготовке к докладу перед аудиторией необходимо выбрать способ выступления:

- устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды);
- чтение подготовленного текста.

Чтение заранее написанного текста значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Короткие фразы легче воспринимаются на слух, чем длинные.

Необходимо избегать сложных предложений, причастных и деепричастных оборотов. Излагая сложный вопрос, нужно постараться передать информацию по частям.

Слова в речи надо произносить четко и понятно, не надо говорить слишком быстро или, наоборот, растягивать слова. Надо произнести четко особенно ударную гласную, что оказывает наибольшее влияние на разборчивость речи.

Пауза в устной речи выполняет ту же роль, что знаки препинания в письменной. После сложных выводов или длинных предложений необходимо сделать паузу, чтобы слушатели могли вдуматься в сказанное или правильно понять сделанные выводы. Если выступающий хочет, чтобы его понимали, то не следует говорить без паузы дольше, чем пять с половиной секунд.

Особое место в выступлении занимает обращение к аудитории. Известно, что обращение к собеседнику по имени создает более доверительный контекст деловой беседы. При публичном выступлении также можно использовать подобные приемы. Так, косвенными обращениями могут служить такие выражения, как «Как Вам известно», «Уверен, что Вас это не оставит равнодушными». Выступающий показывает, что слушатели интересны ему, а это самый простой путь достижения взаимопонимания.

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. Внимательность и наблюдательность в сочетании с опытом позволяют оратору уловить настроение публики. Возможно, рассмотрение некоторых вопросов придется сократить или вовсе отказаться от них.

После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Стоит обратить внимание на вербальные и невербальные составляющие общения. Небрежность в жестах недопустима. Жесты могут быть приглашающими, отрицающими, вопросительными, они могут подчеркнуть нюансы выступления.

Презентация

Презентация наглядно сопровождает выступление.

Этапы работы над презентацией могут быть следующими:

- осмыслите тему, выделите вопросы, которые должны быть освещены в рамках данной темы;
- составьте тезисы собранного материала. Подумайте, какая часть информации может быть подкреплена или полностью заменена изображениями, какую информацию можно представить в виде схем;
- подберите иллюстративный материал к презентации: фотографии, рисунки, фрагменты художественных и документальных фильмов, материалы кинохроники, разработайте необходимые схемы;
- подготовленный материал систематизируйте и «упакуйте» в отдельные блоки, которые будут состоять из собственно текста (небольшого по объему), схем, графиков, таблиц и т.д.;
- создайте слайды презентации в соответствии с необходимыми требованиями;
- просмотрите презентацию, оцените ее наглядность, доступность, соответствие языковым нормам.

Требования к оформлению презентации

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS Power Point.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал.

Количество слайдов должно быть пропорционально содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах.

Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1-я стратегия: на слайды выносится опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.

Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.

2-я стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;
- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации).

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Обычный слайд, без эффектов анимации, должен демонстрироваться на экране не менее 10 - 15 секунд. За меньшее время аудитория не успеет осознать содержание слайда.

Слайд с анимацией в среднем должен находиться на экране не меньше 40 – 60 секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение). В связи с этим лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим докладчиком.

Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации - не менее 18.

В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Наилучшей цветовой гаммой для презентации являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.).

Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации.

Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными задания понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;

- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;

- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;

2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;

3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

Примером практико-ориентированного задания по дисциплине «*История России*» выступает *анализ исторического документа.*

Алгоритм анализа исторического документа:

1. Происхождение текста.

1.1. Кто написал этот текст?

1.2. Когда он был написан?

1.3. К какому виду источников он относится: письмо, дневник, официальный документ и т.п.?

2. Содержание текста.

Каково содержание текста? Сделайте обзор его структуры. Подчеркните наиболее важные слова, персоналии, события. Если вам не известны какие-то слова, поработайте со словарем.

3. Достоверна ли информация в тексте?

3.1. Свидетелем первой или второй очереди является автор текста? (Если автор присутствовал во время события, им описываемого, то он является первоочередным свидетелем).

3.2. Текст первичен или вторичен? (Первичный текст современен событию, вторичный текст берет информацию из различных первичных источников. Первичный текст может быть написан автором второй очереди, то есть созданным много позже самого события).

4. Раскройте значение источника и содержащейся в ней информации.

5. Дайте обобщающую оценку данному источнику.

- Когда, где и почему появился закон (сборник законов)?
- Кто автор законов?
- Чьи интересы защищает закон?
- Охарактеризуйте основные положения закона (ссылки на текст, цитирование).
- Сравните с предыдущими законами.
- Что изменилось после введения закона?
- Ваше отношение к этому законодательному акту (справедливость, необходимость и т.д.).

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответна имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

1. готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

2. четко выяснить все условия тестирования заранее. Студент должен знать, сколько тестов ему будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т. д.;

3. приступая к работе с тестами, внимательно и до конца нужно прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов; выбрать правильные (их может быть несколько); на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант;

- не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, нужно переходить к другим тестовым заданиям; к трудному вопросу можно обратиться в конце;

- обязательно необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

ПОДГОТОВКА ЭССЕ

Эссе - прозаическое сочинение небольшого объема и свободной композиции на частную тему, трактуемую субъективно и обычно неполно. (Словарь Ожегова)

Жанр эссе предполагает свободу творчества: позволяет автору в свободной форме излагать мысли, выражать свою точку зрения, субъективно оценивать, оригинально освещать материал; это размышление по поводу когда-то нами услышанного, прочитанного или пережитого, часто это разговор вслух, выражение эмоций и образность.

Уникальность этого жанра в том, что оно может быть написано на любую тему и в любом стиле. На первом плане эссе − личность автора, его мысли, чувства, отношение к миру. Однако необходимо найти оригинальную идею (даже на традиционном материале), нестандартный взгляд на какую-либо проблему. Для грамотного, интересного эссе необходимо соблюдение некоторых правил и рекомендаций.

Особенности эссе:

- - наличие конкретной темы или вопроса;
- - личностный характер восприятия проблемы и её осмысления;
- - небольшой объём;
- - свободная композиция;
- - непринуждённость повествования;
- - внутреннее смысловое единство;
- - афористичность, эмоциональность речи.

Эссе должно иметь следующую структуру:

1. Вступление (введение) определяет тему эссе и содержит определения основных встречающихся понятий.

2. Содержание (основная часть) - аргументированное изложение основных тезисов. Основная часть строится на основе аналитической работы, в том числе - на основе анализа фактов. Наиболее важные обществоведческие понятия, входящие в эссе, систематизируются, иллюстрируются примерами. Суждения, приведенные в эссе, должны быть доказательны.

3. Заключение - это окончательные выводы по теме, то, к чему пришел автор в результате рассуждений. Заключение суммирует основные идеи. Заключение может быть представлено в виде суммы суждений, которые оставляют поле для дальнейшей дискуссии.

Требования, предъявляемые к эссе:

1. Объем эссе не должен превышать 1–2 страниц.

2. Эссе должно восприниматься как единое целое, идея должна быть ясной и понятной.

3. Необходимо писать коротко и ясно. Эссе не должно содержать ничего лишнего, должно включать только ту информацию, которая необходима для раскрытия вашей позиции, идеи.

4. Эссе должно иметь грамотное композиционное построение, быть логичным, четким по структуре.

5. Эссе должно показывать, что его автор знает и осмысленно использует теоретические понятия, термины, обобщения, мировоззренческие идеи.

6. Эссе должно содержать убедительную аргументацию для доказательства заявленной по проблеме позиции. Структура любого доказательства включает по меньшей мере три составляющие: тезис, аргументы, вывод или оценочные суждения.

- Тезис — это сужение, которое надо доказать.
- Аргументы — это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса.
- Вывод — это мнение, основанное на анализе фактов.
- Оценочные суждения — это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах.

Приветствуется использование:

- Эпиграфа, который должен согласовываться с темой эссе (проблемой, заключенной в афоризме); дополнять, углублять лейтмотив (основную мысль), логику рассуждения вашего эссе. Пословиц, поговорок, афоризмов других авторов, также подкрепляющих вашу точку¬ зрения, мнение, логику рассуждения.
- Мнений других мыслителей, ученых, общественных и политических деятелей.
- Риторические вопросы.
- Непринужденность изложения.

Подготовка и работа над написанием эссе:

- изучите теоретический материал;
- уясните особенности заявленной темы эссе;
- продумайте, в чем может заключаться актуальность заявленной темы;
- выделите ключевой тезис и определите свою позицию по отношению к нему;
- определите, какие теоретические понятия, научные теории, термины помогут вам раскрыть суть тезиса и собственной позиции;
- составьте тезисный план, сформулируйте возникшие у вас мысли и идеи;
- для каждого аргумента подберите примеры, факты, ситуации из жизни, личного опыта, литературных произведений;
- распределите подобранные аргументы в последовательности;
- придумайте вступление к рассуждению;

- изложите свою точку зрения в той последовательности, которую вы наметили.
- сформулируйте общий вывод работы.

При написании эссе:

- напишите эссе в черновом варианте, придерживаясь оптимальной структуры;
- проанализируйте содержание написанного;
- проверьте стиль и грамотность, композиционное построение эссе, логичность и последовательность изложенного;
- внесите необходимые изменения и напишите окончательный вариант.

Требования к оформлению:

- Титульный лист.
- Текст эссе.
- Формат листов-А4. Шрифт- Times New Roman, размер - 14, расстояние между строк - интерлиньяж полуторный, абзацный отступ-1,25см., поля – 30 мм (слева), 20 мм (снизу), 20 мм (сверху), 20 мм (справа). Страницы нумеруются снизу по центру. Титульный лист считается, но не нумеруется.

Критерии оценивания эссе:

1. Самостоятельное проведение анализа проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария
2. Четкость и лаконичность изложения сути проблемы
3. Материал излагается логически последовательно
4. Аргументированность собственной позиции
5. Наличие выводов
6. Владение навыками письменной речи

ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ

- ***Письменный опрос***

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе.

- ***Устный опрос***

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии.

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с

пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).

7. Использование дополнительного материала.

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу. Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*История России*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*История России*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

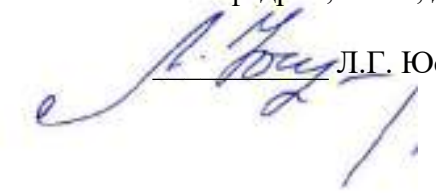
Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой, к.п.н., доцент



_____Л.Г. Юсупова

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине
Б1.О.04 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация
Обогащение полезных ископаемых

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Одобрен на заседании кафедры
Иностранных языков и деловой коммуникации
(название кафедры)
Протокол № 1 от 28.09.2021 г.
(Дата)

Екатеринбург

Содержание

Цели и задачи дисциплины …….…….....3
Требования к оформлению контрольной работы ……..……..4
Содержание контрольной работы…….....4
Выполнение работы над ошибками……...…8
Критерии оценивания контрольной работы ……8
Образец титульного листа ……..…10

Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины: повышение исходного уровня владения иностранным языком, достигнутого на предыдущей ступени образования, и достижение уровня иноязычной коммуникативной компетенции достаточного для общения в социально-бытовой, культурной и профессиональной сферах, а также для дальнейшего самообразования.

Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины:

универсальные:

- способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия (УК-4).

Для достижения указанной цели необходимо (задачи курса):

- владение иностранным языком как средством коммуникации в социально-бытовой, культурной и профессиональной сферах;
- развитие когнитивных и исследовательских умений с использованием ресурсов на иностранном языке;
- развитие информационной культуры;
- расширение кругозора и повышение общей гуманитарной культуры студентов;
- воспитание толерантности и уважения к духовным ценностям разных стран и народов.

Методические указания по выполнению контрольной работы предназначены для студентов очной и заочной формы обучения, обучающихся по специальности.

Письменная контрольная работа является обязательной формой *промежуточной аттестации*. Она отражает степень освоения студентом учебного материала по дисциплине Б1.О.04 Иностранный язык. А именно, в результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- особенности фонетического строя иностранного языка;
- лексические единицы социально-бытовой и академической тематики, основы терминосистемы соответствующего направления подготовки;
- основные правила грамматической системы иностранного языка;
- особенности построения устных высказываний и письменных текстов разных стилей речи;
- правила речевого этикета в соответствии с ситуациями межличностного и межкультурного общения в социально-бытовой, академической и деловой сферах;
- основную страноведческую информацию о странах изучаемого языка;
- лексико-грамматические явления иностранного языка профессиональной сферы для решения задач профессиональной деятельности;

Уметь:

- вести диалог/полилог и строить монологическое высказывание в пределах изученных тем;
- понимать на слух иноязычные тексты монологического и диалогического характера с различной степенью понимания в зависимости от коммуникативной задачи;
- читать аутентичные тексты прагматического, публицистического, художественного и научного характера с целью получения значимой информации;
- передавать основное содержание прослушанного/прочитанного текста;
- записывать тезисы устного сообщения, писать эссе по изученной тематике, составлять аннотации текстов, вести личную и деловую переписку;
- использовать компенсаторные умения в процессе общения на иностранном языке;
- пользоваться иностранным языком в устной и письменной формах, как средством

профессионального общения;

Владеть:

- основными приёмами организации самостоятельной работы с языковым материалом с использованием учебной и справочной литературы, электронных ресурсов;
- навыками выполнения проектных заданий на иностранном языке в соответствии с уровнем языковой подготовки;
- умением применять полученные знания иностранного языка в своей будущей профессиональной деятельности.

Требования к оформлению контрольной работы

Контрольные задания выполняются на листах формата А4 в рукописном виде, кроме титульного листа. На титульном листе (см. образец оформления титульного листа в печатном виде) указывается фамилия студента, номер группы, номер контрольной работы и фамилия преподавателя, у которого занимается обучающийся.

В конце работы должна быть поставлена подпись студента и дата выполнения заданий.

Контрольные задания должны быть выполнены в той последовательности, в которой они даны в контрольной работе.

Выполненную контрольную работу необходимо сдать преподавателю для проверки в установленные сроки.

Если контрольная работа выполнена без соблюдения изложенных выше требований, она возвращается студенту для повторного выполнения.

По дисциплине «Иностранный язык (английский)» представлено три варианта контрольной работы.

Номер варианта контрольной работы определяется для студентов в соответствии с начальными буквами их фамилий в алфавитном порядке. Например, студенты, у которых фамилии начинаются с букв А, выполняют контрольную работу № 1 и т.д. (см. таблицу №1).

Таблица №1

начальная буква фамилии студента	***№ варианта контрольной работы***
А, Г, Ж, К, Н, Р, У, Ц, Щ	№1
Б, Д, З, Л, О, С, Ф, Ч, Э, Я	№2
В, Е, И, М, П, Т, Х, Ш, Ю	№3

Содержание контрольной работы №1

Контрольная работа проводится по теме *1. Бытовая сфера общения (Я и моя семья)* и *теме 2. Учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование)* и направлена на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Контрольная работа также направлена на проверку сформированности грамматического навыка в рамках тем: порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях, порядок слов в вопросительном предложении, безличные предложения, местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные), имя существительное, артикли (определенный, неопределенный, нулевой), функции и спряжение глаголов *to be* и *to have, о*борот *there+be,* имя прилагательное и наречие, степени сравнения, сравнительные конструкции, имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат), образование видовременных форм глагола в активном залоге.

Распределение выше указанных тем в учебнике:

- Агабекян И. П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 384 с.: ил. - (Высшее образование) (200 экз. в библиотеке УГГУ) и учебнике:

- Журавлева Р.И. Английский язык: учебник: для студентов горно-геологических специальностей вузов / Р. И. Журавлева. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 508 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 502 (192 экз. в библиотеке УГГУ) представлено в таблице №2:

Таблица №2

Название темы	***Страницы учебников***	
	Агабекян И. П.	*Журавлева Р.И.*
Порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях	148	9
Порядок слов в вопросительном предложении	163-170	10, 24
Безличные предложения	149	440
Местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные)	41-55	101, 439
Имя существительное	66-78	435
Артикли (определенный, неопределенный, нулевой)	78-84	433
Функции и спряжение глаголов *to be* и *to have*	102-104	6-8
Оборот *there+be*	105-107	100
Имя прилагательное и наречие	115	83
Степени сравнения, сравнительные конструкции	115-121	143
Имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат)	261-271	-
Образование видовременных форм глагола в активном залоге	193-209	10, 36, 69

АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК

Вариант №1

Задание 1. Заполните пропуски в предложениях, выбрав один ответ.

Пример: Michael _____ everyone he meets because he is very sociable and easygoing. He has five brothers and two sisters, so that probably helped him learn how to deal with people.

A. gets divorced; **B. gets along well with;** C. gets married;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Заполните пропуски местоимениями some, any, no или их производными.

Пример: A: Is ***anything*** the matter with Dawn? She looks upset.

B: She had an argument with her friend today.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «неопределённые местоимения».

Задание 3. Заполните пропуски личными местоимениями (I, we, you, he, she, it, they, me, us, him, her, them).

Пример: My teacher is very nice. I like … . – I like **him**.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «личные и притяжательные местоимения».

Задание 4. Поставьте в правильную форму глагол, представленный в скобках, обращая при этом внимание на использованные в предложениях маркеры.

Пример: Every morning George **eats** (to eat) cereals, and his wife only **drinks** (to drink) a cup of coffee.

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 5. Составьте вопросительные предложения и дайте краткие ответы на них.

Пример: Paul was tired when he got home. – ***Was Paul tired when he got home? Yes, he was.***

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Контрольная работа
Вариант №2

Задание 1. Заполните пропуск, выбрав один вариант ответа.

Пример: A British university year is divided into three _____.

1) conferences; 2) sessions; **3) terms**; 4) periods;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Выберите правильную форму глагола.

Пример: A: I have a Physics exam tomorrow.

B: Oh dear. Physics **is/**are a very difficult subject.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «имя существительное, функции и спряжение глаголов to be и to have».

Задание 3. Раскройте скобки, употребив глагол в форме Present Continuous, Past Continuous или Future Continuous.

Пример: I **shall be studying** (study) Japanese online from 5 till 6 tomorrow evening.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 4. Составьте вопросы к словам, выделенным жирным шрифтом.

Пример: **The Petersons** have bought a dog. – *Who has bought a dog?*

The Petersons have bought **a dog. –** *What have the Petersons bought?*

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Задание 5. Подчеркните правильный вариант ответа.

Пример: A: You haven't seen my bag anywhere, haven't you**/<u>have you</u>**?

B: No. You didn't leave it in the car, **<u>did you</u>**/didn't you?

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Контрольная работа
Вариант № 3

Задание 1. Заполните пропуски, выбрав один вариант ответа.

Пример: The University accepts around 2000 new ____ every year.

1) students; 2) teachers; 3) pupils; 4) groups;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Поставьте в предложения подходящие по смыслу фразы:

as red as a beet (свекла), as slow as a turtle, as sweet as honey, as busy as a bee, as clumsy as a bear (неуклюжий), as black as coal, as cold as ice, as slippery as an eel (изворотливый как угорь), as free as a bird, as smooth as silk (гладкий)

Пример: Your friend is so unemotional, he is **as cold as ice**.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «имя прилагательное и наречие».

Задание 3. Переведите следующие предложения на английский язык.

Пример: Это самая ценная картина в Русском музее. **This is the most valuable picture in Russian Museum.**

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «степени сравнения имени прилагательного и наречий».

Задание 4. Раскройте скобки, употребив глагол в форме Present Perfect, Past Perfect или Future Perfect.

Пример: Sam **has lost** (lose) his keys. So he can't open the door.

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 5. Задайте вопросы к предложениям.

Пример: There are two books. The one on the table is Sue's.

a) 'Which *book is Sue's*?' 'The one on the table.'

b) 'Whose *book is on the table*?' 'Sue's.'

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК

Задание 1. Заполните пропуски в предложениях, выбрав один ответ.

Пример: Mein Bruder ... Arzt geworden

A. hat; **B. ist**; C. wird;

Задание 1 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Пассивный залог».

Задание 2. Вставьте подходящее вопросительное слово.

Пример: **Was** machen Sie am Wochenende?

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Вопросительные местоимения».

Задание 3. Заполните пропуски возвратными местоимениями в нужной форме.

Пример: Wo wohnen d**eine** Eltern?

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Притяжательные местоимения».

Задание 4. Поставьте в правильную форму глагол, представленный в скобках.

Пример: **Kannst** du mir bitte die Marmelade geben? (können)

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Модальные глаголы».

Задание 5. Составьте вопросительные предложения и дайте краткие ответы на них.

Пример: Sie wohnen in Berlin.

Ответ: Wo wohnen Sie? Wer wohnt in Berlin?

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по

теме «Вопросительные предложения».

Содержание контрольной работы №2

Контрольная работа проводится по теме 3. *Социально-культурная сфера общения (Я и моя страна. Я и мир) и теме 4. Профессиональная сфера общения (Я и моя будущая специальность)* и направлена на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Контрольная работа также направлена на проверку сформированности грамматического навыка в рамках тем: модальные глаголы и их эквиваленты, образование видовременных форм глагола в пассивном залоге, основные сведения о согласовании времён, прямая и косвенная речь, неличные формы глагола: инфинитив, причастия, герундий, основные сведения о сослагательном наклонении.

Распределение выше указанных тем в учебнике:

- Агабекян И. П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 384 с.: ил. - (Высшее образование) (200 экз. в библиотеке УГГУ) и учебнике:

- Журавлева Р.И. Английский язык: учебник: для студентов горно-геологических специальностей вузов / Р. И. Журавлева. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 508 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 502 (192 экз. в библиотеке УГГУ) представлено в таблице №2:

Таблица №2

Название темы	***Страницы учебников***	
	Агабекян И. П.	*Журавлева Р.И.*
Модальные глаголы и их эквиваленты	295	47
Образование видовременных форм глагола в пассивном залоге	236	71, 115
Основные сведения о согласовании времён	323-328	269
Прямая и косвенная речь	324	268
Неличные формы глагола: инфинитив, причастия, герундий	311-322	132, 162, 173, 192, 193
Основные сведения о сослагательном наклонении	329	224

АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК

Вариант №1

Задание 1. Заполните пропуски, выбрав один вариант ответа.

Пример: You: “Are you engaged?” Taxi driver: “_____”.

Варианты ответов:

1) Yes, I am having a rest.

2) Sorry, but I don’t.

3) No, sir. Where do you wish me to take you?

4) Yes, thank you.

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Перепишите предложения в страдательном залоге.

Пример: The people are discussing politics. **Politics is being discussed.**

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «страдательный залог».

Задание 3. Вставьте модальные глаголы may (might) или can (could).

Пример: Can you help me?

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по

теме «модальные глаголы».

Задание 4. Употребите правильную форму глагола в пассивном залоге.

Пример: The roads **are covered** (cover) with the snow.

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «страдательный залог».

Задание 5. Вставьте модальный глагол may или might. Раскройте скобки, употребляя требующуюся форму инфинитива.

Пример: **May I ask** (to ask) you to take off your hat?

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «модальные глаголы, инфинитив».

Вариант №2

Задание 1. Заполните пропуски, выбрав один вариант ответа.

Пример: The … of shafts is very expensive.

a) making; **b) driving;** c) building;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Выберите подходящую форму глагола в каждом предложении.

Пример: If we **leave** (will leave/leave/leaves) at 7 o'clock, we **will arrive** (will arrive/arrive/arrives) on time.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «сослагательное наклонение».

Задание 3. Выберите из скобок требующуюся форму причастия.

Пример: We listened to the girls **singing** (singing, sung) folk songs.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «причастие».

Задание 4. Перепишите предложения в страдательном залоге.

Пример: The child has broken the crystal vase. The crystal vase has been broken by the child.

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «страдательный залог».

Задание 5. Перефразируйте следующие предложения, употребляя модальный глагол need.

Пример: 1) It is not necessary to go there. **You need not go there.**

2) It was not necessary to go there. **You need not have gone there.**

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «модальные глаголы, инфинитив».

Вариант №3

Задание 1. Заполните пропуски, выбрав один вариант ответа.

Пример: A certain amount of ore … in incline sinking.

a) is extracted; b) is got; c) is mined;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Выберите из скобок требующуюся форму причастия.

Пример: I picked up the pencil **lying** (lying, lain) on the floor.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «неличные формы глагола: причастие».

Задание 3. Раскройте скобки, употребляя требующуюся форму инфинитива.

Пример: He seems **to read** (to read) a lot.

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «неличные формы глагола: инфинитив».

Задание 4. Перепишите предложения в косвенной речи.

Пример: He said, 'I'm going to the station.' - ***He said (that) he was going to the station.***

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «прямая и косвенная речь, согласование времен».

Задание 5. Переведите на английский язык.

Пример: Если бы я знал французский, я бы уже давно поговорил с ней.

If I had known French, I would have spoken with her.

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «сослагательное наклонение».

НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК

Задание 1. Заполните пропуски, поставив существительное из скобок в нужную форму во множественном числе.

Пример: Unsere (Gast) **Gäste** haben mehrere (Stunde) **Stunden** gebraucht, um uns zu finden.

Задание 1 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Множественное число имен существительных».

Задание 2. Вставьте правильное окончание глаголов.

Пример: Ich komm**e** meistens gegen acht Uhr ins Büro und schalt**e** erst einmal den Computer ein.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Спряжение глагола».

Задание 3. Вставьте модальные глаголы müssen, können, dürfen, möchten или wollen. Возможно несколько правильных вариантов:

Пример: In der Bibliothek: Sie **können** Bücher leihen.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Модальные глаголы».

Задание 4. Составьте Ja/Nein вопросы к данным ответам.

Пример: Nein, ich spreche kein Französisch.

Sprechen Sie Französisch? / Sprichst du Französisch?

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Вопросительные предложения».

Задание 5. Составьте вопросы и ответьте на них.

Пример: wie • Sie •heißen •? **Wie heißen Sie?**

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Порядок слов в вопросительном предложении».

Проблемные и сложные вопросы, возникающие в процессе изучения курса и выполнения контрольной работы, необходимо решать с преподавателем на консультациях.

Выполнению контрольной работы должно предшествовать самостоятельное изучение студентом рекомендованной литературы.

Студент получает проверенную контрольную работу с исправлениями в тексте и замечаниями. В конце работы выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Работа с оценкой «неудовлетворительно» должна быть доработана и представлена на повторную проверку.

Выполнение работы над ошибками

При получении проверенной контрольной работы необходимо проанализировать отмеченные ошибки. Все задания, в которых были сделаны ошибки или допущены неточности, следует еще раз выполнить в конце данной контрольной работы. Контрольные работы являются учебными документами, которые хранятся на кафедре до конца учебного года.

Критерии оценивания контрольной работы

Оценка за контрольную работу определяется простым суммированием баллов за правильные ответы на вопросы: 1 правильный ответ = 1 балл. Максимум 44 балла.

Результат контрольной работы

Контрольная работа оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»:

35-44 балла (80-100%) - оценка «отлично»;

29-34 балла (65-79%) - оценка «хорошо»;

22-28 баллов (50-64%) - оценка «удовлетворительно»;

0-21 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».

Образец оформления титульного листа

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Кафедра иностранных языков и деловой коммуникации

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

по дисциплине
ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация
Обогащение полезных ископаемых

формы обучения: очная, заочная

Выполнил: Иванов Иван Иванович
Группа ОПИ-22

Преподаватель: Петров Петр Петрович,
к.т.н, доцент

Екатеринбург
2022

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров
13.10.2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Б1.О.04 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

год набора: 2022

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Иностранных языков и деловой коммуникации	горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
к.п.н., доц. Юсупова Л. Г.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 28.09.2021 г.	Протокол № 2 от 12.10.2021 г.
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕМА 1. Бытовая сфера общения (Я и моя семья)……..... 3
1.1 Лексические единицы, необходимые для освоения темы ……..... 3
1.2 Устные темы для развития коммуникативной компетенции ……..... 5
1.3 Систематизация грамматического материала: теория и упражнения ……... 6

ТЕМА 2. Учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование) ……..... 35
2.1 Лексические единицы, необходимые для освоения темы ……..... 35
2.2 Устные темы для развития коммуникативной компетенции ……..... 36
2.3 Систематизация грамматического материала: теория и упражнения ……... 38

ТЕМА 3. Социально-культурная сфера общения (Я и моя страна. Я и мир) ……..... 53
3.1 Лексические единицы, необходимые для освоения темы ……..... 53
3.2 Устные темы для развития коммуникативной компетенции ……..... 54
3.3 Систематизация грамматического материала: теория и упражнения ……... 58

ТЕМА 4. Профессиональная сфера общения (Я и моя будущая специальность) ……..... 74
4.1 Лексические единицы, необходимые для освоения темы ……..... 74
4.2 Устные темы для развития коммуникативной компетенции ……..... 82
4.3 Систематизация грамматического материала: теория и упражнения ……... 82

ТЕМА 1. Бытовая сфера общения (Я и моя семья)

Тематика общения:

1. Я и моя семья.
2. Дом, жилищные условия.
3. Мой рабочий день.
4. Досуг и развлечения.

Проблематика общения:

1. Взаимоотношения в семье, семейные традиции.
2. Устройство квартиры/загородного дома.
3. Рабочий день студента.
4. Досуг в будние и выходные дни, активный и пассивный отдых.

1.1 Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

родственник relative, relation
родители parents
мать (мама) mother (mom, mum, mama, mamma, mummy, ma)
отец (папа) father (dad, daddy, papa, pa)
жена wife
муж husband
супруг(а) spouse
ребенок, дети child, children
дочь daughter
сын son
сестра sister
брат brother
единственный ребенок only child
близнец twin
близнецы, двойняшки twins
брат-близнец twin brother
сестра-близнец twin sister
однояйцевые близнецы identical twins
тройняшки triplets
бабушка и дедушка grandparents
бабушка grandmother (grandma, granny, grandmamma)
дедушка grandfather (grandpa, granddad, grandpapa, grandad)
внуки grandchildren
внучка granddaughter
внук grandson
прабабушка great-grandmother
прадедушка great-grandfather
прабабушка и прадедушка great-grandparents
правнуки great-grandchildren
тётя aunt
дядя uncle
крестный (отец) godfather
крестная (мать) godmother
отчим, приемный отец stepfather
мачеха, приемная мать stepmother
сводный брат stepbrother
сводная сестра stepsister
брат по одному из родителей half-brother
сестра по одному из родителей half-sister

приемный, усыновленный сын adopted son
приемная, удочеренная дочь adopted daughter
приемный ребенок adopted child
патронатная семья, приемная семья foster family
приемный отец foster father
приемная мать foster mother
приемные родители foster parents
приемный сын foster son
приемная дочь foster daughter
приемный ребенок foster child
неполная семья (с одним родителем) single-parent family
родня the kin, the folks
племянница niece
племянник nephew
двоюродный брат cousin (male)
двоюродная сестра cousin (female)
двоюродный брат (сестра), кузен (кузина) first cousin
троюродный брат (сестра) second cousin
четвероюродный брат (сестра) third cousin
родня со стороны мужа или жены in-laws
свекровь mother-in-law (husband's mother)
свёкор father-in-law (husband's father)
тёща mother-in-law (wife's mother)
тесть father-in-law (wife's father)
невестка, сноха daughter-in-law
зять son-in-law
шурин, свояк, зять, деверь brother-in-law
свояченица, золовка, невестка sister-in-law
семейное положение marital status
холостой, неженатый, незамужняя single
женатый, замужняя married
брак marriage
помолвка engagement
помолвленный, обрученный engaged
развод divorce
разведенный divorced
бывший муж ex-husband
бывшая жена ex-wife
расставшиеся, не разведенные, но не проживающие одной семьей separated
вдова widow
вдовец widower
подружка, невеста girlfriend
друг, парень, ухажер boyfriend
любовник, любовница lover
ухажер, жених, подружка, невеста, обрученный fiance
свадьба wedding
невеста на свадьбе bride
жених на свадьбе (bride)groom
медовый месяц honeymoon

1.2 Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My family

My name is Vladimir Petrov. I am … years old. I was born in 19… in Nizhniy Tagil. I went to school when I was 7. In 20… I finished school number 10 in Ekaterinburg. This year I entered the Ural State Mining University. In five years I shall graduate from this University.

I live in the center of Ekaterinburg. I work at the Ministry of Foreign Trade. I'm an engineer & I am also a student. Many engineers in our Ministry learn foreign languages.

My family is not large. I have a wife & two children. My wife's name is Ann & children's names are Nick & Natalie.

My wife is an economist. My wife is a young woman. She is twenty – nine years old. She works at the Ministry of Foreign Trade, too. She goes to the office every day. My wife doesn't learn English. She already knows English very well. She reads many English books, magazines & newspapers. My wife is also a student. She learns German. She likes languages very much & is going to learn French next year.

My daughter is a girl of ten. She goes to school. She has a lot of subjects at school. She also learns English. She also helps her mother at home.

My son is a little boy. He was born five years ago. I take him to the kindergarten every morning.

My parents are not old. My father is 53. He is an engineer. He graduated from The Ural Polytechnical Institute. He works at a big plant. My mother is 51. She is a teacher. She teaches Russian at school. She graduated from the Leningrad Teachers' Training University.

My sister's name is Katya. She works at an office. Besides she studies at an Evening Department. She is married. Her husband is a doctor. He works at a hospital. They have a little son. He is only six months old.

My elder brother, Boris by name, does not stay with us. He lives in Gorky in a large two-roomed flat. He is a designer. He has also a family of his own. He has a wife & two children: a boy & a girl. Their son is already a pupil. My brother & his family often come to see us. We also visit them sometimes.

I also have a grandfather & a grandmother. They are pensioners. My grandmother looks after the house & does the cooking. We usually take our children to the country in summer to stay with their grandparents. They love their grandchildren very much.

My student's life

I'm a student of The Ural State Mining University. I have been a student only one month. I can't speak English very well yet. I am just a beginner. I live in a hostel. It is rather a long way from the University. In fact, it takes me about an hour to get to the University. But it gives me no trouble at all, as I like to get up early. I don't need an alarm-clock to wake me up. I am an early - riser.

Though the hostel is far from the University it is very comfortable & has all modern conveniences.

As a rule I get up at 6.30, do morning exercises & have shower. I don't have a bath in the morning; I have a bath before I go to bed.

For breakfast I have a boiled egg & a cup of coffee in order not to waste the time. At about 7.30 I am quite ready to go. It is about 5 minutes walk from the hostel to the stop. I usually take the 7.40. bus. I walk to the stop as I have plenty of time to catch my bus.

I come to the University 5 minutes before the lesson begins. So I can have a chat with my friends. The majority of my group mates are from Ekaterinburg the others either come from different towns of our country. We usually have a lot of things to talk about.

We don't go out to the lunch. There is a good canteen at the University. It is on the ground floor. But I should say that you have to stand in a queue to have lunch.

I come to the hostel from the University at about 3 o'clock. I live in a single room & have nobody to speak with. In the evening I sometimes go out with my friends. We go to the cinema if there is something new or to the club if there is a dancing party there. But often I stay in, watch TV

programs or listen to the music. Then I read a book for half an hour or so & go to sleep. That doesn't take me long, as a rule.

My flat

I live in Ekaterinburg in a sixteen-storied dwelling house in the center of the city.
Five years ago our old wooden house was pulled down & we moved here into three-room flat with all modern conveniences.

Now we have running water, gas, electricity, central heating & a refuse chute. We live on the top floor & from the balcony we have a good view of the park. Besides we needn't mount the staircase because there is a lift to take us up.

The entrance hall is rather small. There is a hallstand & a mirror-stand there.

The sitting-room is a spacious simply furnished room. The floor spacious is about 15 square meters. It is not overcrowded with furniture. Everything fits in well. Nothing is out of place here. Next to the window there is a sofa with a stand – lamp. The bookcase in the corner of the room is full of books. On the left there are two comfortable arm-chairs opposite the TV-set & leaf – table.

In the bedroom we have dark brown suite of furniture of the latest model & thick carpet. Near the wall there is a divan-bed. In the built-in-wardrobe we keep our clothes & bed linen.
The adjoining room is the children's room. The bright pattern of the curtains & of wall paper makes the room look gay. There is a writing desk with a desk lamp, a small sofa & a lot of toys there.

In the kitchen there is a fridge, a cupboard, a kitchen table & a gas-stove. Over the sink there is a plate-rack. All kitchen utensils are close at hand.

In the corridor there is a built-in-closet, where we keep our vacuum-cleaner, electric iron & other household objects.

In the bathroom there is a bath-tub & a shower, a towel-rack & a wash-basin with a shelf above it. There tooth-brushes, a cake of soap & some shaving articles on it. Near the bath-room there is a lavatory.

There is nothing special about our flat, no rich decorations but we are accustomed to it & cannot compare it to the old one.

1.3 Систематизация грамматического материала:

1. Порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях. Порядок слов в вопросительном предложении. Безличные предложения.
2. Местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные).
3. Имя существительное. Артикли (определенный, неопределенный, нулевой).
4. Функции и спряжение глаголов *to be* и *to have.* Оборот *there+be.*
5. Имя прилагательное и наречие. Степени сравнения. Сравнительные конструкции.
6. Имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат).

Порядок слов в английском предложении

В русском языке, благодаря наличию падёжных окончаний, мы можем переставлять члены предложения, не меняя основного смысла высказывания. Например, предложения Студенты изучают эти планы и Эти планы изучают студенты совпадают по своему основному смыслу. Подлежащее в обоих случаях - студенты, хотя в первом предложении это слово стоит на первом месте, а во втором предложении - на последнем.

По-английски такие перестановки невозможны. Возьмём предложение The students study these plans Студенты изучают эти планы. Если подлежащее и дополнение поменяются местами, то получится бессмыслица: These plans study the students Эти планы изучают студентов. Произошло это потому, что слово plans, попав на первое место, стало подлежащим.

Английское предложение имеет твёрдый порядок слов.

Порядок слов в английском предложении показан в этой таблице:

I	II	III Дополнение	IV

					Обстоятельство
Подлежащее	**Сказуемое**	**Косвенное без предлога**	**Прямое**	**Косвенное с предлогом**	
We Мы	study изучаем		math математику		
He Он	gives дает	us нам	lessons уроки		in this room. в этой комнате
She Она	reads читает		her notes свои заметки	to Peter Петру	every day. каждый день

Вопросительное предложение

Общее правило построения вопросов в английском языке таково: Все вопросы (кроме специальных вопросов к подлежащему предложения) строятся путем инверсии. Инверсией называется нарушение обычного порядка слов в английском предложении, когда сказуемое следует за подлежащим.

В тех случаях, когда сказуемое предложения образовано без вспомогательных глаголов (в Present и Past Indefinite) используется вспомогательный глагол to do в требуемой форме - do/does/did.

Общие вопросы

Общий вопрос задается с целью получить подтверждение или отрицание высказанной в вопросе мысли. На общий вопрос обычно дается краткий ответ: "да" или "нет".

Для построения общего вопроса вспомогательный или модальный глагол, входящий в состав сказуемого, ставится в начале предложения перед подлежащим.

а) Примеры сказуемого с одним вспомогательным глаголом: Is he speaking to the teacher? - Он говорит с учителем?

б) Примеры сказуемого с несколькими вспомогательными глаголами:

You will be writing letters to us. – Ты будешь писать нам письма.

Will you be writing letters to us? – Будешь ли ты писать нам письма?

Примеры с модальными глаголами:

She can drive a car. – Она умеет водить машину.

Can she drive a car? - Она умеет водить машину? (Yes, she can.; No, she cannot)

Когда в составе сказуемого нет вспомогательного глагола (т.е. когда сказуемое выражено глаголом в Present или Past Indefinite), то перед подлежащим ставятся соответственно формы do / does или did; смысловой же глагол ставится в форме инфинитива без to (словарная форма) после подлежащего.

С появлением вспомогательного глагола do на него переходит вся грамматическая нагрузка - время, лицо, число: в Present Indefinite в 3-м лице ед. числа окончание -s, -es смыслового глагола переходит на глагол do, превращая его в does; а в Past Indefinite окончание прошедшего времени -ed переходит на do, превращая его в did.

Do you go to school? – Ходишь ли ты в школу?

Do you speak English well? - Ты хорошо говоришь по-английски?

Ответы на общие вопросы

Общий вопрос требует краткого ответа "да" или "нет", которые в английском языке образуются следующим образом:

а) Положительный состоит из слова Yes за которым (после запятой) идет подлежащее, выраженное личным местоимением в им. падеже (никогда не используется существительное) и тот вспомогательный или модальный глагол, который использовался в вопросе (вспомогательный глагол согласуется с местоимением ответа);

б) Отрицательный ответ состоит из слова No, личного местоимения и вспомогательного (или модального) глагола с последующей частицей not

Например: Are you a student? - Ты студент?

Yes, I am. - Да.; No, I am not. - Нет.

Do you know him? – Ты знаешь его?
Yes, I do. – Да (знаю).; No, I don't. – Нет (не знаю).

Специальные вопросы

Специальный вопрос начинается с вопросительного слова и задается с целью получения более подробной уточняющей информации. Вопросительное слово в специальном вопросе заменяет член предложения, к которому ставится вопрос.

Специальные вопросы могут начинаться словами:

who? – кто? whom? – кого? whose? - чей? what? – что? какой? which? – который?

when? – когда? where? – где? куда? why? – почему? how? – как?

how much? – сколько? how many? – сколько? how long? – как долго? сколько времени?

how often? – как часто?

Построение специальных вопросов:

1) Специальные вопросы ко всем членам предложения, кроме подлежащего (и его определения) строятся так же, как и общие вопросы – посредством инверсии, когда вспомогательный или модальный глагол ставится перед подлежащим.

Специальный вопрос (кроме вопроса к подлежащему) начинается с вопросительного слова или группы слов за которым следуют вспомогательный или модальный глагол, подлежащее и смысловой глагол (сохраняется структура общего вопроса).

Вопрос к прямому дополнению:

What are you reading? Что ты читаешь?

What do you want to show us? Что вы хотите показать нам?

Вопрос к обстоятельству

Обстоятельства бывают разного типа: времени, места, причины, условия, образа действия и др.

He will come back tomorrow. – Он вернется завтра.

When will he come back? – Когда он вернется?

What did he do it for? Зачем он это сделал?

Where are you from?

Вопрос к определению

Вопрос к определению начинается с вопросительных слов what какой, which (of) который (из), whose чей, how much сколько (с неисчисляемыми существительными), how many сколько (с исчисляемыми существительными). Они ставятся непосредственно перед определяемым существительным (или перед другим определением к этому существительному), а затем уже идет вспомогательный или модальный глагол.

What books do you like to read? Какие книги вы любите читать?

Which books will you take? Какие книги (из имеющихся) вы возьмете?

Вопрос к сказуемому

Вопрос к сказуемому является типовым ко всем предложениям: "Что он (она, оно, они, это) делает (делал, будет делать)?", например:

What does he do? Что он делает?

Специальные вопросы к подлежащему

Вопрос к подлежащему (как и к определению подлежащего) не требует изменения прямого порядка слов, характерного для повествовательного предложения. Просто подлежащее (со всеми его определениями) заменяется вопросительным местоимением, которое исполняет в вопросе роль подлежащего. Вопросы к подлежащему начинаются с вопросительных местоимений:

who – кто (для одушевленных существительных)

what - что (для неодушевленных существительных)

The teacher read an interesting story to the students yesterday.

Who read an interesting story to the students yesterday?

Сказуемое в таких вопросах (после who, what в роли подлежащего) всегда выражается глаголом в 3-м лице единственного числа (не забудьте про окончание -s в 3-м лице ед. числа в Present Indefinite. Правила образования -s форм см. здесь.):
Who is reading this book? Кто читает эту книгу?
Who goes to school?

Альтернативные вопросы

Альтернативный вопрос задается тогда, когда предлагается сделать выбор, отдать чему-либо предпочтение.

Альтернативный вопрос может начинаться со вспомогательного или модального глагола (как общий вопрос) или с вопросительного слова (как специальный вопрос) и должен обязательно содержать союз or - или. Часть вопроса до союза or произносится с повышающейся интонацией, после союза or - с понижением голоса в конце предложения.

Например вопрос, представляющий собой два общих вопроса, соединенных союзом or:
Is he reading or is he writing?
Did he pass the exam or did he fail?

Вторая часть вопроса, как правило, имеет усеченную форму, в которой остается (называется) только та часть, которая обозначает выбор (альтернативу):
Is he reading or writing?

Разделительные вопросы

Основными функциями разделительных вопросов являются: проверка предположения, запрос о согласии собеседника с говорящим, поиски подтверждения своей мысли, выражение сомнения.

Разделительный (или расчлененный) вопрос состоит из двух частей: повествовательной и вопросительной.

Первая часть - повествовательное утвердительное или отрицательное предложение с прямым порядком слов.

Вторая часть, присоединяемая через запятую, представляет собой краткий общий вопрос, состоящий из местоимения, заменяющего подлежащее, и вспомогательного или модального глагола. Повторяется тот вспомогательный или модальный глагол, который входит в состав сказуемого первой части. А в Present и Past Indefinite, где нет вспомогательного глагола, употребляются соответствующие формы do/ does/ did.

В второй части употребляется обратный порядок слов, и она может переводится на русский язык: не правда ли?, не так ли?, верно ведь?

1. Если первая часть вопроса утвердительная, то глагол во второй части стоит в отрицательной форме, например:
You speak French, don’t you? You are looking for something, aren’t you? Pete works at a plant, doesn’t he?

2. Если первая часть отрицательная, то во второй части употребляется утвердительная форма, например:
It is not very warm today, is it? John doesn’t live in London, does he?

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Write questions and answers for the following statements, as in the example.

1 Paul was tired when he got home.
…Was Paul tired when he got home? Yes, he was…
2 They live in London.
3 She can't play the piano.
4 The film starts at nine o'clock.
5 You had an English lesson last night.
6 She has got blue eyes.
7 We didn't want to go to the beach.
8 He should follow the doctor's advice.

2. Write the short form of the following negative questions

1 Can they not decide where to go on holiday?

...Can't they decide where to go on holiday?...

2 Did Claire not invite you to her party?

3 Do you not enjoy watching horror films?

4 Have you not finished your homework yet?

5 Can she not go to town on her own?

6 Does he not know where we live?

7 Has Sue not done the shopping for you?

8 Did he not give you any details?

3. Fill in the gaps with the correct question word(s).

A: Now for the general knowledge part of the quiz.

1) ...*What*... is the capital of Egypt?

B: Cairo.

A: That's correct. 2) … can you see the Mona Lisa?

B: In the Louvre, in Paris.

A: Well done, that's right. 3) … wrote 'Romeo and Juliet'?

B: Charles Dickens.

A: No, that's incorrect. It was Shakespeare. 4) … are the Olympic Games held?

B: Every four years.

A: Correct. 5) … did the Second World War begin?

B: I think it was in 1939.

A: Yes, you're right. And the final question in this round is: 6) … players are there in a hockey team?

B: Eleven.

A: Correct. Well, at the end of that round, Contestant 2 has the most points, so he goes through to the final round to play for our star prize.

4. Fill in who, whose, what, which, where, when, how long, how often, what time, why, how much or how many.

is your jacket?' 'It's the red one.'

1. '...*Which*... is your jacket?' 'It's the red one.'

2. '…is your birthday?' 'It's next week.'

3. '… is Mary?' 'She's in her bedroom.'

4. '… have you been waiting?' Only five minutes.'

5. '… do you go shopping?' Once a week.'

6. '… are you doing at the moment?' I'm watching TV.'

7. ' … are you writing to?' 'Uncle Tom.'

8. '…do you start work?' At nine o'clock in the morning.'

9. '… pieces of toast do you want?' Two, please.'

10. '… isn't she at work today?' Because she's ill.'

11. '… did you spend last month?' About £500.'

12. ' … party are you going tonight?' 'Alison's'

5. Fill in the gaps with what, which or how.

1 A: ...*What*... do you want to do when you leave school?
B: I'm not really sure. I'd like to be a vet.

2 A: … bag do you prefer - the black one or the brown one?
B: I like the black one best.

3 A: … old are you?
B: It was my birthday last week. Now I'm fifteen.

4 A: … did you get my telephone number?
B: I looked in the staff address book.

5 A: … shall we do on Saturday?
B: Let's just stay at home and watch a video.

6 A: … house did you prefer — the one we saw first or second?
B: I didn't like either. We'll have to keep looking.
7 A: … many pairs of shoes did you buy last year?
B: Only two. One in the summer and one in the winter.
8 A: … is your favourite food?
B: Roast chicken.

6. Write questions to which the words in bold are the answers.

1 **The tiger** is the largest member of the cat family.
…Which is the largest member of the cat family?...
2 A mature male tiger weighs **between 160 and 230 kg**.
3 Tigers are usually **orange with black stripes**.
4 Tigers live **in Russia, China, India and South-East Asia.**
5 **The Javan tiger, the Bali tiger and the Caspian tiger** are extinct.
6 Tigers eat **a variety of smaller animals, including deer.**
7 Tigers can produce young **at any time of year.**
8 Tigers usually have **two or three** cubs at a time.
9 Tigers live **for an average of eleven years.**
10 Tigers are hunted **for sport or for their fur**.

7. Write questions to which the words in bold are the answers.

Claudette is **32 years old**. She lives **in Paris, France**, and has lived there **since she was 5 years old.** Claudette works as **a lawyer** for a successful law firm, and she travels to work **by car** every day. Claudette is married. Her husband's name is **Jean**. They have **two** dogs. She loves **to take the dogs for long walks** every evening **after work.** Claudette has several hobbies, such as **reading and playing the piano**, but her **favourite hobby is cooking**. Jean thinks this is good, too, **because he gets to eat the wonderful meals she makes.**

8. Write questions to which the words in bold are the answers.

1 **The Petersons** have bought a dog.
…Who has bought a dog?...
2 The Petersons have bought **a dog.**
…What have the Petersons bought?...
3 Rachel is writing **a letter**.
4 **Rachel** is writing a letter.
5 **Brian** likes this car.
6 Brian likes **this car**.
7 Dad broke **the window**.
8 **Dad** broke the window.
9 **Mother** will make a birthday cake.
10 Mother will make **a birthday cake**.
11 **Robin** is going to bake some biscuits.
12 Robin is going to bake **some biscuits**.

9. Write questions to which the words in bold are the answers.

1 Wendy doesn't agree with **her friend's decision**.
…What doesn't Wendy agree with?...
2 James is listening to **some old records**.
3 Sharon is waiting for **the bus**.
4 The boys were talking about **football**.
5 She has got a letter from **her pen-friend**.
6 Martin is thinking about **his holiday**.
7 This jacket belongs to **Stacey.**
8 Pauline was married to **Nigel.**

10. Complete the questions.

1 There are two books. The one on the table is Sue's.

a) 'Which …*book is Sue's*...?' 'The one on the table.'
b) 'Whose …*book is on the table*…?' 'Sue's.'
2 Steven wrote four letters.
a) 'Who … ?' 'Steven.'
b) 'How many … ?' 'Four.'
3 Teresa is going to wash the car.
a) 'Who … ?' Teresa.'
b) 'What … ?' 'The car.'
4 Kate visited John in hospital yesterday.
a) 'Who … ?' 'Kate.'
b) 'Who … ?' 'John.'
5 David has taken Frank's new CD.
a) 'Whose …?' 'Frank's.'
b) 'Who …?' 'David.'
6 Alice is going to the cinema tonight.
a) 'Who …?' 'Alice.'
b) 'Where …?'The cinema.'

Безличные предложения

Поскольку в английском языке подлежащее является обязательным элементом предложения, в безличных предложениях употребляется формальное подлежащее, выраженное местоимением it. Оно не имеет лексического значения и на русский язык не переводится.

Безличные предложения используются для выражения:

1. Явлений природы, состояния погоды: It is/(was) winter. (Была) Зима. It often rains in autumn. Осенью часто идет дождь. It was getting dark. Темнело. It is cold. Холодно. It snows. Идет снег.

2. Времени, расстояния, температуры: It is early morning. Ранее утро. It is five o'clock. Пять часов. It is two miles to the lake. До озера две мили. It is late. Поздно.

3. Оценки ситуации в предложениях с составным именным (иногда глагольным) сказуемым, за которым следует подлежащее предложения, выраженное инфинитивом, герундием или придаточным предложением: It was easy to do this. Было легко сделать это.
It was clear that he would not come. Было ясно, что он не придет.

4. С некоторыми глаголами в страдательном залоге в оборотах, соответствующих русским неопределенно-личным оборотам: It is said he will come. Говорят, он придет.

Местоимение. The Pronoun.
Классификации местоимений.

1	**personal**	личные
2	**possessive**	притяжательные
3	**demonstrative**	указательные
4	**indefinite and negative**	неопределенные и отрицательные
5	**quantifiers**	количественные
6	**reflexive**	возвратные
7	**reciprocal**	взаимные
8	**relative**	относительные
9	**defining**	определительные
10	**interrogative**	вопросительные

I. Личные (personal) местоимения

Общий падеж		**Объектный падеж**	
I	я	**me**	мне, меня
he	он	**him**	его, ему

she	она	**her**	ей, о ней
it	оно, это	**it**	ей, ему, этому
we	мы	**us**	нам, нас
they	они	**them**	им, их
you	ты, вы	**you**	тебе, вам

Внимание! He (он) и **she (она)** в английском языке можно говорить только про людей. Все остальные английские существительные (предметы, животные, явления природы, чувства и т. д.) - обозначаются – it (оно, это).

he	**she**	**it**
a boy – мальчик **a man –** мужчина **brother** – брат **father** – отец **Nick –** Николай **Mr Grey –** мистер Грей	**a girl –** девочка **a woman –** женщина **sister – с**естра **motherч–** мама **Kate –** Катя **Mrs Grey –** миссис Грей	**a cat –** кот **a wall –** стена **rain –** дождь **love –** любовь **a hand –** рука **an apple -** яблоко

Англичане говорят <u>It's me</u>, а не It's I (это я).

II. Притяжательные (possessive) местоимения

Притяжательные местоимения выражают принадлежность и имеют в английском языке **две формы - основную** (после этой формы обязательно требуется существительное).
Whose pen is it? - *Чья это ручка?* - **It's my pen**. - *Это моя ручка*.
И **абсолютную** (существует самостоятельно, без существительного) - **It's mine.** - *Это моя.*

Личное местоимение	**Основная форма**	**Абсолютная форма**
I – я **he –** он **she –** она **it – оно,** это **we –** мы **you –** ты, вы **they -** они	**my (toy) -** моя (игрушка) **his (toy) -** его (игрушка) **her (toy) -** ее (игрушка) **its (toy) -** его (не о человеке) **our (toy) -** наша (игрушка) **your (toy) -** ваша, твоя (игрушка) **their (toy) -** их (игрушка)	**his -** его **hers -** ее **its -** его (этого) **ours -** наша **yours -** ваша, твоя **theirs -** их

III. Указательные (demonstrative) местоимения

this (это, эта, этот) **– these** (эти) **that** (то, та, тот) **- those** (те)

IV. Неопределенные (indefinite) и отрицательные (negative) местоимения

Местоимения some, any, every, и их производные

• Если у вас есть, например, яблоки и вы знаете, сколько их, вы говорите:
I have/l have got three apples. *У меня есть 3 яблока,*
• Если вы не знаете точное количество, то используйте неопределенное местоимение **some: I have/1 have got apples.** *У меня есть несколько яблок (некоторое количество).*

Производные от неопределенных местоимений

Слово **"think"** обозначает **"вещь"** (не обязательно материальная).
Слово **"body"** обозначает **"тело".** Эти слова являются основой для целого ряда словообразований.

Thing используется для неодушевленных (что-то):

some **something –** *что-то, что-нибудь*

any	**anything -** *что-то, что-нибудь*
thing	
no	**nothing -** *ничего, ничто*
every	**everything -** *все*
Body/one - для одушевленных (кто-то):	
some	**somebody/someone –** *кто-то, кто-нибудь*
any	**anybody/anyone -** *кто-то, кто-нибудь*
body/one	
no	**nobody / no one -** *никого, никто*
every	**everybody /everyone –** *все, каждый*

Местоимение **some** и основа **body** должны произноситься и писаться слитно, в противном случае вместо **somebody** – *кто-то*, получится **some body** - *какое-то тело*, **Something/somebody/someone** - в утвердительных предложениях, **anything/anybody/anyone** - в отрицательных и вопросительных предложениях**, nothing/nobody/no one** – в отрицательных. **Anything/anybody/anyone** - также используются в утвердительных предложениях, но в значении *что угодно/кто угодно*

somewhere - *где-нибудь, куда-нибудь*	**anywhere -** *где угодно*
nowhere - *нигде*	**everywhere -** *везде*

V. Количественные (quantifiers) местоимения

Many и much - оба слова обозначают **" много"**, С **исчисляемыми** существительными (теми, которые можно посчитать, можно образовать множественное число) используется слово **many**, а с **неисчисляемыми** - слово **much**.

many girls - *много девочек*	**much snow -** *много снега*
many boys - *много мальчиков*	**much money -** *много денег*
many books - *много книжек*	**much time -** *много времени*

How many? } **сколько?**	**How many girls? -** *Сколько девочек?*
How much? } **сколько?**	**How much sugar? -** *Сколько сахара?*
	How much sugar? - *Сколько сахара?*

a lot of... - много - используется и с исчисляемыми, girls – много девочек
и с неисчисляемыми существительными **a lot of**
a lot без (of) используется и без существительного. sugar - много сахара
Сравните: He writes **a lot** of funny stories**.** *Он пишет много забавных рассказов.*
He writes **a lot.** *Он много пишет.*

<u>В утвердительных</u> предложениях используйте **a lot of.**
<u>В отрицательных</u> и в вопросительных **many/much,**
Сравните:
(+) My grandmother often cooks **a lot of** tasty things. *Моя бабушка часто готовит много вкусного*.
(-) But we don't eat **much.** *Но мы не едим много*. (?) Do you eat much? *Вы много едите?*
Иногда слова **much** и **a lot** являются синонимами слова **"часто":**
Do you ski **much**? *Вы много (часто) катаетесь на лыжах?* No, not much (= not often).Нет, не часто.

Few, little, a few, a little
С неисчисляемыми существительными используйте слово little (мало), а с исчисляемыми - few (мало).

few books - мало книг	**little time -** мало времени
few girls - мало девочек	**little money -** мало денег
few boys - мало мальчиков	**little snow -** мало снега
little } **мало (т.е. надо еще)**	**a little** } **немного (т.е. пока хватает)**

few	a few

VI. Возвратные (reflexive) местоимения

Возвратные местоимения образуются от личных местоимений в объектном падеже и притяжательных местоимений прибавлением **- self** в единственном числе и **- selves** во множественном числе. Возвратные местоимения используются для того, чтобы показать, что объект, названный подлежащим предложения сам совершает действие.

Личное местоимение	Возвратное местоимение	Пример	Перевод
I	myself	I did it myself.	Я сделал это сам
he	himself	He did it himself.	Он сделал это сам.
she	herself	She did it herself.	Она сделала это сама
you	yourself	You did it yourself.	Вы сделали это сами.
they	themselves	They did it themselves.	Они сделали это сами.
we	ourselves	We did it ourselves.	Мы сделали это сами.

VII. Взаимные (reciprocal) местоимения

Each other - друг друга (относится к двум лицам или предметам).
One another - друг друга (относится к большему количеству лиц или предметов).
They spoke to <u>each other</u> rather friendly. *Они разговаривали друг с другом довольно дружелюбно.*
They always help <u>one another</u>. *Они всегда помогают друг другу.*

VIII. Относительные (relative) местоимения

Who (whom), whose, which, that

who	**Именительный падеж <u>who</u> (подлежащее)** **The girl <u>who</u> is playing the piano is my sister.** *Девочка, которая играет на пианино, - моя сестра.*
	Объектный падеж <u>whom</u> (дополнение) **The man <u>whom</u> I love the best is your brother.** *Человек, которого я люблю больше всех, - твой брат.*
which	**Для неодушевленных предметов и животных** **The flowers <u>which</u> you brought me were pretty nice.** *Цветы, которые ты мне принес, очень милые.*
whose	**Для одушевленных существительных** **This is the man <u>whose</u> book we read yesterday.** *Это человек, книгу которого мы читали вчера.*
	Для неодушевленных существительных **We saw the tree <u>whose</u> leaves were absolutely yellow.** *Мы увидели дерево, листья которого были абсолютно желтыми.*
that	**Для одушевленных существительных** **This is the man <u>that</u> we saw yesterday.** *Это мужчина, которого мы видели вчера.*
	Для неодушевленных существительных **This is the film <u>that</u> we saw yesterday.** *Это фильм, который мы видели вчера.*

IX. Определительные (defining) местоимения

all

Употребление	Примеры	Перевод
определяет неисчисляемые существительные	He spent **all his** time fishing on the lake**.**	Он провел все свое время, ловя рыбу на озере.
определяет исчисляемые существительные	**All the** boys like football. **(the после all!)**	Все мальчишки любят футбол.
all = everything	I know **all/everything.**	Я знаю всё.
all = everybody	**All** were hungry. **Everybody** was hungry.	Все были голодны. Все были голодны.
we all = ail of us you all = all of you they all = ail of them	We **all** love you very much = **All** of us love you very much.	Мы все тебя очень любим

both

Употребление	Примеры	Перевод
определяет существительные	**Both (the/my) friends like football.**	Оба моих друга любят футбол
допускается использование артикля вместо указательных местоимений после both	**Both these/the men are Russian.**	Оба (эти) мужчины - русские.
употребляется вместо существительного	**He gave me two apples. Both were sweet.**	Он дал мне два яблока. Оба были сладкими.
they both = both of them you both = both of you we both = both of us	**They both (both of them) came to visit us.**	Они оба пришли навестить нас.
в устойчивой конструкции **both...and.**	**Both mother father were at home**	И мама, и папа были дома.
в отрицательных предложениях **вместо both** используется **neither**	**Both of them know English. Neither of them know English.**	Они оба знают английский. Ни один из них не знает английского.

either/neither

	Употребление	Примеры	Перевод
either	любой из двух (артикль не ставится)	**I’ve got 2 cakes. Take either cake.**	У меня 2 пирожных. Возьми любое.
	каждый, оба, и тот, и другой	**There are windows on either side of the house.**	С обеих сторон дома есть окна.
	заменяет существительное (глагол в ед. числе)	**Either of dogs is always hungry.**	Любая из собак вечно голодная.
neither	отрицательное местоимение-определение (ни тот, ни другой)	**Neither of examples is correct.**	Ни один из примеров не верен.
	в констр. neither.. .nor (ни.. .ни)	**I like neither tea, nor coffee.**	Я не люблю ни чай, ни кофе.

other, another, the other, the others (другой, другие)

	Употребление	Примеры	Перевод
the other	другой (второй), другой из двух	**You’ve got 2 balls: one and the other.**	У тебя 2 мяча: один и другой.
another	другой из многих, еще один	**Take another ball.**	Возьми другой мяч.

			(Любой, но не этот.)
other	другие (любые), не последние	**Take other 2 balls.**	Возьми другие 2 мяча. (Из многих.)
the others	другие (определенные)	**There are 4 balls: 2 balls are red and the others are blue.**	Есть 4 мяча: 2 красных, а другие 2 - синие.

X. Вопросительные (interrogative) местоимения

what	что	**What's this?**	Что это?
which	который	**Which of them?**	Который из них?
who	кто, кого	**Who was that?**	Кто это был?
whom	кого	**Whom did you meet?**	Кого ты встретил?
whose	чей	**Whose book is it?**	Чья это книга?

Имя существительное. The Noun

Категории	Существительное в русском языке	Существительное в английском языке
Число	**Изменяется**	**Изменяется**
Падеж	**Изменяется**	**Не изменяется**

Выполните упражнения на закрепление материала:

. Fill in the gaps with the correct subject or object pronoun.

1 A: Do your brothers play football?
B: Yes, ...*they*... play … all the time … think …'s a brilliant game.
2 A: Does Susan eat chocolate?
B: Yes … eats … all the time … says …'s her favourite food.
3 A: Do your parents know Mr. Jones?
B: Yes, … know … very well … lives next door to … .
4 A: Does Claire like David?
B: No, … doesn't like … very much. … says …'s too noisy.
5 A: Do you listen to rock music?
B: Yes, … listen to … all the time. … think …'s fantastic.
6 A: Does Tony enjoy fishing?
B: Oh, yes … enjoys … very much. .... says … relaxes him.

2. Fill in the gaps with there or it.

1 By the time I got home, ...*it*… was nearly ten o'clock.
2 'Is … your birthday today?" No, … was last week.'
3 Come here, Simon … is someone here to see you. I think … is your friend, Rod.
4 … wasn't warm enough to go to the beach, so we went to the cinema.
5 … wasn't very much money left after I had paid for the shopping.

3. Fill in the gaps with one or it.

1 A: I need a loaf of bread.
B: I'll buy ...*one*... this afternoon.
2 A: Is the phone ringing?
B: I can't hear … .
3 A: 'Titanic' is an amazing film.
B: I know. I've seen … twice.
4 A: When was the last time you read a book?
B: I haven't read … for months.

5 A: Have you got a car?
B: No. I can't afford … .
6 A: Do you like the new Rolling Stones CD?
B: I haven't heard … yet.
7 A: I need a dress for the party.
B: I'll lend you … .

4. Fill in the correct possessive adjective or pronoun.

1 A: Have you met ...*your*... new neighbours yet?
B: No. I've seen … children in the garden, though.
2 A: You took … coat home last night.
B: I know, I'm sorry. I thought it was … because they're both black.
3 A: What's wrong with Rosie?
B: Oh, she's been having problems with … back recently.
4 A: James is doing well at school.
B: I know … teacher says he's very advanced for his age.
5 A: Is this bag … ?
B: Oh, yes, thank you. I nearly forgot it.
6 A: Julie and Frank are so lucky … house is beautiful.
B: Yes, and it's so much bigger than … I envy them.
7 A: I like … shirt. It's like Sandra's.
B: Actually, it is … I borrowed it from her yesterday.
8 A: Why did you lend Tom … car?
B: Because … is being repaired at the moment.

5. Fill in its or it's.

1 The car is nice to drive, but I don't like ...its... colour.
2 This town is wonderful … got lots of shops!
3 I'm staying at home today because … cold outside.
4 Let's go in here … my favourite restaurant.
5 A bird has built … nest in our garden.
6 The company I work for has changed … name.

6. Fill in a possessive adjective or the.

1 A dog bit him on ...*the*... leg.
2 I banged … head on the cupboard door.
3 Karen put … arm around Jane's shoulder.
4 Don't put … feet on the tablel
5 You shouldn't have punched Tom in … stomach.
6 Paul patted Lisa on … shoulder.

7. Fill in the gaps with of where necessary, and my, your, etc. own.

1 John doesn't live with his parents any more. He's got a flat ...*of his own*...
2 She doesn't travel by bus any more because she's got … car.
3 I don't need to borrow your umbrella. I've got one … .
4 Haven't you got … pen? You're always borrowing mine.
5 My job includes doing research in … time.
6 Sam is tired of using his friend's computer, so he is going to buy one… .
7 The couple moved into … house after they got married.
8 Don't let the dog sleep on your bed. It's got a bed … .

8. Connect the nouns using -'s, -' or ...of…

1 car/Helen ...*Helen's car*…
2 the manager/the restaurant
3 shoes/women
4 the results/the test
5 bicycles/my daughters

6 secretary/the assistant manager
7 the corner/the room
8 house/their parents
9 the back/the classroom
10 shoes/William
11 walk/an hour
12 partner/Jim
13 Rome/the streets
14 UN/headquarters

9. Rewrite the sentences using the correct possessive form.

1 Nobody went to **the meeting last week**.

...Nobody went to last week's meeting....

2 The **drive** to the airport takes **two hours**.
3 They will get their exam results **six weeks from now**.
4 I look after **James - Karen — children**.
5 I received the letter in **the post - yesterday**.
6 It's autumn. **The tree - the leaves** are falling off.
7 Graham never listens to **his doctor - the advice.**
8 Are you going to **Jane - Paula - the party**?
9 He has never done a hard **day of work** in his life.
10 At the moment I'm staying with **a friend - my**.
11 I think I'll order **the special of today**.
12 The man knocked on **the house - the door**.
13 The ticket inspector looked at **the people – the tickets.**
14 **Mrs Jones - Miss Smith - cars** are being serviced.
15 **The sales target this month** is two million pounds.

10. Fill in the gaps with the correct reflexive pronoun.

1 The girl has hurt … *herself...* .
2 He put the fire out by …
3 She is looking at … in the mirror.
4 They are serving …
5 He cooked the food by …
6 They bought this house for …
7 They are enjoying …
8 He introduced …

The Plural Form of Nouns

Образование множественного числа у английских существительных

Способ образования	Примеры	Перевод
после глухих согласных	**a book - books** **a cup - cups**	**книга - книги** **чашка - чашки**
после звонких согласных и гласных -	a name - names a girl - girls	**имя - имена** **девочка - девочки**
после шипящих, свистящих звуков -ch, -sh, -x, -s, -z: -es	a palace - palaces a bush - bushes a box - boxes a church - churches	дворец - дворцы куст - кусты коробка - коробки церковь - церкви
слово заканчивается на -y: 1) гласная +y	**a toy - toys** **a boy - boys**	игрушка - игрушки мальчик - мальчики

2) согласная + y	**a family - families** **a story - stories**	**семья - семьи** **история - истории**
слово заканчивается на *-file*	**a leaf - leaves** **a shelf - shelves**	лист - листья полка - полки

Особые случаи образования множественного числа

Ед. число	**Мн. число**	**Перевод**
man	men	мужчина - мужчины
woman	women	женщина - женщины
foot	feet	нога (стопа) - ноги (стопы)
child	children	ребенок - дети
goose	geese	гусь - гуси
mouse	mice	мышь - мыши
ox	oxen	**бык - быки**
tooth	teeth	**зуб - зубы**

Слова - заместители существительных **Substitutions: one/ones**

При повторном использовании одного и того же существительного в одном предложении, вместо него следует использовать one (в единственном числе) и ones (во множественном числе):
This table is bigger that that one - Этот стол больше, чем тот (стол).
These table are bigger than those ones. - Эти столы больше, чем те (столы).

Со словами one/ones **может быть использован артикль, если перед ними стоит прилагательное.**	
What apple do you want? **Какое ты хочешь яблоко?** **The red one. Красное.**	**What apples do you want?** **Какие яблоки ты хочешь?** **The red ones. Красные.**

Английские существительные не имеют падежных окончаний традиционно выделяют два падежа -общий и притяжательный.

Общий падеж

И. п. Эта девочка хорошо говорит по-английски.	This girl speaks English well.
Р. п. Это собака той девочки.	It’s a dog of that girl.
Д. п. Я дал яблоко той девочке. .	I gave an apple to that girl.
В. п. Я вижу маленькую девочку. .	1 can see a little girl.
Т. п. Я люблю гулять с этой девочкой.	1 like to play with this girl.
П. п. Я часто думаю об этой девочке.	1 often think about this girl.

Притяжательный падеж. The Possessive Case
Образование притяжательного падежа

	Образование	**Примеры**	**Перевод**
существительные в единственном числе	**’s**	**bird’s house** **child’s ball**	домик птички мячик ребенка
существительные во множественном числе (группа исключений}	**’s**	**children’s bail** **women’s rights**	мячик детей права женщин
существительное во множественном числе	**’**	**girls’ toy** **birds’ house**	игрушка девочек домик птичек

Формула притяжательного падежа обычно имеют лишь одушевленные существительные, обозначающие живое существо, которому что-то принадлежит,

my mother’s book - мамина книга,

this girl’s bail - мячик девочки,

the bird’s house - домик птички

Для того, чтобы показать принадлежность объекта неодушевленному предмету, используется предлог of:

the handle of the door (ручка (от) двери), но чаще образуется составное существительное door-handle,

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Fill in the gaps with an appropriate noun + of to indicate quantity.

1 a ... carton/glass/jug of ... orange juice
2 a … cheese
3 a … bread
4 a … coffee
5 a … water
6 a … wine
7 a … chocolate
8 a … crisps
9 a … honey
10 a … meat
11 a … spaghetti
12 a … flour

2. Fill the gaps with a, an, or some where necessary.

1 a) We had ...some... delicious food last night,
b) We had ...a... delicious meal last night.
2 a) There is … beautiful furniture in that shop,
b) There is … beautiful table in that shop.
3 a) I'm thirsty. I need … drink.
b) I'm thirsty. I need … water.
4 a) She's just bought … expensive clothes.
b) She's just bought … expensive dress.
5 a) They booked … room in advance.
b) They booked … accommodation in advance
6 a) The band played … lovely song.
b) The band played … lovely music.
7 a) We had … heatwave last week.
b) We had … hot weather last week.
8 a) I can't do this job alone. I need … assistant
b) I can't do this job alone. I need … help.
9 a) He has got … heavy luggage to carry.
b) He has got … heavy suitcase to carry.
10 a) I need … cutlery to eat this food with.
b) I need … knife and fork to eat this food with.
11 a) She has got … important job to do.
b) She has got … important work to do.
12 a) He found … coin on the ground.
b) He found … money on the ground.

3. Complete the sentences using the noun in brackets in the singular or plural form and a/an where necessary.

1. He gave me a box' of my favourite ...chocolates.... (chocolate)
2. His favourite food is … . (chocolate)
3. She bought … on her way to work. (paper)
4. He placed all the important … in his briefcase. (paper)
5. I need some … to write this message on. (paper)
6. Hurry up! We don't have much …. (time)
7. She has visited us several … this month. (time)
8. He has no … but he is keen to learn. (experience)
9. She had a lot of exciting … during her travels. (experience)
10. We went far a walk in the … after lunch. (wood)
11. His desk is made of ……. . (wood)
12. Jane is in her… reading a book. (room)
13. We have got plenty of … for a party in here. (room)
14. I am going to have my … cut tomorrow. (hair)
15. There was …in my soup. (hair)
16. I'm thirsty. I need … of water. (glass)
17. Susan only wears her … when she reads. (glass)
18. This ornament is made of coloured …. . (glass)
19. Helen bought … in the sale at the electrical store. (iron)
20. The old gate was made of … .(iron)

4. Cross out the expressions which cannot be used with the nouns, as in the example.

1 There are **several, many, <u>much,</u> plenty of, <u>too little</u>** things you can do to help.
2 He has met **a couple of, a few, very little, plenty of, too much** interesting people.
3 She earns **few, hardly any, plenty of, several, a great deal** of money.
4 We have got **no, many, lots of, a great deal of, a few** work to do.
5 Don't worry, there's **a little, plenty of, a couple of, many, a lot of** time.
6 **Both, Several, A large quantity of, Plenty of, Too much** students applied for the course.
7 He's got **no, hardly any, a little, some, a small amount of** qualifications.
8 She's got **hardly any, several, a little, a few, a lot of** experience in dealing with customers.
9 There is **too much, a lot of, hardly any, few, several** salt in this soup.
10 There is **a little, many, too much, a great number of, some** traffic on the roads today.

5. Underline the correct word.

1 A: I have a Physics exam tomorrow.
B: Oh dear. Physics **<u>is</u>/are** a very difficult subject.
2 A: My office is three miles from my house.
B: Three miles **is/are** a long way to walk to work.
3 A: My little brother has got measles.
B: Oh dear. Measles **is/are** quite a serious illness.
4 A: Jane looked nice today, didn't she?
B: Yes. Her clothes **were/was** very smart.
5 A: I've got two pounds. I'm going to buy a CD.
B: Two pounds **is/are** not enough to buy a CD.
6 A: The classroom was empty when I walked past.
B: Yes. The class **was/were** all on a school outing.
7 A: Have you just cleaned the stairs?
B: Yes, so be careful. They **is/are** very slippery.
8 A: Did you ask John to fix your car?
B: Yes. His advice **was/were** that I take it to a garage.

9 A: Did you enjoy your holiday?
B: Yes, thank you. The weather **was/were** wonderful.
10 A: These trousers **is/are** very old.
B: You should buy a new pair.
11 A: How **is/are** the company doing lately?
B: Great. We opened up two more branches.
12 A:' I am going to travel for two years when I finish school.
B: Two years **is/are** a long time to be away from home.

6. Finish the sentences, as in the example.

1 You need a lot of experience to do this job. A lot of experience ...is needed to do this job...
2 They gave us some interesting information. The information …
3 She likes Maths more than any other subject. Maths …
4 We had mild weather this winter. The weather …
5 We called the police immediately. The police …
6 I told them some exciting news. The news …
7 He was irritated because of the bad traffic. He was irritated because the …
8 I stayed in very luxurious accommodation. The accommodation …
9 The driver took the luggage out of the car. The luggage …
10 She gave me very sensible advice. The advice she gave me …
11 These shorts are too big for me. This pair of shorts …
12 The hotel is in magnificent surroundings. The hotel surroundings …
13 She's got long blonde hair. Her hair …

Артикль. The Article

1. Неопределенный a/an (используется перед исчисляемыми существительными в единственном числе)

a cat –кот a dog –собака a boy – мальчик a girl -девочка
a teacher - учитель

2. Определенный the (может использоваться с любыми существительными)

the cat -кот the houses –дома the water -вода the weather –погода
the flowers - цветы

Если слово начинается с гласной буквы, к артиклю "a" добавляется буква "n", для того, чтобы две гласные не сливались: an apple (яблоко), an orange (апельсин), an author (автор) и т, д. Слово “an hour” (час) начинается с согласной буквы “h”, но в слове эта буква не читается, т.е. слово начинается с гласного звука, поэтому к артиклю “a” также добавляется n = an

Упоминая объект впервые, перед ним ставят неопределенный артикль a/an при вторичном с упоминании того же самого объекта, перед ним ставят определенный артикль the

I see a cat, Я вижу кота (одного). The cat is black. (этот) Кот – черный.

This is a kitten. Это - котенок. (Один из многих) The kitten is hungry. (этот) Котенок - голодный.

I have a book- У меня есть книга. The book is interesting. (эта) Книга - интересная.

Неопределенный артикль a/an опускается перед исчисляемыми существительными и существительными во множественном числе.

a pen - pens (ручка - ручки) a dog - dogs (собака - собаки) a book - books (книга -книги)
- water (вода) - snow (снег) - meat (мясо)

Использование неопределенного артикля a

один из множества (любой)	This is a cat.
первое упоминание в тексте	I see a bird.
при упоминании профессии	My brother is a pilot.
в восклицательных предложениях	What a good girl! What a surprise!

	Such a fine room!
вместо слова один	She is coming for a weak.
в определенных конструкциях there is a... I have a… he has a... I see a... this is a... that is a… It is a... Iama… he/she is a…	There is a book here. I have got a nice coat. He has a kind smile. I see a wolf. This is a dog. That is a doctor. It is a red pen. I am a good swimmer. He/she is a tourist
в ряде устойчивых словосочетаний at a quarter.., in a loud, (a low, an angry voice) to have a good time a lot of to go for a walk such a... after a while in a day (a month, a week, a year)	Come at a quarter to 8. Don't speak to him in an angry voice. We had a good time in the country. She has got a lot of presents. Let's go for a walk. He is such a clever boy. You'll see them after a while. We are living in a day.

Использование определенного артикля the

если речь идет о конкретном лице или предмете	The pen is on the table.
при повторном упоминании того же самого объекта	I see a cat. The cat is black.
если слово обозначает нечто, существующее в единственном лице, с частями света	the sun, the moon, the Earth
со словами: only (только), main (главный), central (центральный), left (левый), right (правый), wrong (неправильный), next (следующий), last (последний), final (заключительный)	The only man I love the main road to the left, to the right It was the right answer. the final test
с порядковыми числительными	the first, the tenth
с прилагательными в превосходной степени	the kindest, the most interesting the best
с музыкальными инструментами и танцами	to play the piano, to dance the tango
с обобщающими существительными (класс людей» животных, термины, жанры)	The Britons keep their traditions.
с названиями музеев, кинотеатров, кораблей, галерей, газет, журналов	the Hermitage the Tretyakov Gallery the Avrora the Seasame Street
с названиями океанов, рек, морей, каналов, пустынь, групп, островов, штатов, горных массивов, наименований с of	the Atlantic ocean the Neva river the Black sea Changing of the Guard

Использование определенного артикля в ряде устойчивых словосочетаний

in the middle, in the corner in the morning, In the evening, in the afternoon what’s the use? to the cinema, to the theatre, to the shop, to the market	The table is in the middle of the room. I never drink coffee in the evening. What's the use of going there so late? Do you like going to the theatre? He works at the shop.

at the cinema, at the theatre, at the shop, at the market the fact is (was) that... where is the…? in the country, to the country	The fact is that I have no money at all. Where is the doctor? We always spend summer in the country.

Сколько бы прилагательных-определений ни стояло перед существительным, все эти определения ставятся между артиклем и существительным: A big, black, fat cat большой, черный, толстый кот.

Случаи, когда артикль не употребляется

если, перед существительным стоит притяжательное местоимение	a pen - my pen a dog - his dog the teacher - our teacher the apple - her apple
если перед существительным стоит указательное местоимение	the cats - those cats the books - these books a mouse - this mouse
если стоит другое существительное в притяжательном падеже	a car - father's car the horse - farmer's horse a bike - brother's bike the doll - sister's doll
если перед существительным стоит, количественное числительное	5 balls, 7 bananas, 2 cats
если перед существительным стоит отрицание “no”	She has no children. I see no birds.
перед именами	Mike, Kate, Jim, etc
с названиями дней недели	Sunday, Monday, etc.
с названиями месяцев	May, December, etc.
с названиями времен года	in spring, in winter
с названиями цветов	white, etc. I like green
с названиями спортивных игр	football, chess, etc.
с названиями блюд, напитков	tea, coffee, soup, etc,
с названиями праздников	Easter, Christmas, etc.
с названиями языков, если нет слова (язык). Если есть, нужен артикль the	English, etc. I learn English, the English language
с названиями стран	Russia, France, etc HO: the USA, the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, the Netheriands, the Ukraine, the Congo
с названиями городов	Moscow, Paris, etc.
с названиями улиц, площадей	Trafalgar Square
с названиями парков	St James’ Park, Hyde Park
с названиями мостов	Tower Bridge
с названиями одиночных гор	Kilimanjaro
с названиями озер	Loch Ness
с названиями континентов	Asia, Australia, etc.
с названиями одиночных островов	Cyprus
если перед существительными стоит вопросительное или отрицательное	what animals can swim? I know what thing you have lost!

местоимение	

ГЛАГОЛ (THE VERB)

Глаголом называется часть речи, обозначающая действие или состояние предмета или лица.

В английском языке признаком глагола в неопределенной форме (инфинитиве) является частица to.

По своей структуре глаголы делятся на:

1. Простые, состоящие только из одного корня:

to fire - стрелять; зажигать
to order - приказывать
to read - читать
to play - играть

2. Производные, состоящие из корня и префикса, из корня и суффикса или из корня, префикса и суффикса:

to unpack - распаковывать
to dismiss - увольнять, отпускать
to realize - представлять себе
to shorten - укорачивать (ся)
to encounter - встречать (ся), наталкивать (ся)
to regenerate - перерождаться, возрождаться

3. Сложные, состоящие из двух основ (чаще всего основы существительного или прилагательного и основы глагола):

to broadcast (broad + cast) - передавать по радио
to whitewash (white + wash) - белить

4. Составные, состоящие из глагольной основы и наречия или предлога:

to carry out - выполнять
to sit down - садиться

По значению глаголы делятся на смысловые и служебные.

1. Смысловые глаголы имеют самостоятельное значение, выражают действие или состояние: Lomonosov as a poet and scientist played a great role in the formation of the Russian literary language. Как поэт и ученый Ломоносов сыграл огромную роль в создании русского литературного языка.

2. Служебные глаголы не имеют самостоятельного значения и употребляются для образования сложных форм глагола или составного сказуемого. Они являются спрягаемым элементом сказуемого и в его формах выражается лицо, число и время. К ним относятся:

1. Глаголы-связки to be быть, to become становиться, to remain оставаться, to grow становиться, to get, to turn становиться, to look выглядеть, to keep сохраняться.

Every man is the maker of his own fortune. Каждый человек-творец своей судьбы.

2. Вспомогательные глаголы to be, to do, to have, to let, shall, will (should, would):

The kitchen was supplied with every convenience, and there was even a bath-room, a luxury the Gerhardts had never enjoyed before. На кухне имелись все удобства; была даже ванная комната- роскошь, какой Герхардты никогда до сих пор не обладали.

3. Модальные глаголы can, may, must, ought, need: He that would eat the fruit must climb the tree. Кто любит фрукты, должен влезть на дерево (чтобы сорвать). (Любишь кататься-люби и саночки возить.)

Все формы глагола в английском языке делятся на личные и неличные.

Личные формы глагола выражают время, лицо, число, наклонение. Они выполняют в предложении функцию сказуемого. К личным формам относятся все формы времен действительного и страдательного залога (изъявительного и сослагательного наклонения):

As you leave the Kremlin by Spassky Gate you come out on the Red Square. Если вы выходите из Кремля мимо Спасских Ворот, вы оказываетесь на Красной площади.

Неличные формы глагола не различаются по лицам и числам. Они не могут самостоятельно выполнять в предложении функцию сказуемого, но могут входить в его состав. К неличным формам относятся: инфинитив, причастие и герундий. Every step towards eliminating nuclear weapons is in the interests of every nation. Любой шаг в направлении уничтожения ядерного оружия служит интересам каждого государства.

Личные формы глагола в английском языке имеют три наклонения: изъявительное (the Indicative Mood), повелительное (the Imperative Mood) и сослагательное (the Subjunctive Mood).

Глаголы в изъявительном наклонении выражают реальное действие, передают факты: His son goes to school. Его сын учится в школе.
She has written an interesting article. Она написала интересную статью.
A new building of the theatre was built in this street. На этой улице построили новое здание театра.

Глаголы в повелительном наклонении выражают приказание, просьбу, совет, запрещение, команду:
"Don't buy them", warned our cautious driver. "Не покупайте их", - предупредил наш осторожный шофер.
Undertake not what you cannot perform but be careful to keep your promise. Не беритесь за то, что не сможете выполнить, но старайтесь сдержать обещание.

Глаголы в сослагательном наклонении выражают действие не реальное, а желательное или предполагаемое: If there were no bad people, there would be no good lawyers. Если бы не было плохих людей, не было бы хороших адвокатов.

Как личные, так и неличные формы глагола имеют **два залога**: действительный (the Active Voice) и страдательный (the Passive Voice).

Глаголы в действительном залоге выражают действие, которое производится подлежащим: I inform you that I have carried out the mission. Сообщаю, что я выполнил задание.

Глаголы в страдательном залоге выражают действие, которое испытывает на себе подлежащее: I was informed that the mission had been carried out. Мне сообщили, что задание было выполнено.

Формы глагола могут выражать отношение между действием и временем. В русском языке бывают глаголы **совершенного и несовершенного вида**. **Глаголы совершенного вида** обозначают действие, которое закончено, и есть его результат:
Он прочитал эту статью с интересом.

Глаголы несовершенного вида обозначают действие, указывая на его повторяемость, длительность, незаконченность: Вчера он читал эту статью с интересом. (Но он мог и не прочитать ее).

Вид глагола в русском языке выражается либо изменением его формы, либо с помощью суффиксов и приставок. Видовые значения глагола в английском языке выражаются сочетанием вспомогательного глагола с причастием настоящего или прошедшего времени смыслового глагола.

В английском языке четыре видо-временных группы глагола: неопределенные времена (Indefinite Tenses), продолженные времена (Continuous Tenses), совершенные времена (Perfect Tenses), и совершенные продолженные времена (Perfect Continuous Tenses). В каждой временной группе три времени: настоящее (Present), прошедшее (Past), будущее (Future).

Глагол “to be”

A: Are you from England?
B: No, we aren't. We're from China.

He's Tom and she's Helen. They are friends.

Утверждение		Отрицание		Вопрос
Полная форма	Краткая форма	Полная форма	Краткая форма	Am I?

I am	I'm	I am not	I'm not	Are you?
You are	You're	You are not	You aren't	Is he?
He is	He's	He is not	He isn't	Is she?
She is	She's	She is not	She isn't	Is it?
It is	It's	It is not	It isn't	Are we?
We are	We're	We are not	We aren't	Are you?
You are	You're	You are not	You aren't	Are they?
They are	They're	They are not	They aren't	

Краткими ответами называются ответы на вопросы, начинающиеся с глагольной формы is /are; в кратком ответе содержание вопроса не повторяется. Употребляется только Yes или No, далее личное местоимение в именительном падеже и глагольная форма is (isn't) / are (aren't). Например: Are you British? No, I'm not.
Yes, I am /we are. No, I'm not/we aren't.
Yes, he/she/it is. No, he/she/it isn't.
Yes, they are. No, they aren't.

WAS/WERE

Bob is eighty. He's old and weak.
Mary, his wife is seventy-nine. She's old too.
Fifty years ago they were young. Bob was strong. He wasn't weak. Mary was beautiful. She wasn't old.
В прошедшем простом времени (past simple) глагол "to be" с личными местоимениями в именительном падеже имеет следующие формы: was для I, he, she, it и –were для –we, you, they. В вопросахwas/were ставятся перед личным местоимением в именительном падеже (I, you, he и т.д.) или существительным. Например: She was ill yesterday. -> Was she ill yesterday? Отрицания образуются путем постановки not после was/were. Например: She was not ill yesterday. She wasn't ill yesterday.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
I was	I was not	I wasn’t	Was I?
You were	You were not	You weren’t	Were you?
He was	He was not	He wasn’t	Was he?
She was	She was not	She wasn’t	Was she?
It was	It was not	It wasn’t	Was it?
We were	We were not	We weren’t	Were we?
You were	You were not	You weren’t	Were you?
They were	They were not	They weren’t	Were they?

ОБОРОТ THERE IS/THERE ARE

There is a sofa in the room. There are two pictures on the wall. There isn't a TV in the room. What else is there in the room?

Мы употребляем конструкцию there is/there are, чтобы сказать, что кто-то или что-то существует или находится в определенном месте. Краткая форма there is – there’s. There are не имеет краткой формы. Например: There is (There's) a sofa in the room. There are four children in the garden.

Вопросительная форма: Is there? Are there? Например: Is there a restaurant in the town? Are there any apples in the basket?

Отрицательная форма: There isn’t …/There aren’t … Например: There is not / isn't a man in the room. There are not/aren't any cars in the street.

Краткие ответы строятся с помощью Yes, there is/are или No, there isn't / aren't. Содержание вопроса не повторяется.

Yes, there is. No, there isn't.
Yes, there are. No, there aren't.

Мы употребляем there is / there are, чтобы сказать, что что-то существует или находится в определенном месте, it is / they are - когда уже упоминали об этом. Например: There is a house in the picture.
It is a big house. (Но не: It's a house in the picture.)
There are three books on the desk.
They are history books. (Но не: They are three books on the desk.)

Конструкция There was/There were

This is a modern town today.
There are a lot of tall buildings and shops. There are cars and there isn't much peace and quiet.
This is the same town fifty years ago.
There weren't any tall buildings. There were some old houses. There weren't many cars and there wasn't much noise.

Конструкция There was/There were - это There is / There are в форме past simple. There was употребляется с существительными в единственном числе. Например: There was a post office in the street thirty years ago. There were употребляется с существительными во множественном числе. Например: There were a few houses in the street thirty years ago.

В вопросах was/were ставятся перед there. Например: Was there a post office in the street thirty years ago? Were there any houses in the street thirty years ago?

Отрицания строятся путем постановки not после was / were. Например: There was not / wasn't a post office in the street thirty years ago. There were not / weren't any houses in the street thirty years ago.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
There was	There was not	There wasn't	Was there?
There were	There were not	There weren't	Were there?

Краткие ответы строятся с помощью Yes или No и there was/there were. Содержание вопроса не повторяется.

Was there a book on the desk? Yes, there was. No, there wasn't.

Were there any people in the shop? Yes, there were. No, there weren't.

Глагол Have got

A bird has got a beak, a tail and wings.
Has she got long hair? No, she hasn't. She's got short hair.
What have they got? They've got roller blades. They haven't got skateboards.
She has got a headache.

Have (got) используется:

а) чтобы показать, что что-то принадлежит кому-то. Например: He's got a ball.

б) при описании людей, животных или предметов. Например: She's got blue eyes.

в) в следующих высказываниях: I’ve got a headache. I’ve got a temperature. I’ve got a cough, I’ve got a toothache, I’ve got a cold, I’ve got a problem.

Утверждение		Отрицание		Вопрос
Полная форма	Краткая форма	Полная форма	Краткая форма	Have I (got)?
I have (got)	I've (got)	I have not (got)	I haven't (got)	Have you (got)?
You have (got)	You've (got)	You have not (got)	You haven't (got)	Has he (got)?
He has (got)	He's (got)	He has not (got)	He hasn't (got)	Has she (got)?
She has (got)	She's (got)	She has not (got)	She hasn't (got)	Has it (got)?
It has (got)	It's (got)	It has not (got)	It hasn't (got)	Have we (got)?
We have (got)	We've (got)	We have not (got)	We haven't (got)	Have you (got)?

You have (got) They have (got)	You've (got) They've (got)	You have not (got) They have not (got)	You haven't (got) They haven't (got)	Have they (got)?

Had

Grandpa, did you have a TV when you were five?
No, I didn't. People didn't have TV's then. They had radios.

Have (had) в past simple имеет форму Had для всех лиц.

Вопросы строятся с помощью вспомогательного глагола did, личного местоимения в именительном падеже и глагола - have. Например: Did you have many toys when you were a child? Отрицания строятся с помощью did not и have. Например: I did not / didn't have many toys when I was a child.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
I had	I did not have	I didn't have	Did I have?
You had	You did not have	You didn't have	Did you have?
He had	He did not have	He didn't have	Did he have?
She had	She did not have	She didn't have	Did she have?
It had	It did not have	It didn't have	Did it have?
We had	We did not have	We didn't have	Did we have?
You had	You did not have	You didn't have	Did you have?
They had	They did not have	They didn't have	Did they have?

Имя прилагательное. The Adjective

Категории	**Прилагательное в русском языке**	**Прилагательное в английском языке**
Число	изменяется	не изменяется
Род	изменяется	не изменяется
Падеж	изменяется	не изменяется

Образование имен прилагательных

Имена прилагательные бывают: **простые и производные**

К **простым** именам прилагательным относятся прилагательные, не имеющие в своем составе **ни приставок, ни суффиксов: small** - *маленький*, **long** - *длинный*, **white** - *белый*.

К **производным** именам прилагательным относятся прилагательные, имеющие в своем составе **суффиксы** или **приставки**, или одновременно и те, и другие.

Суффиксальное образование имен прилагательных

Суффикс	**Пример**	**Перевод**
- ful	use**ful** doubt**ful**	**полезный** **сомневающийся**
- less	help**less** use**less**	**беспомощный** **бесполезный**
- ous	fam**ous** danger**ous**	**известный** **опасный**
- al	form**al** centr**al**	**формальный** **центральный**
- able	eat**able** cap**able**	**съедобный** **способный**

Приставочный способ образования имен прилагательных

Приставка	Пример	Перевод
un -	**un**cooked **un**imaginable	**невареный** **невообразимый**
in -	**in**capable **in**human	**неспособный** **негуманный**
il -	**il**legal **il**liberal	**нелегальный** **необразованный**
im -	**im**possible **im**practical	**невозможный** **непрактичный**
dis -	**dis**honest **dis**agreeble	**бесчестный** **неприятный**
ir -	**ir**regular **ir**responsible	**неправильный** **безответственный**
Некоторые имена прилагательные являются составными и образуются из двух слов, составляющих одно понятие: **light-haired –** светловолосый, **snow-white –** белоснежный.		

Прилагательные, оканчивающиеся на – ed и на - ing

- ed	**- ing**
Описывают чувства и состояния	**Описывают предметы, вещи, занятия, вызывающие эти чувства**
interested – интересующийся, заинтересованный	**interesting -** интересный
bored - скучающий	**boring -** скучный
surprised - удивленный	**surprising -** удивительный

Степени сравнения прилагательных

Английские прилагательные не изменяются ни по числам, ни по родам, но у них есть **формы степеней сравнения.**

Имя прилагательное в английском языке имеет **три формы** степеней сравнения:

- положительная степень сравнения **(Positive Degree);**

- сравнительная степень сравнения **(Comparative Degree);**

- превосходная степень сравнения **(Superlative Degree).**

Основная форма прилагательного - положительная степень. Форма сравнительной и превосходной степеней обычно образуется от формы положительной степени одним из следующих способов:

1. -er. -est

Односложные прилагательные образуют **сравнительную степень** путем прибавления **к форме прилагательного в положительной степени** суффикса **- er.** Примерно, тоже самое мы делаем и в русском языке - добавляем “е” (большой - больше, холодный - холоднее).

Превосходная степень образуется путем прибавления суффикса **- est. Артикль the обязателен!!!**

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
cold - холодный	cold**er -** холоднее	the cold**est -** самый холодный
big - большой	bigg**er -** больше	the bigg**est -** самый большой
kind - добрый	kind**er -** добрее	the kind**est -** самый добрый

По этому же способу образуются степени сравнения двусложных прилагательных оканчивающихся на **-y, -er, -ow, -ble:**

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень

clever — умный **easy -** простой **able -** способный **busy -** занятой	clever**er - умнее** eas**ier - проще** abl**er - способнее** bus**ier - более занятой**	**the** clever**est - самый умный** **the** easi**est - самый простой** **the** abl**est - самый способный** **the** busi**est - самый занятой**

При образовании степеней сравнения посредством суффиксов **– er и – est** соблюдаются следующие **правила орфографии:**

Если прилагательное заканчивается на немое **“e” ,** то при прибавлении **– er и – est немое “e” опускается:**

larg**e – larg**er - **the** larg**est /** большой – больше – самый большой

brav**e – brav**er **– the** brav**est /** смелый – смелее – самый смелый

Если прилагательное заканчивается **на согласную с предшествующим кратким гласным звуком,** то в сравнительной и превосходной степени **конечная согласная буква удваивается:**

big – big**ger –** big**gest /** большой – больше – самый большой

hot – hot**ter –** hot**test /** горячий – горячее – самый горячий

thin – thinn**er –** thinn**est /** тонкий – тоньше – самый тонкий

Если прилагательное **заканчивается на “y” с предшествующей согласной,** то в сравнительной и превосходной степени **“y” переходит в “i”:**

busy – bus**ier – bus**iest / **занятой – более занятой – самый занятой**

easy – eas**ier –** eas**iest / простой – проще – самый простой**

2. more, the most

Большинство двусложных прилагательных и прилагательных, состоящих из трех и более слогов, образуют сравнительную степень при помощи слова **more**, а **превосходную** – при помощи слова **most**.

Эти слова ставятся перед именами прилагательными в положительной степени:

Положительная степень	**Сравнительная степень**	**Превосходная степень**
beautiful - красивый **interesting – интересный** **important - важный**	**more beautiful -** красивее **more interesting -** интереснее **more important -** важнее	**the most beautiful -** самый красивый **the most interesting -** самый интересный **the most important -** самый важный

Особые формы

Положительная степень	**Сравнительная степень**	**Превосходная степень**
good - хороший **bad -** плохой **little -** маленький **much/many -** много **far -** далекий/далеко **old -** старый	**better -** лучше **worse -** хуже **less -** меньше **more -** больше **farther/further -** дальше **older/elder -** старше	**the best -** самый лучший **the worst -** самый плохой **the least -** самый маленький, меньше всего **the most -** больше всего **the farthest/furthest -** самый дальний **the oldest/eldest -** самый старый

3. less. the least

Для выражения **меньшей** или **самой низкой степени** качества предмета по сравнению с другими предметами употребляются соответствующие слова **less** – менее и **the least** – наименее, которые ставятся перед прилагательными в форме положительной степени.

Положительная степень	**Сравнительная степень**	**Превосходная степень**
beautiful – красивый **interesting -** интересный	**less beautiful -** менее красивый	**the least beautiful –** самый некрасивый

important - важный	**less interesting –** менее интересный **less important -** менее важный	**the least interesting –** самый неинтересный **the least important –** самый неважный

Другие средства сравнения двух предметов или лиц

Конструкция	Комментарий	Примеры
As…as (такой же, так же)	**Для сравнения двух объектов одинакового качества**	He is **as** a strong **as** a lion Он такой же сильный, как лев. She is **as** clever **as** an owl**.** Она такая же умная, как сова.
Not so…as (не такой, как)	**в отрицательных предложениях**	He is **not so** strong **as** a lion. Он не такой сильный, как лев**.** She is **not so** clever **as** an owl. Она не такая умная, как сова.
The…the (с двумя сравнительными степенями)	**показывает зависимость одного действия от другого**	**The more** we are together **the happier** we are. Чем больше времени мы проводим вместе, тем счастливее мы становимся. **The more** I learn this rule **the less** I understand it. Чем больше я учу это правило, тем меньше я его понимаю.

Особые замечания об употреблении сравнительных и превосходных степеней имен прилагательных:

- Сравнительная степень может быть усилена употреблением перед ней слов со значением **«гораздо, значительно»:**

His new book is **much more** interesting than previous one. *Его новая книга гораздо более интересная, чем предыдущая.*

This table **is more** comfortable than **that one**. *Этот стол более удобный чем тот.*

- После союзов **than** и **as** используются либо личное местоимение в именительном падеже с глаголом, либо личное местоимение в объектном падеже:

I can run **as** fast **as** him **(as he can).** *Я могу бегать так же быстро, как он.*

Числительное. The numeral

Перед **сотнями, тысячами, миллионами** обязательно называть их количество, даже если всего одна сотня или одна тысяча:

126 – one hundred twenty six

1139 – one thousand one hundred and thirty nine

В составе числительных – сотни, тысячи и миллионы не имеют окончания множественного числа: **two hundred – 200, three thousand – 3000, и т.д.**

НО: окончание множественного числа добавляется hundred, thousand, million, когда они выражают неопределенное количество сотен, тысяч, миллионов. В этом случае после них употребляется существительное с предлогом **“of”:**

hundreds <u>of</u> children – сотни детей

thousands <u>of</u> birds- тысячи птиц

millions <u>of</u> insects – миллионы насекомых

Начиная с 21, числительные образуются так же как в русском языке:

20+1=21 (twenty + one = **twenty one**)

60+7=67 (sixty + seven = **sixty seven**) и т.д.

Как читать даты

1043	ten forty-three
1956	nineteen fifty-six
1601	sixteen o one
2003	two thousand three
В 2003 году	in two thousand three
1 сентября	the first of September
23 февраля	the twenty-third of February

ДРОБНЫЕ ЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ (FRACTIONAL NUMERALS)

В простых дробях (Common Fractions) числитель выражается количественным числительным, а знаменатель порядковым:

1/7- one seventh одна седьмая

При чтении простых дробей, если числитель их больше единицы, к знаменателю прибавляется окончание множественного числа -s:

2/4 - two fourths - две четвертых

2/3 -two thirds - две третьих

3 1/5 - three and one fifth - три целых и одна пятая

1/2 - one second, a second, one half, a half - одна вторая, половина

1/4 -one fourth, a fourth, one quarter, a quarter - одна четвертая, четверть

В десятичных дробях (Decimal Fractions) целое число отделяется точкой, и каждая цифра читается отдельно. Нуль читается nought [no:t] (в США - zero ['zierou]).

4.25 four point twenty-five; four point two five

0.43 nought point forty-three; nought point four three

Существительные, следующие за дробью, имеют форму единственного числа, и перед ними при чтении ставится предлог -of:

2/3 metre- two thirds of a metre

две третьих метра

0.05 ton - nought point nought five of a ton

ноль целых пять сотых тонны

Существительные, следующие за смешанным числом, имеют форму множественного числа и читаются без предлога of:

35 1 /9 tons -thirty-five and one ninth tons

14.65 metres -one four (или fourteen) point six five (или sixty-five) metres

В обозначениях номеров телефонов каждая цифра читается отдельно, нуль здесь читается [ou]:

224-58-06 ['tu:'tu:'fo:'faiv'eit'ou'siks]

ТЕМА 2. Учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование)

Тематика общения:

1. Высшее образование в России и за рубежом.
2. Мой вуз.
3. Студенческая жизнь.

Проблематика общения:

1. Уровни высшего образования.
2. Уральский государственный горный университет.
3. Учебная и научная работа студентов.
4. Культурная и спортивная жизнь студентов.

2.1 Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

The Ural State Mining University

Mining University – Горный университет; **higher educational institution** - высшее учебное заведение; **to provide** - зд. Предоставлять; **full-time education** - очное образование; **extramural education** - заочное образование; **to award** – награждать; **post-graduate courses** – аспирантура;	**scientific research centre** - центр научных исследований; **master of science** - кандидат наук; **capable** – способный; **to take part in** - принимать участие; **graduate** – выпускник; **to dedicate** – посвящать; **to carry out scientific work** - выполнять научную работу;

Faculty of Mining Technology - горно – технологический; **Faculty of Engineering and Economics** - инженерно-экономический; **Institute of World Economics** – Институт мировой экономики; **Faculty of Mining Mechanics** - горно-механический; **Faculty of Civil Protection** – гражданской защиты; **Faculty of City Economy** – городского хозяйства;	**Faculty of Geology & Geophysics** – геологии и геофизики; **Faculty of extramural education** – заочный; **department** – кафедра; **dean** – декан; **to train specialists in** - готовить специалистов; **to consist of** - состоять из; **preparatory** – подготовительный; **additional** – дополнительный; **to offer** – предлагать;

to house - размещать /ся/; **building** – здание; **Rector's office** – ректорат; **Dean's office** – деканат; **department** – кафедра; **library** – библиотека; **reading hall** - читальный зал; **assembly hall** - актовый зал; **layout** - расположение, план; **administrative offices** - административные отделы;	**computation centre** - вычислительный центр; **canteen** – столовая; **to have meals** – питаться; **hostel** – общежитие; **to go in for sports** - заниматься спортом; **wrestling** – борьба; **weight lifting** - тяжелая атлетика; **skiing** - катание на лыжах; **skating** - катание на коньках; **chess** – шахматы;

academic work - учебный процесс; **academic year** - учебный год; **to consist of** - состоять из; **bachelor's degree** - степень бакалавра;	**general geology** - общая геология; **foreign language** - иностранный язык; **to operate a computer** - работать на компьютере;

course of studies - курс обучения; **to last** - длиться; **term** - семестр; **to attend lectures and classes** - посещать лекции и занятия; **period** - пара, 2 – х часовое занятие; **break** - перерыв; **subject** - предмет; **descriptive geometry** - начертательная геометрия;	**to take a test (an exam)** - сдавать зачет, экзамен; **to pass a test (an exam)** - сдать зачет, экзамен; **to fail a test (an exam)** - не сдать зачет, экзамен; **to fail in chemistry** - не сдать химию; **holidays, vacations** - каникулы; **to present graduation paper** - представлять дипломные работы; **for approval** - к защите;

The Faculty of Mining Technology trains specialists in: mine surveying - маркшейдерская съемка; underground mining of mineral deposits - подземная разработка месторождений полезных ископаемых; mine and underground construction - шахтное и подземное строительство; surface mining (open-cut mining) - открытые горные работы; physical processes of mining, oil and gas production - физические процессы горного и нефтегазового производства; placer mining - разработка россыпных месторождений; town cadastre - городской кадастр.

The Institute of World Economics trains specialists in: land improvement, recultivation and soil protection - мелиорация, рекультивация и охрана земель; engineer protection of environment in mining - инженерная защита окружающей среды в горном деле; computer systems of information processing and control - автоматизированные системы обработки информации и управления; economics and management at mining enterprises - экономика и управление на предприятиях горной промышленности.

The Faculty of Mining Mechanics trains specialists in: electromechanical equipment of mining enterprises - электромеханическое оборудование горных предприятий; designing & production of mining, oil and gas machinery - конструирование и производство горных и нефтегазопромысловых машин; technological and service systems of exploitation and maintenance of machines and equipment - технологические и сервисные системы эксплуатации и ремонта машин и оборудования; motorcars and self-propelled mining equipment - автомобили и самоходное горное оборудование; electric drive and automation or industrial units and technological complexes - электопривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов; automation of technological processes and industries - автоматизация технологических процессов и производств; mineral dressing - обогащение полезных ископаемых.

The Faculty of Geology & Geophysics trains specialists in: geophysical methods of prospecting and exploring mineral deposits - геофизические мет оды поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; according to some specializations: geoinformatics – геоинформатика; applied geophysics - прикладная геофизика; structural geophysics - структурная геофизика; geological surveying and exploration or mineral deposits - геологическая съемка и поиски МПИ; geology and mineral exploration - геология и разведка МПИ; prospecting and exploration or underground waters and engineering - geological prospecting - поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания; applied geochemistry, petrology and mineralogy - прикладная геохимия, петро логия и минералогия; drilling technology - технология и техника разведки МПИ.

2.2 Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

This text is dedicated to the history of the Ural State Mining University formerly called the Sverdlovsk Mining Institute. It was founded in 1917. It is the oldest higher technical educational institution in the Urals. In 1920 the Mining Institute became a faculty of the Ural State University and in 1925 of the Ural Polytechnical Institute. In 1930 this faculty was reorganized into the Mining Institute. The Institute was named after V.V. Vakhrushev the USSR Coal Industry Minister in 1947. It was awarded the Order of the Red Banner of Labour in 1967.

In 1993 the Sverdlovsk Mining Institute was reorganized into The Ural State Academy of Wining and Geology. In 2004 The Ural State Academy of Mining and Geology was reorganized into The Ural State Mining University. The University provides full-time and extramural education in many specialities. There are post graduate courses at the University as well.

The University is an important scientific research center. Many doctors and masters of Science teach and carry out scientific work at the University. Capable students take part in research projects. The graduates of the University work all over the country.

There are six faculties at the Ural State Mining University: Faculty of Mining Technology; Faculty of Mining Mechanics; Faculty of Geology & Geophysics; Faculty of Civil Protection; Faculty of City Economy; Faculty of Extramural Education; and The Institute of World Economics.

Besides there is a Preparatory faculty where young people get special training before taking entrance exams. The Faculty of Additional Education offers an opportunity to get the second higher education.

Each faculty trains mining engineers in different specialities.

There are many specialities at the Faculty of Extramural Education where students have to combine work with studies. Very often the Ural State Mining University organizes training specialists in new modern specialities.

Faculties consist of Departments. Each faculty is headed by the Dean. The head of the Academy is the Rector.

The University is housed in four buildings. Building, One houses - the Rector's office, the Deans' offices, number of administrative offices, Faculty of City Economy, the Faculty or Mining Mechanics with its numerous departments and laboratories (labs).

Building Two houses the Faculty of Mining Technology, Faculty of Civil Protection, the Deans' offices, many departments, labs and the computation centre.

Building Three houses the Faculty of Geology & of Geophysics, the Faculty of Extramural Education, the Dean's offices, many departments and labs. The Ural Geological Museum, the Museum of the History of the Ural State Mining University and some administrative offices are also housed in this building.

Building Four houses The Institute of World Economics, the Dean's office, departments and labs, the library, reading halls, the Assembly hail, the students cultural centre and a large canteen where students can have their meals.

The library and the reading halls provide students with all kinds of reading: textbooks, reference books / справочники/ dictionaries, magazines and fiction/ художественная литература/.

Besides not far from the University there are four five-storied buildings of the student hostel, where most students live. Near the hostels there is a House of Sports. There students can go in for- different kinds of sports: chess, badminton, table tennis, boxing, wrestling, weight lifting, basketball, volleyball, handball.

The Ural State Mining University offers students three different programs of higher education such as: Bachelors, Diplomate Engineers and Magisters.

The course of studies for a bachelor's degree lasts four years. The academic year begins in September and ends in June. It consists of two terms - September to January and February to June. Students attend lectures and practical classes. As a rule, there are three or four periods of lectures and Classes a day with 20 minutes break between them.

During their first two years students take the following subjects: higher mathematics, physics, chemistry, theoretical air-mechanics, descriptive geometry, general geology, mineralogy, geodesy, history, a foreign language (English, French or German). Besides all the students learn to operate a computer.

Students take their tests and exams at the end of each term. After exams students have their holidays or vacations. At the end of the academic year the students of the academy have practical work at mines, mineral dressing plants, geological & geophysical parties. At the end of the final year students present their graduation papers for approval. After getting the Bachelor's degree the graduates have a possibility to continue their education. They can enter a Diplomate Engineer's course or studies

which lasts one academic year or the graduates can take a two-year program of Magister's degree. After defending final papers these graduates can enter the post-graduate courses.

2.3 Систематизация грамматического материала:

1. Образование видовременных форм глагола в активном залоге.

Образование видовременных форм глагола в активном залоге

Present Simple употребляется для выражения:

1. постоянных состояний,

2. повторяющихся и повседневных действий (часто со следующими наречиями: always, never, usually и т.д.). Mr Gibson is a businessman. He lives in New York, (постоянное состояние) He usually starts work at 9 am. (повседневное действие) He often stays at the office until late in the evening, (повседневное действие)

3. непреложных истин и законов природы, The moon moves round the earth.

4. действий, происходящих по программе или по расписанию (движение поездов, автобусов и т.д.). The bus leaves in ten minutes.

Маркерами present simple являются: usually, always и т.п., every day / week / month / year и т.д., on Mondays I Tuesdays и т.д., in the morning / afternoon / evening, at night / the weekend и т.д.

Present Continuous употребляется для выражения:

1. действий, происходящих в момент речи He is reading a book right now.

2. временных действий, происходящих в настоящий период времени, но не обязательно в момент речи She is practising for a concert these days. (В данный момент она не играет. Она отдыхает.)

3. действий, происходящих слишком часто и по поводу которых мы хотим высказать раздражение или критику (обычно со словом "always") "You're always interrupting me!"(раздражение)

4. действии, заранее запланированных на будущее. He is flying to Milan in an hour. (Это запланировано.)

Маркерами present continuous являются: now, at the moment, these days, at present, always, tonight, still и т.д.

Во временах **группы Continuous** обычно **не употребляются** глаголы:

1. выражающие восприятия, ощущения (see, hear, feel, taste, smell), Например: This cake tastes delicious. (Но не: This cake is tasting delicious)

2. выражающие мыслительную деятельность [know, think, remember, forget, recognize(ze), believe, understand, notice, realise(ze), seem, sound и др.],

Например: I don't know his name.

3. выражающие эмоции, желания (love, prefer, like, hate, dislike, want и др.), Например: Shirley loves jazz music.

4. include, matter, need, belong, cost, mean, own, appear, have (когда выражает принадлежность) и т.д. Например: That jacket costs a tot of money. (Но не: That jacket is costing a lot of money.)

Present perfect употребляется для выражения:

1. действий, которые произошли в прошлом в неопределенное время. Конкретное время действия не важно, важен результат, Kim has bought a new mobile phone. (Когда она его купила? Мы это не уточняем, поскольку это не важно. Важного, что у нее есть новый мобильный телефон.)

2. действий, которые начались в прошлом и все еще продолжаются в настоящем, We has been a car salesman since /990. (Он стал продавцом автомобилей в 1990 году и до сих пор им является.)

3. действий, которые завершились совсем недавно и их результаты все еще ощущаются в настоящем. They have done their shopping. (Мы видим, что они только что сделали покупки, поскольку они выходят из супермаркета с полной тележкой.)

4. Present perfect simple употребляется также со словами "today", "this morning / afternoon" и т.д., когда обозначенное ими время в момент речи еще не истекло. He has made ten photos this morning. (Сейчас утро. Указанное время не истекло.)

К маркерам present perfect относятся: for, since, already, just, always, recently, ever, how long, yet, lately, never, so far, today, this morning/ afternoon / week / month / year и т.д.

Present perfect continuous употребляется для выражения:

1. действий, которые начались в прошлом и продолжаются в настоящее время He has been painting the house for three days. (Он начал красить дом три дня назад и красит его до сих пор.)

2. действий, которые завершились недавно и их результаты заметны (очевидны) сейчас. They're tired. They have been painting the garage door all morning. (Они только что закончили красить. Результат их действий очевиден. Краска на дверях еще не высохла, люди выглядят усталыми.)

Примечание.

1. С глаголами, не имеющими форм группы Continuous, вместо present perfect continuous употребляется present perfect simple. Например: I've known Sharon since we were at school together. (А не: I've been knowing Sharon since we were at school together.)

2. С глаголами live, feel и work можно употреблять как present perfect continuous, так и present perfect simple, при этом смысл предложения почти не изменяется.
Например: He has been living/has lived here since 1994.

К маркерам present perfect continuous относятся: for. since. all morning/afternoon/week/day и т.д., how long (в вопросах).

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Put the verbs in brackets into the present simple or the present continuous.

1 A: *Do you know* (you/know) that man over there?
B: Actually, I do. He's Muriel's husband.

2 A: Are you doing anything tomorrow evening?
B: Yes. I … (see) Jack at nine o'clock.

3 A: I … (see) you're feeling better.
B: Yes, I am, thank you.

4 A: What's that noise?
B: The people next door … (have) a party.

5 A: Graham … (have) a new computer.
B: I know. I've already seen it.

6 A: This dress …. (not/fit) me any more.
B: Why don't you buy a new one?

7 A: Your perfume … (smell) nice. What is it?
B: It's a new perfume called Sunshine.

8 A: What is Jane doing?
B: She … (smell) the flowers in the garden.

9 A: What … (you/look) at?
B: Some photos I took during my holidays. They aren't very good, though.

10 A: You … (look) very pretty today.
B: Thank you. I've just had my hair cut.

11 A: I … (think) we're being followed.
B: Don't be silly! It's just your imagination.

12 A: Is anything wrong?
B: No. I … (just/think) about the party tonight.

13 A: This fabric … (feel) like silk.
B: It is silk, and it was very expensive.

14 A: What are you doing?

B: I … (feel) the radiator to see if it's getting warm.

15 A: She … (be) generous, isn't she?
B: Yes, she has never been a mean person.

16 A: He … (be) very quiet today, isn't he?
B: Yes, I think he has some problems.

17 A: Would you like some cherries?
B: Yes, please. I … (love) cherries. They're my favourite fruit.

18 A: I'm sorry, but I … (not understand) what you mean.
B: Shall I explain it again?

19 A: The children are making lots of noise today.
B: I know, but they … (have) fun.

20 A: This cake … (taste) awful.
B: I think I forgot to put the sugar in it!

2. Fill in the gaps with recently, how long, yet, for, always, ever, already, since, so far or just. Sometimes more than one answer is possible.

1 A: Has Tom finished his exams ...yet...?
B: No. He finishes them next Thursday.

2 A: … has Janet been working at the hospital?
B: She has been working there … she left school.

3 A: How are you finding your new job?
B: Great. I haven't had any problems … .

4 A: Is John at home, please?
B: No, I'm afraid he's … gone out.

5 A: Have you been waiting long?
B: Yes, I've been here … two hours.

6 A: Has Martin … been to Spain?
B: No. I don't think so.

7 A: Have you spoken to Matthew … ?
B: Yes. I phoned him last night.

8 A: Can you do the washing-up for me, please?
B: Don't worry. Mike has … done it.

9 A: Lucy has … been musical, hasn't she?
B: Yes, she started playing the piano when she was five years old.

10 A: Shall we go to that new restaurant tonight?
B: Yes. I have … been there. It's really nice.

11 A: Your dog's been barking … three hours!
B: I'm sorry. I'll take him inside.

12 A: Have you finished reading that bodk yet?
B: No. I've … started it.

3. Put the verbs in brackets into the present perfect or continuous, using short forms where appropriate.

1 A: How long ...*have you known*... (you/know) Alison?
B: We ... (be) friends since we were children.

2 A: Who … (use) the car?
B: I was. Is there a problem?

3 A: What are Andrew and David doing?
B: They … (work) in the garden for three hours.

4 A: Why is Sally upset?
B: She … (lose) her bag.

5 A: I … (always/believe) that exercise is good for you.

B: Of course, it's good to keep fit.

6 A: Emily … (teach) maths since she left university.
B: Yes, and she's a very good teacher, too.

7 A: Fred … (open) a new shop.
B: Really? Where is it?

8 A: This pie is delicious.
B: Is it? I … (not/taste) it yet.

9 A: Have you found your umbrella yet?
B: No, I … (look) for it for an hour now.

10 A: You look exhausted.
B: Well, I … (clean) the windows since 8 o'clock this morning.

11 A: Can I have some more lemonade, please?
B: Sorry, your brother … (just/drink) it all.

12 A: Have you got new neighbours?
B: Yes, they … (just/move) to the area.

4. Put the verbs in brackets into the present perfect or the present perfect continuous.

Dear Connie,

I hope you are enjoying yourself at university. I'm sure you 1)...*'ve been studying*... (study) hard. Everything is fine here at home. Billly 2) … (just/receive) his school report. It was bad, as usual. He 3) … (decide) to leave school next year and find a job. Fiona 4) … (go) to the gym every day for the past two weeks. She 5) … (try) to get in shape for the summer. She 6) … (already/plan) her holiday in the sun. Your father 7) … (sell) the old car and he 8) … (buy) a new one. It's lovely — much nicer than the old one.

Anyway, write soon.

Love, Mum

5. Fill in the gaps with have/has been (to) or have/has gone (to).

Jack: Hi, Jill. Where's Paul?

Jill: Oh, he 1) ...*has gone to*... London for a few days.

Jack: Really! I 2) … London recently. I came back yesterday. 3) … you … there?

Jill: No, I haven't. Paul 4) … twice before, though. Where's Sarah?

Jack: She 5) … Spain for two weeks with her parents. They 6) … there to visit some friends.

Jill: When is she coming back?

Jack: They'll all be back next weekend.

6. Choose the correct answer.

1 'What time does the train leave?'
'I think it ..*A*... at 2 o'clock.'
A leaves
B has been leaving
C has left

2 'Where are Tom and Pauline?'
They … e supermarket.'
A have just gone
B have been going
C go

3 What is Jill doing these days?'
She … for a job for six months.'
A is looking
B has been looking
C looks

4 Is Mandy watching TV?'
No. She … her homework right now.'
A is always doing
B is doing
C does

5 'Have you been for a walk?'
'Yes. I often … for walks in the evenings.'
A have gone
B am going
C go

6 'Have you seen any films lately?'
'Yes. Actually, I … two this week.'
A have seen
B am seeing
C see

7 'What … ?'
'It's a piece of cherry pie. Mum made it yesterday.'
A are you eating
B do you eat
C have you eaten

8 'Are you going on holiday this summer?'
'Yes. I … enough money.'
A am saving
B have already saved
C save

9 'Is Todd reading the newspaper?'
'No. He … dinner at the moment.'
A has been making
B makes
C is making

10 'Have you bought any new CDs recently?'
'Yes. Actually, I … two this week.'
A have bought
B have been buying
C am buying

11 'What time does the play start?'
'I think it … at 8 o'clock.'
A has been starting
B starts
C has started

12 'Where is Mark?'
'He … to the library to return some books.'
A has gone
B has been
C is going

13 'What … ?'
'It's a letter to my pen-friend. I'm telling her my news.'
A have'you written
B do you write
C are you writing

7. Underline the correct tense.

1. Liz and I are good friends. We **know/<u>have known</u>** each other for four years.
2. Sarah is very tired. She **has been working / is working** hard all day.
3. Where is John?' 'He's upstairs. He **does/is doing** his homework.'
4. I can't go to the party on Saturday. I **am leaving/ have been leaving** for Spain on Friday night.
5. Jane **has finished/is finishing** cleaning her room, and now she is going out with her friends.
6. I didn't recognise Tom. He **looks/is looking** so different in a suit.
7. I don't need to wash my car. Jim **washes/has washed** it for me already.
8. Ian **has been talking/is talking** to his boss for an hour now.
9. Claire's train **arrives/has arrived** at 3 o'clock. I must go and meet her at the station.
10. 'Would you like to borrow this book?' 'No, thanks. I **have read/have been reading** it before.'
11. 'Where **are you going/do you go**?' To the cinema. Would you like to come with me?'
12. Have you seen my bag? I **am searching/have been searching** for it all morning.
13. 'Is Colin here?' 'I don't know. I **haven't seen/ haven't been seeing** him all day.'
14. Sophie is very clever. She **is speaking/speaks** seven different languages.
15. We **are moving/have moved** house tomorrow. Everything is packed.

8. Put the verbs in brackets into the correct tense.

1 Who …*has been using* … (use) my toothbrush?
2 'What … (you/do)?' 'I … (write) a letter.'
3 Samantha … (play) tennis with friends every weekend.
4 Tim and Matilda … (be) married since 1991.
5 Uncle Bill … (just/decorate) the bathroom.
6 Pauline and Tom … (sing) in the school choir twice a week.
7 Who … (you/speak) to?
8 Sarah is very happy. She … (win) a poetry competition.
9 He … (drink) two cups of coffee this morning.
10 My friend … (live) in America at the moment.
11 They … (usually/change) jobs every five years.
12 I … (normally/cut) my hair myself.
13 Linda … (study) in the library for three hours.
14 We … (play) in a concert next weekend.
15 Who … (read) my diary?
16 Tim … (leave) the house at 7 o'clock every morning.
17 … (your mother/work) in a bank?
18 … (you/drink) coffee with your breakfast every day?
19 We … (make) plans for our summer holidays right now.
20 They… (move) house in September.

9. Put the verbs in brackets into the correct tense.

1 A: What ...*are you doing*... (you/do)?
B: Nothing. I … (just/finish) my lunch.
2 A: Where … (you/be) all morning?
B: I … (clean) my house since 8 o'clock.
3 A: … (you/do) anything next weekend?
B: No, I … (not/make) any plans yet.
4 A: Jane looks great. … (she/lose) weight?
B: Yes, she … (exercise) a lot recently.
5 A: … (be/you) busy right now?
B: Yes, I … (just/start) typing this report.
6 A: Where is Peter?
B: He … (wash) the car at the moment.
7 A: Who … (be) your favourite actor?

B: I … (like) Sean Connery since I was a child.

8 A: … (you/do) your homework yet?

B: Almost; I … (do) it now.

10. Put the verbs in brackets into the correct tense.

Dear Nick,

This is just a short note to tell you I 1) ...*'m arriving/arrive*... (arrive) at the airport at 5 pm on Saturday, 10th December. I 2) … (be) very busy recently, and that's why I 3) … (not/write) to you for a while. I 4) … (plan) this trip for months, so now I 5) … (look forward) to spending some time with you and your family. I 6) … (hope) you will be able to meet me at the airport. Please give my love to your wife and the children.

See you soon,
James

Past simple употребляется для выражения:

1. действий, произошедших в прошлом в определенное указанное время, то есть нам известно, когда эти действия произошли, They graduated four years ago. (Когда они закончили университет? Четыре года назад. Мы знаем время.)

2. повторяющихся в прошлом действий, которые более не происходят. В этом случае могут использоваться наречия частоты (always, often, usually и т.д.), He often played football with his dad when he was five. (Но теперь он уже не играет в футбол со своим отцом.) Then they ate with their friends.

3. действий, следовавших непосредственно одно за другим в прошлом.

They cooked the meal first.

4. Past simple употребляется также, когда речь идет о людях, которых уже нет в живых. Princess Diana visited a lot of schools.

Маркерами past simple являются: yesterday, last night / week / month / year I Monday и т.д., two days I weeks I months I years ago, then, when, in 1992 и т.д.

People used to dress differently in the past. Women used to wear long dresses. Did they use to carry parasols with them? Yes, they did. They didn't use to go out alone at night.

• **Used to** (+ основная форма глагола) употребляется для выражения привычных, повторявшихся в прошлом действий, которые сейчас уже не происходят. Эта конструкция не изменяется по лицам и числам. Например: Peter used to eat a lot of sweets. (= Peter doesn't eat many sweets any more.) Вопросы и отрицания строятся с помощью did / did not (didn't), подлежащего и глагола "use" без -d.

Например: Did Peter use to eat many sweets? Mary didn’t use to stay out late.

Вместо "used to" можно употреблять past simple, при этом смысл высказывания не изменяется. Например: She used to live in the countryside. = She lived in the countryside.

Отрицательные и вопросительные формы употребляются редко.

Past continuous употребляется для выражения:

1. временного действия, продолжавшегося в прошлом в момент, о котором мы говорим. Мы не знаем, когда началось и когда закончилось это действие, At three o'clock yesterday afternoon Mike and his son were washing the dog. (Мы не знаем, когда они начали и когда закончили мыть собаку.)

2. временного действия, продолжавшегося в прошлом (longer action) в момент, когда произошло другое действие (shorter action). Для выражения второго действия (snorter action) мы употребляем past simple, He was reading a newspaper when his wife came, (was reading = longer action: came = shorter action)

3. двух и более временных действий, одновременно продолжавшихся в прошлом. The people were watching while the cowboy was riding the bull.

4. Past continuous употребляется также для описания обстановки, на фоне которой происходили события рассказа (повествования). The sun was shining and the birds were singing. Tom was driving his old truck through the forest.

Маркерами past continuous являются: while, when, as, all day / night / morning и т.д.
when/while/as + past continuous (longer action) when + past simple (shorter action)

Past perfect употребляется:

1. для того, чтобы показать, что одно действие произошло раньше другого в прошлом. При этом то действие, которое произошло раньше, выражается past perfect simple, а случившееся позже - past simple,

They had done their homework before they went out to ptay yesterday afternoon. (=They did their homework first and then they went out to ptay.)

2. для выражения действий, которые произошли до указанного момента в прошлом,

She had watered all the flowers by five o'clock in the afternoon.
(=She had finished watering the flowers before five o'clock.)

3. как эквивалент present perfect simple в прошлом. То есть, past perfect simple употребляется для выражения действия, которое началось и закончилось в прошлом, а present perfect simple - для действия, которое началось в прошлом и продолжается (или только что закончилось) в настоящем. Например: Jill wasn't at home. She had gone out. (Тогда ее не было дома.) ЛИ isn 't at home. She has gone out. (Сечас ее нет дома.)

К маркерам past perfect simple относятся: before, after, already, just, till/until, when, by, by the time и т.д.

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Put the verbs in brackets into the past simple or the past continuous. Which was the longer action in each sentence?

1. They ...*were cleaning*... (clean) the windows when it …*started*... (start) to rain.
Cleaning the windows was the longer action.
2. As he … (drive) to work, he … (remember) that his briefcase was still at home.
3. Melanie … (cook) dinner when her husband … (come) home.
4. I … (hear) a loud crash as I … (sit) in the garden.
5. She … (type) a letter when her boss … (arrive).
6. While the dog … (dig) in the garden, it … (find) a bone.
7. Mary … (ride) her bicycle when she … (notice) the tiny kitten.
8. While I … (do) my homework, the phone … (ring).

2. A policeman is asking Mrs Hutchinson about a car accident she happened to see yesterday. Put the verbs in brackets into the past simple or the past continuous.

P: What 1) ...*were you doing*... (you/do) when you 2) … (see) the accident, madam?
H: I … (walk) down the street.
P: What exactly 4) … (you/see)?
H: Well, the driver of the car 5)… (drive) down the road when suddenly the old man just 5) … (step) in front of him! It 6) … (be) terrible!
P: 8) … (the driver/speed)?
H: No, not really, but the old man 9) … (not/look) both ways before he ... (try) to cross the road.
P: 11) ... (anyone else/see) the accident?
H: Yes, the lady in the post office.
P: Thank you very much.

3. Put the verbs in brackets into the past simple or the past continuous.

A As soon as Margaret 1) ...*got*... (get) off the train, she 2) … (pull) her coat around her. Rain 3) … (fall) heavily and a cold wind 4) … (blow) across the platform. She 5) … (look) around, but no one 6)

… (wait) to meet her. She 7) … (turn) to leave when she 8) … (hear) footsteps. A man 9) … (walk) towards her. He 10) … (smile) at her, then he 11) … (say), 'You're finally here.'

B George 1) … (pick) up his bag then, 2) … (throw) it over his shoulder. It 3) … (get) dark and he 4) … (have) a long way to go. He wished that he had let someone know that he was coming. It 5) … (start) to rain, and he was feeling cold and tired from the long journey. Suddenly, he 6) … (hear) a noise, then he 7) … (see) two bright lights on the road ahead. A car 8) … (head) towards him. It slowed down and finally 9) … (stop) beside him. A man 10) … (sit) at the wheel. He 11) … (open) the door quickly and 12) … (say) 'Get in, George.'

C Andy 1) … (step) into the house and 2) … (close) the door behind him. Everything 3) … (be) quiet. His heart 4) … (beat) fast and his hands 5) … (shake) as he crept silently into the empty house, but he was trying not to panic. He soon 6) … (find) what he 7) … (look) for. He smiled with relief as he put on the clothes. The men who 8) … (follow) him would never recognise him now.

4. Imagine that you were present when these things happened, then, in pairs, ask and answer questions, as in the example.

SA: What were you doing when the burglar broke in?
SB: I was watching TV.
SA: What did you do?
SB: I called for help.

1 The burglar broke in.
2 The storm broke.
3 The lights went out.
4 The boat overturned.
5 The earthquake hit.
6 The building caught fire.

5. Rewrite each person's comment using used to or didn't use to.

1 Sally - 'I don't walk to work any more.'
I used to walk to work.
2 Gordon - 'I've got a dog now.'
3 Lisa - 'I don't eat junk food any more.'
4 Jane - 'I go to the gym every night now.'
5 Paul - 'I'm not shy any more.'
6 Edward - 'I live in a big house now.'
7 Helen - 'I haven't got long hair any more.'
8 Frank - 'I eat lots of vegetables now.'

6. Choose the correct answer.

1 'I find it hard to get up early.'
'You ...*3*... to getting up early once you start working.'
A are used
B will get used
C were used
2 'Do you often exercise now?'
'No, but I … to exercise a lot when I was at school.'
A used
B will get used
C am used
3 'Aren't you bothered by all that noise?'
'No, we … to noise. We live in the city centre.'
A were used
B will get used

C are used

4 'Does your sister travel a lot?'
'No, but she … to before she got married.'
A didn't use
B used
C wasn't used

5 'I don't like wearing a suit every day.'
'Don't worry, you … to it very soon.'
A are used
B will get used
C were used

6 'Sandra … to using a computer, but now she enjoys it.'
'It's a lot easier for her now.'
A isn't used
B will get used
C wasn't used

7 'Do you remember the things we … to do when we were kids?'
'Of course I do. How could I forget what fun we had!'
A used
B were used
C got used

8 'Do you like living in the city?'
'Well, I … to it yet, but it's okay.'
A am not used
B wasn't used
C am used

7. Fill in the gaps with one of the verbs from the list in the correct form. Use each verb twice.

wash, walk, play, work

1 I used to ...*work*... in a shop, but now I work in an office.
2 I can't concentrate. I'm not used to … in such a noisy office.
3 Tom lived in the country for years. He used to … miles every day.
4 I'm exhausted. I'm not used to … such long distances.
5 Mary used to … her clothes by hand, but now she uses a washing machine.
6 We haven't got a washing machine, so we're used to … our clothes by hand.
7 The children are bored with the bad weather. They're used to … outside.
8 When we were younger, we used to … cowboys and Indians.

8. Put the verbs in brackets into the past simple or the present perfect.

1. A: Do you know that man?
B: Oh yes. He's a very good friend of mine. I 1) ...*'ve known*... (know) him for about ten years.
A: I think I 2) … (meet) him at a business meeting last month.

2. A: Mum 1) … (lose) her purse.
B: Where 2) … (she/lose) it?
A: At the supermarket while she was shopping.

3. A: Who was on the telephone?
B: It 1) … (be) Jane.
A: Who is Jane?
B: Someone who 2) … (work) in my office for a few years. She's got a new job now, though.

4. A: Who is your favourite singer?
B: Freddie Mercury. He 1) … (have) a wonderful voice.
A: Yes, I agree. He 2) … (enjoy) performing live, too.

9. Fill in the gaps with one of the verbs from the list in the past perfect continuous.

read, scream, argue, try, eat, watch

1. Emily was angry. She ...*had been arguing*… with her parents for an hour.
2. Hannah felt sick. She … chocolates all afternoon.
3. Allan had a headache. His baby sister … for half an hour.
4. Emily was frightened. She … a horror film for half an hour.
5. Simon was confused. He … to win the game for hours.
6. John was very tired. He … all night.

10. Put the verbs in brackets into the correct past tense.

A: On Monday morning, Jo 1) ... *missed*... (miss) the bus and had to walk to school. When she 2) … (arrive), the bell 3) … (already/ring)', and lessons 4) … (start). The children 5) … (work) quietly when Jo 6) … (walk) into the'classroom.

B: When Jamie 1) … (get) to the party, a lot of people 2) … (dance) to pop music. Everyone 3) … (wear) jeans and T-shirts. Jamie 4) … (buy) a new suit for the party and he 5) … (wear) that. He 6) … (feel) quite silly because everyone 7) … (look) at him.

Future simple употребляется:

1. для обозначения будущих действий, которые, возможно, произойдут, а возможно, и нет, We'll visit Disney World one day.

2. для предсказаний будущих событий (predictions), Life will be better fifty years from now.

3. для выражения угроз или предупреждений (threats / warnings), Stop or I'll shoot.

4. для выражения обещаний (promises) и решений, принятых в момент речи (on-the-spot decisions), I'll help you with your homework.

5. с глаголами hope, think, believe, expect и т.п., с выражениями I'm sure, I'm afraid и т.п., а также с наречиями probably, perhaps и т.п. / think he will support me. He will probably go to work.

К маркерам future simple относятся: tomorrow, the day after tomorrow, next week I month / year, tonight, soon, in a week / month year и т.д.

ПРИМЕЧАНИЕ

Future simple не употребляется после слов while, before, until, as soon as, after, if и when в придаточных предложениях условия и времени. В таких случаях используется present simple. Например: I'll make a phone call while I wait for you. (А не:... whilo I will wait for you.) Please phone me when you finish work.

В дополнительных придаточных предложениях после "when" и "if" возможно употребление future simple. Например: I don't know when I if Helen will be back.

He is going to throw the ball.

Be going to употребляется для:

1. выражения заранее принятых планов и намерений на будущее,

Например: Bob is going to drive to Manchester tomorrow morning.

2. предсказаний, когда уже есть доказательства того, что они сбудутся в близком будущем. Например: Look at that tree. It is going to fall down.

We use the **future continuous**:

a) for an action which will be in progress at a stated for an action which will be future time. *This time next week, we'll be cruising round the islands.*

b) for an action which will definitely happen in the future as the result of a routine or arrangement. *Don't call Julie. I'll be seeing her later, so I'll pass the message on.*

c) when we ask politely about someone's plans for the near future (what we want to know is if our wishes fit in with their plans.) *Will you be using the photocopier for long?*
No. Why?
I need to make some photocopies.

We use the **future perfect**:

1. For an action which will be finished before a stated future time. *She will have delivered all the newspapers by 8 o'clock.*

2. The future perfect is used with the following time expressions: before, by, by then, by the time, until/till.

We use the **future perfect continuous**:

1. to emphasize the duration of an action up to a certain time in the future. *By the end of next month, she will have been teaching for twenty years.*

The future perfect continuous is used with: by... for.

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Tanya Smirnoff is a famous astrologer. She's been invited on a TV show to give her astrological predictions for next year. Using the prompts below, make sentences, as in the example.
e.g. An eartyhquake will strike Asia.

1 earthquake/strike/Asia
2 Tom Murray/win/elections
3 economy/not improve/significantly
4 number of road accidents/increase
5 America/establish/colony/on Mars
6 scientists/not discover/cure for common cold

2. In pairs, ask and answer questions using the prompts below, as in the examples.

SA: Are you going to pay the bill?
SB: Yes, that's what I'm going to do.
SA: Are you going to complain to the manager?
SB: No, that's not what I'm going to do.

1. pay the bill (√)
2. complain to the manager (X)
3. take the skirt back to the shop (√)
4. buy the jumper (√)
5. ask the bank manager for a loan (X)
6. order the food (√)
7. book the airline tickets (X)

3. Fill in the gaps with the correct form of will or be going to and the verb in brackets.

1 A: Why are you buying flour and eggs?
B: Because I ...*'m going to make*... (make) a cake.
2 A: I have decided what to buy Mum for her birthday.
B: Really. What … (you/buy) for her?
3 A: Did you ask Jackie to the party?
B: Oh no! I forgot! I … (ask) her tonight.
4 A: Could I speak to Jim, please?
B: Wait a minute. I … (get) him for you.
5 A: What are your plans for the weekend?

B: I … (spend) some time with my friends.

6 A: What are you doing on Friday night?
B: Oh, I … (probably/stay) at home with my family.

7 A: Have you tidied your room yet?
B: No, but I promise I … (do) it this afternoon.

8 A: Look at that boy!
B: Oh yes! He … (climb) the tree.

9 A: Jason is very clever for his age.
B: Yes. He says he … (become) a doctor when he grows up.

10 A: I'm too tired to cut the grass.
B: Don't worry! I (cut) it for you.

4. Fill in the gaps with shall, will or the correct form of be going to.

1 A: It's too hot in here.
B: You're right. I ...*will*... open a window.

2 A: … I put the baby to bed, now?
B: Yes, he looks a little tired.

3 A: Have you seen Lucy recently?
B: No, but I … meet her for lunch later today.

4 A: Have you done the shopping yet?
B: No, but I … probably do it tomorrow, after work.

5 A: … we ask Mr Perkins for help with the project?
B: That's a good idea. Let's ask him now.

5. Replace the words in bold with will/won't or shall I/we, as in the example.

1 I've asked Paul to talk to the landlord, but he **refuses to** do it.
I've asked Paul to talk to the landlord, but he won't do it.

2 **Do you want me** to make a reservation for you?

3 **Can** you call Barry for me, please?

4 **Why don't we** try this new dish?

5 Where **do you want me** to put these flowers?

6. In pairs, ask and answer questions using the prompts below, as in the example.

SA: *When will you do the gardening?*
SB: *I'll do it after I've done the shopping.*

1 do the gardening / do the shopping
2 post the letters / buy the stamps
3 iron the clothes / tidy the bedroom
4 water the plants / make the bed
5 do your homework / have my dinner
6 pay the bills / take the car to the garage

7. Put the verbs in brackets into the present simple or the future simple.

1 A: I'm going to the gym tonight.
B: Well, while you ...*are*... (be) there, I … (do) the shopping.

2 A: … (you/call) me when you … (get) home?
B: Yes, of course.

3 A: As soon as John … (come) in, tell him to come to my office.
B: Certainly, sir.

4 A: I'm exhausted.
B: Me too. I wonder if David … (come) to help tonight.

5 A: Are you going to visit Aunt Mabel this afternoon?

B: Yes, I ... (visit) her before I … (do) the shopping.

6 A: Is George going to eat dinner with us?
B: No, by the time he … (get) home it … (be) very late.

7 A: When … (you/pay) the rent?
B: When I … (get) my pay cheque.

8 A: What are your plans for the future?
B: I want to go to university after I … (finish) school.

9 A: If you … (pay) for dinner, I … (pay) for the theatre.
B: Okay, that's a good idea.

10 A: Can you give this message to Mike, please?
B: Well, I'll try, but I doubt if I … (see) him today.

8. Put the verbs in brackets into the future simple, the present simple or the present continuous.

1 A: I ...*am seeing*... (see) Roger at seven o'clock tonight.
B: Really? I thought he was out of town.

2 A: … (you/do) anything on Friday morning?
B: No, I'm free.

3 A: I … (go) to the cinema. There's a new film on. Do you want to come with me?
B: What time … (the film/start)?

4 A: Helen … (have) a party the day after tomorrow. … (you/go)?
B: As a matter of fact, I haven't been invited.

5 A: The new exhibition … (open) on April 3rd and … (finish) on May 31st.
B: I know. I … (go) on the first day.

6 A: Aunt Maggie … (come) to visit us tomorrow.
B: I know. What time … (she/arrive)?

7 A: Excuse me, what time … (the train/leave)?
B: At half past three, madam.

8 A: Michael Jackson … (give) a concert at the Olympic Stadium next week.
B: I know. I … (want) to get a ticket.

9 A: I'm really thirsty.
B: I … (get) you a glass of water.

10 A: Are you looking forward to your party?
B: Yes. I hope everyone … (enjoy) it.

11 A: How old is your sister?
B: She .. (be) twelve next month.

12 A: What are you doing tonight?
B: I … (probably/watch) TV after dinner.

9. A) Cliff Turner has his own business and it is doing well. He has already decided to expand. Look at the prompts and say what he is going to do, as in the example.

1. employ more staff

He's going to employ more staff.

2. advertise in newspapers and magazines
3. equip the office with computers
4. increase production
5. move to bigger premises
6. open an office abroad

B) Cliff is always busy. Look at his schedule and say what his arrangements are for the next few days. Make sentences, as in the example.

Wednesday 12th: fly to Montreal

He is flying to Montreal on Wednesday.
Thursday 13th: give an interview to The Financial Times
Friday 14th: have lunch with sales representatives
Saturday 15th: have a meeting with Japanese ambassador
Sunday 16th: play tennis with Carol

10. ln Pairs, ask and answer the following questions using I (don't) think/expect I will or I hope /'m sure/'m afraid I will/won't, as in the example.
SA: *Do you think you will pass your exams?*
SB: *I hope I will/I'm afraid I won't.*
1 pass/exams
2 move house
3 take up / new hobby
4 make / new friends
5 start having music lessons
6 have / party on / birthday
7 learn/drive

ТЕМА 3. Социально-культурная сфера общения (Я и моя страна. Я и мир)

Тематика общения:

1. Екатеринбург – столица Урала.
2. Общее и различное в национальных культурах.

Проблематика общения:

1. Мой родной город.
2. Традиции и обычаи стран изучаемого языка.
3. Достопримечательности стран изучаемого языка.

3.1 Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

My town

a building – здание
downtown – деловой центр города
town outskirts – окраина города
a road – дорога
an avenue – проспект
a pavement/a sidewalk - тротуар
a pedestrian – пешеход
a pedestrian crossing – пешеходный переход
traffic lights – светофор
a road sign – дорожный знак
a corner – угол
a school - школа
a kindergarten – детский сад
a university - университет
an institute – институт
an embassy - посольство
a hospital - больница
a shop/a store/a shopping centre/a supermarket – магазин, супермаркет
a department store – универмаг
a shopping mall/centre – торговый центр
a food market – продуктовый рынок
a greengrocery – фруктово-овощной магазин
a chemist's/a pharmacy/a drugstore - аптека
a beauty salon – салон красоты
a hairdressing salon/a hairdresser's - парикмахерская
a dental clinic/a dentist's – стоматологическая клиника
a vet clinic – ветеринарная клиника
a laundry – прачечная
a dry-cleaner's – химчистка
a post-office – почтовое отделение
a bank – банк
a cash machine/a cash dispenser - банкомат
a library – библиотека
a sight/a place of interest - достопримечательность
a museum – музей
a picture gallery – картинная галерея
a park – парк
a fountain – фонтан
a square – площадь
a monument/a statue – памятник/статуя
a river bank – набережная реки

a beach – пляж
a bay - залив
a café – кафе
a restaurant – ресторан
a nightclub – ночной клуб
a zoo - зоопарк
a cinema/a movie theatre - кинотеатр
a theatre – театр
a circus - цирк
a castle - замок
a church – церковь
a cathedral – собор
a mosque - мечеть
a hotel – отель, гостиница
a newsagent's – газетный киоск
a railway station – железнодорожный вокзал
a bus station - автовокзал
a bus stop – автобусная остановка
an underground (metro, subway, tube) station – станция метро
a stadium – стадион
a swimming-pool – плавательный бассейн
a health club/a fitness club/a gym – тренажерный зал, фитнесс клуб
a playground – игровая детская площадка
a plant/a factory – завод/фабрика
a police station – полицейский участок
a gas station/a petrol station – заправочная автостанция, бензоколонка
a car park/a parking lot - автостоянка
an airport - аэропорт
a block of flats – многоквартирный дом
an office block – офисное здание
a skyscraper - небоскреб
a bridge – мост
an arch – арка
a litter bin/a trash can – урна
a public toilet – общественный туалет
a bench - скамья

3.2 Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

Ekaterinburg – an Industrial Centre

Ekaterinburg is one of the leading industrial centres of Russia. There are over 200 industrial enterprises of all-Russia importance in it. The key industry is machine-building. The plants of our city produce walking excavators, electric motors, turbines, various equipment for industrial enterprises.

During the Great Patriotic War Sverdlovsk plants supplied the front with arms and munitions and delivered various machinery for restoration of Donbass collieries and industrial enterprises of the Ukraine.

The biggest plants of our city are the Urals Heavy Machine Building Plant (the Uralmash), the Urals Electrical Engineering Plant (Uralelectrotyazhmash), the Torbomotorny Works (TMZ), the Chemical Machinery Building Works (Chimmash), the Verkh Iset Metallurgical Works (VIZ) and many others.

The Urals Heavy Machinery Building Plant was built in the years of the first five-year plan period. It has begun to turn out production in 1933. The machines and equipment produced by the Uralmash have laid the foundation for the home iron and steel, mining and oil industries. The plant

produces walking excavators and draglines, drilling rigs for boring super-deep holes, crushing and milling equipment for concentrators. The plant also produces rolling-mills, highly efficient equipment for blast furnaces, powerful hydraulic presses and other machines. The trade mark of the Uralmash is well-known all over the world.

The Electrical Engineering plant was put into operation in 1934. At the present time it is a great complex of heavy electrical machine-building. It produces powerful hydrogenerators, transformers, air and oil switches, rectifiers & other electrical equipment. Besides, it is one of the main producers of high-voltage machinery.

The Turbo-Motorny Works produces turbines & diesel motors for powerful trucks. The turbines manufactured by this plant are widely known not only in our country, but also abroad. The plant turned out its first turbines in 1941.

The Urals Chemical Works, the greatest plant in the country, produces machinery for the chemical industry. It also produces vacuum- filters used in different branches of oil industry.

The Verkh-Iset Metallurgical Works the oldest industrial enterprise in Ekaterinburg is now the chief producer of high grade transformer steel in the country.

Now complex mechanization & automation of production processes are being used at all industrial enterprises of Ekaterinburg. Its plants make great contribution to the development of our country's national economy.

The History of Ekaterinburg

The famous Soviet poet V. Mayakovsky called out city "A Worker and a Fighter" and these words most fully reflect the features of Ekaterinburg.

Ekaterinburg is nowadays one of the leading industrial cities of Russia, an administrative & cultural centre of the Sverdlovsk region. It is the capital of the Urals.

Ekaterinburg has sprung up in the upper reaches of the Iset River in the middle part of the Urals Mountains near the border of Europe and Asia. It stretches from North to South for 25 km. and 15 km. from East to West.

The history of our city is very interesting. It was founded at the beginning of the XVIII century as a fortress-factory in connection with the construction of the Urals iron works. The works was constructed under the supervision of Tatishchev, a mining engineer, who was sent to the Urals by Peter the first. It was put into operation in November 1723. This date is considered to be the date of the birthday of city. It was named Ekaterinburg. On the place of the first works there is the Historical Square now.

The town grew and developed as the centre of an important mining area where the mining administration office was located. Ekaterinburg was an ordinary provincial town like many others in Russia before the October Revolution. It had only one theatre, four hospitals, one mining school and not a single higher school.

At the end of the XIX century Ekaterinburg became one of the centres of the revolutionary struggle. Many squares, streets and houses of the city keep the memory of the revolutionary events and the Civil War in the Urals. They are: the 1905 Square, a traditional place of the revolutionary demonstrations of the working people, the rocks "Kamenniye Palatki", a memorial park now, which was the place of illegal meetings of Ekaterinburg workers, the Opera House where the Soviet power was proclaimed in November 8, 1917 and many others.

Ekaterinburg is closely connected with the life and activities of many famous people. Here Y.M. Sverdlov, the leader of the Urals Party organization before the Revolution and the first President of the Soviet state, carried out his revolutionary work. In 1924 Ekaterinburg was renamed in his memory.

The name of such a famous scientist and inventor of the radio as Popov, and the names of such writers as Mamin-Sibiriyak and Bazhov are also connected with Ekaterinburg.

After the October Socialist Revolution the town has changed beyond recognition. It grew quickly in the years of the first five-year plan periods. Nowadays our city is constantly growing and

developing. Modern Ekaterinburg is a city of wide straight streets, multistoried blocks of flats, big shops, beautiful palaces of culture, cinemas, fine parks and squares.

The centre of the city is 1905 Square with the monument to V.I. Lenin and the building of the City Soviet. The main street is Lenin Avenue. The total area of the city is over 400 sq. km. The population is about two million.

In connection with its 250th anniversary and for its outstanding achievements in the development of the national economy of our country Ekaterinburg was awarded the Order of Lenin.

Ekaterinburg – a Center of Science & Education

Ekaterinburg is one of the largest & most important centers of science & education in our country. The city has 15 higher schools. The oldest of them are the Mining & the Polytechnical Institutes, the Urals State University founded in 1920, the Medical & Pedagogical & many others. Ekaterinburg higher schools train specialists for practically all branches of industry, economy, education & science. The city has a student population of about 80 thousand. Besides, there are many secondary and vocational schools and over 50 technical schools (colleges). The oldest of them is the Mining Metallurgical College named after Polzunov, founded in 1847.

Much important scientific research work is carried on in Ekaterinburg. The Urals Branch of Sciences, now called the Urals Scientific Centre (UNZ), was founded in 1932. Its first chairman was the famous Soviet scientist, mineralogist and geochemist A.E. Fersman. UNZ is the main centre of scientific work now. It contains nine institutes which solve the most important theoretical and practical problems in the field of geology, mining, metallurgy, biology, economy and others.

The city has more than 120 research and designing institutions, among them Uralmechanobr, Unipromed, Nipigormash and others. It is worth mentioning that important scientific and research work is also carried on in educational establishments and at the industrial enterprises of the city, such as the Uralmash, Uralelectrotyazmash and others.

Thousands of research workers, among them 5 academicians, 10 Corresponding members of the Russian Academy of Sciences, many Doctors and Masters of Science are engaged in scientific and research work. Ekaterinburg has contributed greatly to the development of Russian science.

Ekaterinburg - a Cultural Centre

Ekaterinburg is not only an industrial and educational, but also a large cultural centre. There is a lot to be seen in the city. There are many theatres, cinemas, museums, clubs, libraries, palaces of culture, the Art Gallery and the Circus in it.

The Art Gallery houses a splendid collection of paintings of Russian and Soviet artists such as Repin, Polenov, Levitan, Perov, Slusarev, Burak, Pimenov and many others. Here you will see one of the world famous collections of metal castings made in Kasli and especially a cast Iron pavilion. It was shown in Paris at the World Exhibition and awarded the Highest Prize.

Ekaterinburg is famous for its theaters. They are the Opera & Ballet House, the Drama Theatre, the Musical Comedy, the Children’s and Puppet Theatres, the Cinema and Concert Hall "Cosmos". The Opera House was built in 1912. Many famous singers such as S. Lemeshev, I. Koslovsky, I. Arkhipova, B. Shtokolov and many others sang in that theatre. Ekaterinburg has a Philharmonic Society, film and television studios, the Urals Russian Folk Choir which is well known both at home and abroad.

There are many museums in the city: the Museum of Local Studies, the Sverdlov Museum, the Museum of Mamin-Sibiriyak, the Bazhov Museum, the Museum of Architecture. But the Urals Geological Museum is the most famous one. It is a real treasure-house of the Urals riches. The museum was opened in 1937.

Ekaterinburg is a green city with its squares, gardens and parks. The largest and the best of the parks is the Central Park of Culture and Rest. The Central Square of the City is the 1905 Square. Besides, there are some others: the Labor Square, one of the oldest of the city, located in front of the House of Trade Unions, the Komsomolskaya Square with the monument to the Urals Komsomol, the Paris Commune Square with the monument to Y.M. Sverdlov.

There are lots of monuments in the city. They are: the monument dedicated to the students and teachers of the Urals Polytechnical Institute who perished in the Great Patriotic War, the monument to the Urals Tank Corps, the monuments to Bazhov, Popov, Ordjonikidze, Malishev and many others.

There are a lot of places of interest in our city. Any visitor who comes to our city is invited to take sightseeing around it. We will be shown the historical places such as the rocks "Kamenniye Palatki", the Pupils' Creation Palace, the Historical Square, the 1905 Square.

There are several memorials to those who gave their lives in the struggle against fascism, the obelisk in the Square of Communards with the eternal flame. Such famous places of interest at the city pond with granite-lined embankment, the Palace of Youth, the lake Shartash, the Uktus Mountains and some others are most popular with the citizens of Ekaterinburg as well as with its visitors.

Ekaterinburg is a city of sports. There are a lot of sports grounds, stadiums, sports halls and a beautiful Palace of Sport in it. Ekaterinburg is often called the Winter Sports Capital. All sorts of important skiing & skating events are held in the Uktus Mountains.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland (the UK) occupies most of the territory of the British Isles. It consists of four main parts: England, Scotland, Wales and Northern Ireland. London is the capital of England. Edinburgh is the capital of Scotland, Cardiff— of Wales and Belfast — of Northern Ireland. The UK is a small country with an area of some 244,100 square kilometres. It occupies only 0.2 per cent of the world's land surface. It is washed by the Atlantic Ocean in the north-west, north and south-west and separated from Europe by the Severn, but the most important waterway is the Thames.

The climate is moderate and mild. But the weather is very changeable. The population of the United Kingdom is over 57 million people. Foreigners often call British people "English", but the Scots, the Irish and the Welsh do not consider themselves to be English. The English are Anglo-Saxon in origin, but the Welsh, the Scots and the Irish are Celts, descendants of the ancient people, who crossed over from Europe centuries before the Norman Invasion. It was this people, whom the Germanic Angles and Saxons conquered in the 5th and 6th centuries AD. These Germanic conquerors gave England its name — "Angle" land. They were conquered in their turn by the Norman French, when William the Conqueror of Normandy landed near Hastings in 1066. It was from the union of Norman conquerors and the defeated Anglo-Saxons that the English people and the English language were born. The official language of the United Kingdom is English. But in western Scotland some people still speak Gaelic, and in northern and central parts of Wales people often speak Welsh.

The UK is a highly developed industrial country. It is known as one of the world's largest producers and exporters of machinery, electronics, textile, aircraft, and navigation equipment. One of the chief industries of the country is shipbuilding.

The UK is a constitutional monarchy. In law, Head of the State is Queen. In practice, the country is ruled by the elected government with the Prime Minister at the head. The British Parliament consists of two chambers: the House of Lords and the House of Commons. There are three main political parties in Great Britain: the Labour, the Conservative and the Liberal parties. The flag of the United Kingdom, known as the Union Jack, is made up of three crosses. The big red cross is the cross of Saint George, the patron saint of England. The white cross is the cross of Saint Andrew, the patron saint of Scotland. The red diagonal cross is the cross of Saint Patrick, the patron saint of Ireland.

The United Kingdom has a long and exciting history and a lot of traditions and customs. The favorite topic of conversation is weather. The English like to drink tea at 5 o'clock. There are a lot of high daysin Great Britain. They celebrate Good Friday, Christmastide, Christmas, Valentine`s day and many others. It is considered this nation is the most conservative in Europe because people attach greater importance to traditions; they are proud of them and keep them up. The best examples are their money system, queen, their measures and weights. The English never throw away old things and don't like to have changes.

Great Britain is a country of strong attraction for tourists. There are both ancient and modern

monuments. For example: Hadrian Wall and Stonehenge, York Cathedral and Durham castle. It is no doubt London is the most popular place for visiting because there are a lot of sightseeing like the Houses of Parliament, Buckingham Palace, London Bridge, St Paul's Cathedral, Westminster Abbey, the Tower of London. Also you can see the famous Tower Clock Big Ben which is considered to be the symbol of London. Big Ben strikes every quarter of an hour. You will definitely admire Buckingham Palace. It's the residence of the royal family. The capital is famous for its beautiful parks: Hyde Park, Regent's Park. The last one is the home of London Zoo.

3.3 Систематизация грамматического материала:

1. Модальные глаголы и их эквиваленты.
2. Образование видовременных форм глагола в пассивном залоге.
3. Основные сведения о согласовании времён, прямая и косвенная речь.

Модальные глаголы

Глаголы	**Значение**	**Примеры**
CAN	физическая или умственная возможность/умение	I can swim very well. – Я очень хорошо умею плавать.
	возможность	You can go now. — Ты можешь идти сейчас.You cannot play football in the street. – На улице нельзя играть в футбол.
	вероятность	They can arrive any time. – Они могут приехать в любой момент.
	удивление	Can he have said that? – Неужели он это сказал?
	сомнение, недоверчивость	She can't be waiting for us now. – Не может быть, чтобы она сейчас нас ждала.
	разрешение	Can we go home? — Нам можно пойти домой?
	вежливая просьба	Could you tell me what time it is now? – Не могли бы вы подсказать, который сейчас час?
MAY	разрешение	May I borrow your book? – Я могу одолжить у тебя книгу?
	предположение	She may not come. – Она, возможно, не придет.
	возможность	In the museum you may see many interesting things. – В музее вы можете увидеть много интересных вещей.
	упрек – только **MIGHT (+ perfect infinitive)**	You might have told me that. – Ты мог бы мне это сказать.
MUST	обязательство, необходимость	He must work. He must earn money. – Он должен работать. Он должен зарабатывать деньги.
	вероятность (сильная степень)	He must be sick. — Он, должно быть, заболел.
	запрет	Tourists must not feed animals in the zoo. — Туристы не должны кормить животных в зоопарке.
SHOULD OUGHT TO	моральное долженствование	You ought to be polite. – Вы должны быть любезными.
	совет	You should see a doctor. – Вам следует сходить к врачу.
	упрек, запрет	You should have taken the umbrella. – Тебе следовало взять с собой зонт.
SHALL	указ, обязанность	These rules shall apply in all circumstances. – Эти правила будут действовать при любых

		обстоятельствах.
	угроза	You shall suffer. — Ты будешь страдать.
	просьба об указании	Shall I open the window? – Мне открыть окно?
WILL	готовность, нежелание/отказ	The door won't open. — Дверь не открывается.
	вежливая просьба	Will you go with me? – Ты сможешь пойти со мной?
WOULD	готовность, нежелание/отказ	He would not answer this question. – Он не будет отвечать на этот вопрос.
	вежливая просьба	Would you please come with me? — Не могли бы вы пройти со мной.
	повторяющееся/привычное действие	We would talk for hours. – Мы беседовали часами.
NEED	необходимость	Do you need to work so hard? – Тебе надо столько работать?
NEEDN'T	отсутствие необходимости	She needn't go there. — Ей не нужно туда идти.
DARE	Посметь	How dare you say that? – Как ты смеешь такое говорить?

Модальные единицы эквивалентного типа		
to be able (to) = can	Возможность соверш-я конкрет-го дей-ия в опред. момент	She **was able** to change the situation then. (Она тогда была в состоянии (могла) изменить ситуацию).
to be allowed (to) = may	Возмож-ть совер-ия дей-ия в наст.-м, прош-ом или буд-ем + оттенок разрешения	My sister **is allowed to** play outdoors. (Моей сестре разрешается играть на улице).
to have (to)= ought, must, should	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом или буд-ем при опред-х об-вах	They **will have to** set up in business soon. (Им вскоре придется открыть свое дело).
to be (to)= ought, must, should	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом при наличии опред. планов, распис-ий и т.д.	We **are to** send Nick about his business. (Мы должны (= планируем) выпроводить Ника

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Rephrase the following sentences using must, mustn't, needn't, has to or doesn't have to.

1 **You aren't allowed** to park your car in the college car park.

...You mustn't park your car in the college car park...

2 **I strongly advise** you to speak to your parents about your decision.

3 **It isn't necessary** for Emma to attend tomorrow's staff meeting.

4 **Jack is obliged** to wear a suit and a tie at work because the manager says so.

5 **I'm sure** Antonio is from Milan.

6 **It's necessary** for Roger to find a job soon.

7 **It's forbidden** to use mobile phones inside the hospital.

8 Susan **is obliged to** work overtime because her boss says so.

2. Rephrase the following sentences using didn't need to or needn't have done.

1 It wasn't necessary for him to wash the car. It wasn't dirty.

…He didn't need to wash the car…

2 It wasn't necessary for her to buy so many oranges, but she did.

3 It wasn't necessary for us to take an umbrella. It wasn't raining.

4 It wasn't necessary for us to turn on the light. It wasn't dark.

5 It wasn't necessary for him to call me today, but he did.
6 It wasn't necessary for you to make sandwiches for me, but you did.
7 It wasn't necessary for them to make reservations at the restaurant, but they did.

3. Rewrite the sentences using the word in bold.

1 It isn't necessary for Mark to buy new clothes for the reception.
need ...*Mark doesn't need to/needn't buy new clothes for the reception…*
2 You aren't allowed to pick these flowers. **must**
3 Sarah is obliged to type her compositions at university. **has**
4 It wasn't necessary for Paula to make the beds. **need**
5 It is your duty to obey the law. **must**
6 It wasn't necessary for Bob to wait for me, but he did. **need**
7 It is forbidden to throw litter on the beach. **must**
8 I'm sure Ronald is at home. **must**
9 It wasn't necessary for Alice to bake a cake for the party. **need**
10 It wasn't necessary for George to stay at work late last night, but he did. **have**

4. Fill in the gaps with an appropriate modal verb.

1 A: ... *May/Can/Could*... I borrow your pen, please?
B: No, you … .I'm using it.
2 A: I'm bored. What shall we do?
B: We … go for a walk.
A: No, we … because it's raining.
B: Let's watch a video, then.
3 A: My parents told me I … go to the party tonight.
B: Never mind, I … go either. We … stay at home together, though.
4 A: Sir, … .I speak to you for a moment, please?
B: Certainly, but later today; I'm busy now.
5 A: Excuse me?
B: Yes?
A: … you tell me where the post office is, please?
B: Certainly. It's on the main road, next to the school.
6 A: Is anyone sitting on that chair?
B: No, you … take it if you want to.

5. Choose the correct answer.

1 " Todd was a very talented child.'
I know. He ..*B*... play the piano well when he was seven.'
A couldn't B could C can
2 I've just taken a loaf out of the oven.
Oh, that's why I … smell fresh bread when I came home.
A was able to B can't C could
3 'How was the test?'
Easy. All the children … pass it.'
A were able to B could C can't
4 What are you doing this summer?'
'I hope I'll … go on holiday with my friends.'
A could B be able to C can

6 Rewrite the sentences using the words in bold.

1 Do you mind if I leave the door open for a while?
can ...*Can I leave the door open for a while?*...

2 You're obliged to take notes during the lecture. **have**
3 I'm sorry, but you aren't allowed to enter this room. **must**
4 Jack managed to unlock the door. **able**
5 It wasn't necessary for Ann to cook dinner, but she did. **need**
6 Let's play a game of chess. **could**
7 I'm certain Sarah is bored with her work. **must**
8 I strongly advise you to take up sport. **must**
9 I'm certain Liz isn't interested in your ideas. **can**
10 You may take the car tonight if you want. **can**

7. Study the situations and respond to each one using an appropriate modal verb.

1 You want to go on holiday with your friends this year. Ask your parents for **permission.**
...Can I go on holiday with my friends this year?...
2 You are at a job interview. You type fast, you use computers and you speak two foreign languages. Tell the interviewer about your **abilities**.
3 Your brother is trying to decide what to buy your mother for her birthday. You **suggest** a box of chocolates.
4 Your jacket is dirty and you want to wear it next week. It is **necessary** to take it to the dry cleaner's.
5 You want to have a day off work next week. Ask for your boss' **permission.**
6 You are in the car with your uncle. It's hot and you want him to open the window. Make a **request.**
7 Your mother is going to the shops. She asks you if you want anything. You tell her it **isn't necessary** to get anything for you.

8. Complete the sentences using must or can't.

1 I'm certain they go to bed early on Sunday nights. They …*must go to bed early on Sunday nights…*
2 I'm sure John didn't stay late at the office. John ...*can't have stayed late at the office…*
3 I'm certain he hasn't arrived yet. He …
4 I'm certain they are working together. They …
5 I'm sure Amy hasn't finished her homework. Amy …
6 I'm certain she was having a bath when I rang. She …
7 I'm sure he hasn't won the prize. He …
8 I'm sure she is looking for a new house. She …
9 I'm certain Paul didn't invite Linda to the party. Paul …
10 I'm certain you have been planning the project. You …
11 I'm sure she was writing a letter. She …
12 I'm certain they hadn't paid the bill. They …
13 I'm sure he had been fixing the pipe. He …

9. Rephrase the following sentences in as many ways as possible.

1 Perhaps Laura has left the phone off the hook. ...*Laura may/might/could have left the phone off the hook…*
2 Surgeons are obliged to scrub their hands before operating on patients.
3 Do you mind if I open the window?
4 It wasn't necessary for Peter to wash the dog, so he didn't.
5 Emily managed to reach the top shelf, even though she didn't have a ladder.
6 It's forbidden to copy files without the manager's permission.
7 Why don't we spend this evening at home?
8 I'm certain Patrick misunderstood my instructions.
9 I'm sure Helen didn't know about her surprise party.

10. Rephrase the following sentences in as many ways as possible.

1 Perhaps they are at work.

They ...*may/might/could be at work*…

2 Perhaps he is waiting outside. He …

3 It's possible she will work late tonight. She …

4 It's likely he was driving too fast. He …

5 It's possible they made a mistake. They …

6 Perhaps he has missed the bus. He …

7 It's possible she has been playing in the snow. She …

8 It's likely we will be leaving tomorrow. We …

9 It's likely he will stay there. He …

10 Perhaps she had been trying to call you. She …

11 It's likely they had seen the film already. They …

12 It's possible he is studying in the library. He …

Страдательный залог (Passive Voice)

образуется при помощи вспомогательного глагола to be в соответствующем времени, лице и числе и причастия прошедшего времени смысл. глагола – Participle II (III –я форма или ed-форма).

В страдательном залоге не употребляются:

1) Непереходные глаголы, т.к. при них нет объекта, который испытывал бы воздействие, то есть нет прямых дополнений которые могли бы стать подлежащими при глаголе в форме Passive.

Переходными в англ. языке называются глаголы, после которых в действительном залоге следует прямое дополнение; в русском языке это дополнение, отвечающее на вопросы винительного падежа – кого? что?: to build строить, to see видеть, to take брать, to open открывать и т.п.

Непереходными глаголами называются такие глаголы, которые не требуют после себя прямого дополнения: to live жить, to come приходить, to fly летать, cry плакать и др.

2) Глаголы-связки: be – быть, become – становиться/стать.

3) Модальные глаголы.

4) Некоторые переходные глаголы не могут использоваться в страдательном залоге. В большинстве случаев это глаголы состояния, такие как:

to fit годиться, быть впору to have иметь to lack не хватать, недоставать to like нравиться
to resemble напоминать, быть похожим to suit годиться, подходить и др.

При изменении глагола из действительного в страдательный залог меняется вся конструкция предложения:

- дополнение предложения в Active становится подлежащим предложения в Passive;
- подлежащее предложения в Active становится предложным дополнением, которое вводится предлогом by или вовсе опускается;
- сказуемое в форме Active становится сказуемым в форме Passive.

Особенности употребления форм Passive:

1. Форма Future Continuous не употребляется в Passive, вместо нее употребляется Future Indefinite:

At ten o'clock this morning Nick will be writing the letter. –At ten o'clock this morning the letter will be written by Nick.

2. В Passive нет форм Perfect Continuous, поэтому в тех случаях, когда нужно передать в Passive действие, начавшееся до какого-то момента и продолжающееся вплоть до этого момента, употребляются формы Perfect:

He has been writing the story for three months. The story has been written by him for three months.

3. Для краткости, во избежание сложных форм, формы Indefinite (Present, Past, Future) часто употребляются вместо форм Perfect и Continuous, как в повседневной речи так и в художественной литературе. Формы Perfect и Continuous чаще употребляются в научной литературе и технический инструкциях.

This letter has been written by Bill. (Present Perfect)

This letter is written by Bill. (Present Indefinite – более употребительно)

Apples are being sold in this shop. (Present Continuous)

Apples are sold in this shop. (Present Indefinite – более употребительно)

4. Если несколько однотипных действий относятся к одному подлежащему, то вспомогательные глаголы обычно употребляются только перед первым действием, например: The new course will be sold in shops and ordered by post.

Прямой пассив (The Direct Passive)

Это конструкция, в которой подлежащее предложения в Passive соответствует прямому дополнению предложения в Active. Прямой пассив образуется от большинства переходных глаголов.

I gave him a book. Я дал ему книгу. A book was given to him. Ему дали книгу. (или Книга была дана ему)

The thief stole my watch yesterday. Вор украл мои часы вчера.

My watch was stolen yesterday. Мои часы были украдены вчера.

В английском языке имеется ряд переходных глаголов, которые соответствуют непереходным глаголам в русском языке. В английском они могут употребляться в прямом пассиве, а в русском – нет. Это:to answer отвечать кому-л.

to believe верить кому-л. to enter входить (в) to follow следовать (за) to help помогать кому-л.

to influence влиять (на) to join присоединяться to need нуждаться to watch наблюдать (за)

Так как соответствующие русские глаголы, являясь непереходными, не могут употребляться в страдательном залоге, то они переводятся на русский язык глаголами в действительном залоге:

Winter is followed by spring.

А при отсутствии дополнения с предлогом by переводятся неопределенно-личными предложениями: Your help is needed.

Косвенный пассив (The Indirect Passive)

Это конструкция, в которой подлежащее предложения в Passive соответствует косвенному дополнению предложения в Active. Она возможна только с глаголами, которые могут иметь и прямое и косвенное дополнения в действительном залоге. Прямое дополнение обычно означает предмет (что?), а косвенное – лицо (кому?).

С такими глаголами в действительном залоге можно образовать две конструкции:

а) глагол + косвенное дополнение + прямое дополнение;

б) глагол + прямое дополнение + предлог + косвенное дополнение:

а) They sent Ann an invitation.- Они послали Анне приглашение.

б) They sent an invitation to Ann. - Они послали приглашение Анне.

В страдательном залоге с ними также можно образовать две конструкции – прямой и косвенный пассив, в зависимости от того, какое дополнение становится подлежащим предложения в Passive. К этим глаголам относятся:to bring приносить

to buy покупать to give давать to invite приглашать to leave оставлять

to lend одалживать to offer предлагать to order приказывать to pay платить

to promise обещать to sell продавать to send посылать to show показывать

to teach учить to tell сказать и др.

Например: Tom gave Mary a book. Том дал Мэри книгу.

Mary was given a book. Мэри дали книгу. (косвенный пассив – более употребителен)

A book was given to Mary. Книгу дали Мэри. (прямой пассив – менее употребителен)

Выбор между прямым или косвенным пассивом зависит от смыслового акцента, вкладываемого в последние, наиболее значимые, слова фразы:

John was offered a good job. (косвенный пассив) Джону предложили хорошую работу.

The job was offered to John. (прямой пассив) Работу предложили Джону.

Глагол to ask спрашивать образует только одну пассивную конструкцию – ту, в которой подлежащим является дополнение, обозначающее лицо (косвенный пассив):

He was asked a lot of questions. Ему задали много вопросов.

Косвенный пассив невозможен с некоторыми глаголами, требующими косвенного дополнения (кому?) с предлогом to. Такое косвенное дополнение не может быть подлежащим в Passive, поэтому в страдательном залоге возможна только одна конструкция – прямой пассив, то есть вариант: Что? объяснили, предложили, повторили…Кому? Это глаголы:to address адресовать

to describe описывать to dictate диктовать to explain объяснять to mention упоминать

to propose предлагать to repeat повторять to suggest предлагать to write писать и др.

Например: The teacher explained the rule to the pupils. – Учитель объяснил правило ученикам. The rule was explained to the pupils. – Правило объяснили ученикам. (Not: The pupils was explained…)

Употребление Страдательного залога

В английском языке, как и в русском, страдательный залог употр. для того чтобы:

1. Обойтись без упоминания исполнителя действия (70% случаев употребления Passive) в тех случаях когда:

а) Исполнитель неизвестен или его не хотят упоминать:

He was killed in the war. Он был убит на войне.

б) Исполнитель не важен, а интерес представляет лишь объект воздействия и сопутствующие обстоятельства:

The window was broken last night. Окно было разбито прошлой ночью.

в) Исполнитель действия не называется, поскольку он ясен из ситуации или контекста:

The boy was operated on the next day. Мальчика оперировали на следующий день.

г) Безличные пассивные конструкции постоянно используются в научной и учебной литературе, в различных руководствах: The contents of the container should be kept in a cool dry place. Содержимое упаковки следует хранить в сухом прохладном месте.

2. Для того, чтобы специально привлечь внимание к тому, кем или чем осуществлялось действие. В этом случае существительное (одушевленное или неодушевленное.) или местоимение (в объектном падеже) вводится предлогом by после сказуемого в Passive.

В английском языке, как и в русском, смысловой акцент приходится на последнюю часть фразы. He quickly dressed. Он быстро оделся.

Поэтому, если нужно подчеркнуть исполнителя действия, то о нем следует сказать в конце предложения. Из-за строгого порядка слов английского предложения это можно осуществить лишь прибегнув к страдательному залогу. Сравните:

The flood broke the dam. (Active) Наводнение разрушило плотину. (Наводнение разрушило что? – плотину)

The dam was broken by the flood. (Passive) Плотина была разрушена наводнением. (Плотина разрушена чем? – наводнением)

Чаще всего используется, когда речь идет об авторстве:

The letter was written by my brother. Это письмо было написано моим братом.

И когда исполнитель действия является причиной последующего состояния:

The house was damaged by a storm. Дом был поврежден грозой.

Примечание: Если действие совершается с помощью какого-то предмета, то употребляется предлог with, например:

He was shot with a revolver. Он был убит из револьвера.

Перевод глаголов в форме Passive

В русском языке есть три способа выражения страдательного залога:

1. При помощи глагола "быть" и краткой формы страдательного причастия, причем в настоящем времени "быть" опускается:

I am invited to a party.

Я приглашён на вечеринку.

Иногда при переводе используется обратный порядок слов, когда русское предложение начинается со сказуемого: New technique has been developed. Была разработана новая методика.

2. Глагол в страдательном залоге переводится русским глаголом, оканчивающимся на –ся(-сь):

Bread is made from flour. Хлеб делается из муки.

Answers are given in the written form. Ответы даются в письменном виде.

3. Неопределенно-личным предложением (подлежащее в переводе отсутствует; сказуемое стоит в 3-м лице множественного числа действительного залога). Этот способ перевода возможен только при отсутствии дополнения с предлогом by (производитель действия не упомянут):

The book is much spoken about. Об этой книге много говорят.

I was told that you’re ill. Мне сказали, что ты болен.

4. Если в предложении указан субъект действия, то его можно перевести личным предложением с глаголом в действительном залоге (дополнение с by при переводе становится подлежащим). Выбор того или иного способа перевода зависит от значения глагола и всего предложения в целом (от контекста):

They were invited by my friend. Их пригласил мой друг.(или Они были приглашены моим другом.)

Примечание 1: Иногда страдательный оборот можно перевести двумя или даже тремя способами, в зависимости от соответствующего русского глагола и контекста:

The experiments were made last year.

1) Опыты были проведены в прошлом году.

2) Опыты проводились в прошлом году.

3) Опыты проводили в прошлом году.

Примечание 2: При переводе нужно учитывать, что в английском языке, в отличие от русского, при изменении залога не происходит изменение падежа слова, стоящего перед глаголом (например в английском she и she, а переводим на русский - она и ей):

Примечание 3: Обороты, состоящие из местоимения it с глаголом в страдательном залоге переводятся неопределенно-личными оборотами:

It is said… Говорят… It was said… Говорили…

It is known… Известно… It was thought…Думали, полагали…

It is reported… Сообщают… It was reported…Сообщали…и т.п.

В таких оборотах it играет роль формального подлежащего и не имеет самостоятельного значения: It was expected that he would return soon. Ожидали, что он скоро вернется.

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. What happens to a car when it is taken for a service? Look at the prompts and make sentences using the present simple passive, as in the example.

1. the oil / change

The oil is changed.

2. the brakes / test
3. the filters / replace
4. air / put / in the tyres
5. the battery / check

6. the lights / test
7. broken parts / repair
8. it / take / for a test drive
9. the radiator / fill / with water

2. Mr Sullivan, who is a director, is preparing a scene for his new film. Read the orders and respond using the present continuous passive, as in the example.

1. Move that scenery, please.
It's being moved now, Mr Sullivan.
2. Put those props in place, please.
3. Call the actors, please.
4. Check their costumes, please.
5. Turn on the lights, please.

3. Detective Maguire is talking to a police officer about a burglary which happened early yesterday morning. In pairs, ask and answer questions using the prompts below, as in the example

1. Have you dusted the house for fingerprints yet?
the house / dust / for fingerprints yesterday
Yes, the house was dusted for fingerprints yesterday.
2. Have you found any evidence yet?
a piece of material / find / this morning
3. Have you interviewed the house owners yet?
they / interview / last night
4. Have you questioned the neighbours yet?
they / question / this morning
5. Have you arrested any suspects yet?
two men / arrest / yesterday evening
6. Have you interrogated the suspects yet?
they / interrogate / last night
7. Have you recovered the stolen goods yet?
they / recover / this morning
8. Have you written your report yet?
it / complete / an hour ago

4. Helen and Chris moved house two years ago. Yesterday, they drove past their old house and saw that it looked very different. Describe the changes using the present perfect simple passive, as in the example.

1. the outside walls / paint
The outside walls have been painted.
2. new windows / put in
3. a garden pond / make
4. the trees / cut down
5. a lot of flowers / plant
6. the old gate / replace

5. A young actress is hoping to star in a new film. Her friend is asking her what is going to happen. Respond to her questions using the passive infinitive, as in the example.

1. Will they audition you for the new film?
Well, I hope to be auditioned.
2. Will they give you a leading role?
3. Will they pay you a lot of money?
4. Will they send you to Hollywood?

5. Will they introduce you to all the stars?
6. Will they ask you to give a TV interview?
7. Will they give you an award?

6. Put the verbs in brackets into the correct passive tense.

1. A: Who looks after your garden for you?
B: It ...*is looked after*... (look after) by my brother.
2. A: That's a beautiful dress. Where did you buy it?
B: Actually, it … (make) for me by my aunt.
3. A: Have you typed that letter yet, Miss Brown?
B: It … (type) right now, sir.
4. A: Did you make the coffee when you got to work this morning?
B: No, it …. (already/make) by the time I got there.
5. A: Are you going to pick up the children today?
B: No, they … (pick up) by Roger. I've already arranged it.
6. A: Where is your watch?
B: I broke it. It … (repair) at the moment.
7. A: Has the new furniture for my bedroom arrived?
B: No, it … (not/deliver) yet.
8. A: They are building a new sports centre in town.
B: I know. It … (open) by the mayor next month.

7. Rewrite the sentences in the passive, where possible.

1. John opened the door.
...*The door was opened by John.*
2. They didn't come home late last night.
...*It cannot be changed.*
3. Their nanny takes them to the park every day.
4. I left very early yesterday afternoon.
5. Meg asked the policeman for directions.
6. Charles is moving house next month.
7. The letter arrived two days ago.
8. Sam took these photographs.

8. Fill in by or with.

1. The lock was broken ...*with*... a hammer.
2. This book was written … my favourite author.
3. The cake was decorated… icing.
4. The tiger was shot … a gun.
5. Claire was shouted at … her teacher.
6. He was hit on the head … an umbrella.

9. Rewrite the sentences in the passive.

1. Someone is repairing the garden fence.
...*The garden fence is being repaired*....
2. Do they teach Latin at this school?
3. I don't like people pointing at me.
4. She hit him on the head with a tennis racquet.
5. Michael has made the preparations.
6. Is Tim cleaning the house?
7. Who built the Pyramids?
8. The boss is going to give us a pay rise.

9. I expect they will deliver my new car soon.
10. The police are questioning the suspects.
11. Did your next door neighbours see the thieves?
12. Paul remembers his teacher asking him to star in the school play.
13. A lot of children use computers nowadays.
14. Who smashed the kitchen window?
15. They won't have completed the work by the end of the month.
16. The children will post the letters.
17. People make wine from grapes.
18. Had Helen closed the windows before she left the house?
19. Jill hasn't done the housework yet.
20. They may not deliver the parcel today.

10. Put the verbs in brackets into the correct passive tense.

A: Do you still work at Browns and Co?
B: Yes, I do. I 1) ...*have been employed*... (employ) by Mr Brown for five years now, you know.
A: Oh. Do you still enjoy it?
B: Oh yes! I 2) … (give) a promotion last year and I'm very happy.
A: A promotion? So, what is your job now?
B: I 3) … (make) Head of European Sales.
A: So, what do you do?
B: Well, sometimes I 4) … (send) to other countries on business.
A: I see. Do they pay you well?
B: Well, I 5) … (pay) quite well and I expect I 6) … (give) a pay rise soon.
A: Good for you!

Согласование времен (Sequence of Tenses)

Если в главном предложении сказуемое выражено глаголом в одной из форм прошедшего времени, то в придаточном предложении употребление времен ограничено. Правило, которому в этом случае подчиняется употребление времен в придаточном предложении, называется согласованием времен.

Правило 1: Если глагол главного предложения имеет форму настоящего или будущего времени, то глагол придаточного предложения будет иметь любую форму, которая требуется смыслом предложения. То есть никаких изменений не произойдет, согласование времен здесь в силу не вступает.

Правило 2: Если глагол главного предложения имеет форму прошедшего времени (обычно Past Simple), то глагол придаточного предложения должен быть в форме одного из прошедших времен. То есть в данном случае время придаточного предложения изменится. Все эти изменения отражены в нижеследующей таблице:

Переход из одного времени в другое	Примеры	
Present Simple » Past Simple	He **can speak** French – Он говорит по-французски.	Boris said that he **could speak** French – Борис сказал, что он говорит по-французски.
Present Continuous » Past Continuous	They **are listening** to him – Они слушают его	I **thought** they **were listening** to him – Я думал, они слушают его.
Present Perfect » Past Perfect	Our teacher **has asked** my parents to help him – Наш учитель попросил моих родителей помочь ему.	Mary **told** me that our teacher **had asked** my parents to help him – Мария сказала мне, что наш учитель попросил моих родителей помочь ему.

Past Simple » Past Perfect	I **invited** her – Я пригласил ее.	Peter **didn't know** that I **had invited** her – Петр не знал, что я пригласил ее.
Past Continuous » Past Perfect Continuous	She **was crying** – Она плакала	John **said** that she **had been crying** – Джон сказал, что она плакала.
Present Perfect Continuous » Past Perfect Continuous	It **has been raining** for an hour – Дождь идет уже час.	He **said** that it **had been raining** for an hour – Он сказал, что уже час шел дождь.
Future Simple » Future in the Past	She **will show** us the map – Она покажет нам карту.	I **didn't expect** she **would show** us the map – Я не ожидал, что она покажет нам карту.

Изменение обстоятельств времени и места при согласовании времен.

Следует запомнить, что при согласовании времен изменяются также некоторые слова (обстоятельства времени и места).

this » that
these » those
here » there
now » then
yesterday » the day before
today » that day
tomorrow » the next (following) day
last week (year) » the previous week (year)
ago » before
next week (year) » the following week (year)

Перевод прямой речи в косвенную в английском языке

Для того чтобы перевести прямую речь в косвенную, нужно сделать определенные действия. Итак, чтобы передать чьи-то слова в английском языке (то есть перевести прямую речь в косвенную), мы:

1. ***Убираем кавычки и ставим слово that***

Например, у нас есть предложение:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы передать кому-то эти слова, так же как и в русском, мы убираем кавычки и ставим слово that – «что».

She said that ….. Она сказала, что….

2. ***Меняем действующее лицо***

В прямой речи обычно человек говорит от своего лица. Но в косвенной речи мы не может говорить от лица этого человека. Поэтому мы меняем «я» на другое действующее лицо. Вернемся к нашему предложению:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Так как мы передаем слова девушки, вместо «я» ставим «она»:

She said that she ….. Она сказала, что она….

3. Согласовываем время

В английском языке мы не можем использовать в одном предложении прошедшее время с настоящим или будущим. Поэтому, если мы говорим «сказал» (то есть используем прошедшее время), то следующую часть предложения нужно согласовать с этим прошедшем временем. Возьмем наше предложение:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы согласовать первую и вторую части предложения, меняем will на would. *см. таблицу выше.*

She said that she would buy a dress. Она сказала, что она купит платье.

4. Меняем некоторые слова

В некоторых случаях мы должны согласовать не только времена, но и отдельные слова. Что это за слова? Давайте рассмотрим небольшой пример.

She said, “I am driving now”. Она сказала: «Я за рулем сейчас».

То есть она в данный момент за рулем. Однако, когда мы будем передавать ее слова, мы будем говорить не про данный момент (тот, когда мы говорим сейчас), а про момент времени в прошлом (тот, когда она была за рулем). Поэтому мы меняем now (сейчас) на then (тогда) *см. таблицу выше.*

She said that she was driving then. Она сказала, что она была за рулем тогда.

Вопросы в косвенной речи в английском языке

Вопросы в косвенной речи, по сути, не являются вопросами, так как порядок слов в них такой же, как в утвердительном предложении. Мы не используем вспомогательные глаголы (do, does, did) в таких предложениях.

He asked, “Do you like this cafe?” Он спросил: «Тебе нравится это кафе?»

Чтобы задать вопрос в косвенной речи, мы убираем кавычки и ставим if, которые переводятся как «ли». Согласование времен происходит так же, как и в обычных предложениях. Наше предложение будет выглядеть так:

He asked if I liked that cafe. Он спросил, нравится ли мне то кафе.

Давайте рассмотрим еще один пример:

She said, “Will he call back?” Она сказала: «Он перезвонит?»

She said if he would call back. Она сказала, перезвонит ли он.

Специальные вопросы в косвенной речи

Специальные вопросы задаются со следующими вопросительными словами: what – что when – когда how – как why - почему where – где which – который

При переводе таких вопросов в косвенную речь мы оставляем прямой порядок слов (как в утвердительных предложениях), а на место if ставим вопросительное слово.

Например, у нас есть вопрос в прямой речи:

She said, “When will you come?”. Она сказала: «Когда ты придешь?»

В косвенной речи такой вопрос будет выглядеть так:

She said when I would come. Она сказала, когда я приду.

He asked, “Where does she work?” Он спросил: «Где она работает?»

He asked where she worked. Он спросил, где она работает.

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Fill in the gaps with the correct pronoun or possessive adjective.

1. James said, 'My boss wants me to go to London tomorrow.'
James said ...*his*... boss wanted to go to London the following day.
2. Mary said, 'I'm waiting for my son to come out of school.'
Mary said that … was waiting for … son to come out of school.
3. George said, 'I've bought a new car for my mum.'
George said … had bought a new car for … mum.
4. Julie said to me, 'I need you to help me with the shopping.'
Julie told me that … needed … to help … with the shopping.
5. John said, 'I'd like to take you out to dinner.'
John said … 'd like to take … out to dinner.
6. Helen said to Jane, 'I think your new haircut is lovely.'
Helen told Jane that … thought … new haircut was lovely.

2. Turn the following sentences into reported speech.

1. Robin said, These biscuits taste delicious.' ...
Robin said (that) the biscuits tasted delicious....

2. “I can't see you this afternoon because I've got a lot to do,' Ann told me.
3. She came into the room holding some letters in her hand and said, 'I found these while I was tidying the desk drawers.'
4. Fiona said, That picture was painted by my great-grandfather.'
5. “Those were good times for my family,' Jack said.
6. 'I received a parcel this morning, but I haven't opened it yet,' Tom said.
7. "You mustn't do that again,' Mum said to Bob.
8. “These shoes are worn out. You'd better throw them away,' Mum said to me.

3. Turn the following sentences into reported speech.

1 He said, 'I'm going to the station.'

...He said (that) he was going to the station....

2 Tina said, 'You should exercise regularly.'
3 They said, 'We had booked the room before we left.'
4 Tom said, This meal is delicious.'
5 'I've written you a letter,' she said to her friend.
6 'We've decided to spend our holidays in Jordan,' they told us.
7 Jill said, “I’ll go to the bank tomorrow.'
8 She said to him, 'We've been invited to a wedding.'
9 She told me, 'You must leave early tomorrow.'
10 They've gone out for the evening,' Jessie said to me.
11 They said, 'We may visit Joe tonight.'
12 She said, 'I can meet you on Tuesday.'
13 Keith said, There is a letter for you on the table.'
14 'We won't be visiting Tom this evening,' Sam told us.
15 Eric said, They had been talking on the phone for an hour before I interrupted them.'
16 'I haven't spoken to Mary since last week,' Gloria said.
17 They delivered the letters this morning,' she said.
18 He said, 'I'd like to buy this jumper.'
19 They aren't going on holiday this year,' he said.
20 Jane said, 'I haven't finished my homework yet.'
21 'I'm going to bed early tonight,' Caroline said.
22 'My mother is coming to visit us,' I said.
23 'We don't want to watch a film tonight,' the children said.
24 'He's playing in the garden now,' his mother said.
25 She said, 'You must do your homework now.'

4. Turn the sentences into reported speech. In which of the following sentences do the tenses not change? In which do they not have to be changed? Why?

1 The article says, “The artist only uses oil paints.'

...The article says (that) the artist only uses oil paints....

... The tenses do not change because the introductory verb is in the present simple....

2 'They are working hard today,' he said.
3 'I've done the things you asked me to do,' Mary said.
4 The sun rises in the east,' she said.
5 'He broke the window,' they said.
6 'We've never been on holiday abroad,' they said.
7 Mum says, 'Dinner is ready.'
8 “I’ll start cooking at six o'clock,' she said.
9 'We went to the supermarket yesterday,' he said.
10 Mrs Jones says, 'My daughter is going to have a baby.'
11 'You're never going to get a job,' Dad always says.

12 'Fish live in water,' he said.
13 'We went to the beach last weekend,' they said.
14 'He showed me his photographs,' she said.
15 'I'm working on my project now,' Billy said.

5. Turn the following sentences into reported speech.

1 'Seaweed grows in the sea,' the teacher said to the students.

...The teacher said to the students/told the students (that) seaweed grows/grew in the sea....

2 'I saw Amanda at the cinema,' she said, (up-to-date reporting)
3 They don't live here any more,' he said to me. (out-of-date reporting)
4 "Canada is a large country,' he said.
5 The Statue of Liberty is in America,' she said to us
6 “I’ll help you with your homework,' he said, (out-of-date reporting)
7 'I would go on holiday if I had enough money,' Bill said, (up-to-date reporting)
8 'If I'm free, I'll call you,' Tom said, (up-to-date reporting)
9 'You should make a decision,' he said to us.
10 'You can ask John for advice,' she said, (up-to-date reporting)

6. Turn the following into reported questions.

1 'Where do you live?' I asked her.

...I asked her where she lived....

2 'How old will you be on your next birthday?" he asked me.
3 'Where is your umbrella?' she asked her daughter.
4 'Do you like playing football?' John asked us.
5 The boss asked, 'What time are you going home today?'
6 'Will you take the children to school today?' he asked.
7 'Who called you today?' she asked.
8 'When will you decorate the kitchen?' Martha asked.
9 'Who broke my vase?' I asked.
10 Father asked, 'Will you help me lift these boxes, please?'
11 'Can you speak a foreign language?' she asked her.
12 'Where is the tourist information centre?' we asked.

7. Yesterday, Marion met a couple who were on holiday in London. They were looking at a map. She asked them some questions. Turn them into reported questions.

1 'Are you lost?'

...Marion asked them if/whether they were lost....

2 'Can you speak English?'
3 'Where are you from?'
4 'Is your hotel near here?'
5 'Where do you want to go?'
6 'Were you looking for Big Ben?'
7 'Have you been to the British Museum?'
8 'Have you visited Buckingham Palace?'
9 'Do you like London?'

8. Fill in the gaps with the introductory verbs in the list in the correct form.

order, tell, ask, beg, suggest

1 'Please visit me in hospital,' Joan said to Colin.

Joan *...asked...* Colin to visit her in hospital.

2 'Let's eat out this evening,' Paul said to her.

Paul … eating out that evening.

3 'Please, please be careful,' she said to him.
She … him to be careful.
4 'Don't go near the fire,' Dad said to us.
Dad … us not to go near the fire.
5 'Be quiet!' the commander said to the troops.
The commander … the troops to be quiet

9. Turn the following sentences into reported speech.

1 'Let's try the exercise again.'
The ballet teacher suggested trying the exercise again.
2 'Lift your leg higher please, Rachel.'
3 'Turn your head a little more.'
4 'Don't lean back.'

10. Turn the following sentences into reported speech.

1 The doctor said to the patient, 'Come back to see me again next week.'
... The doctor told the patient to go back and see him again the following week/the week after.
2 The guard said to the driver, 'Stop!'
3 He said, 'Shall we go for a walk?'
4 She said to him, 'Please, please don't leave me!'
5 Jenny said to Dave, 'Please help me with this
6 She said to him, 'Open the window, please.'
7 Mother said, 'How about going for a drive?'
8 She said, 'Let's eat now.'

ТЕМА 4. Профессиональная сфера общения (Я и моя будущая специальность)

Тематика общения:

1. Избранное направление профессиональной деятельности.

4.1 Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

My speciality

The Earth's Crust and Useful Minerals

cause - v заставлять; вызывать; влиять; причинять; *n* причина, основание; дело; общее дело; *syn* **reason**

clay - *n* глина; глинозем

consolidate - v твердеть, затвердевать, уплотнять(ся); укреплять; *syn* **solidify**

crust - *n* кора; *геол.* земная кора

decay - v гнить, разлагаться; *n* выветривание *(пород);* распад, разложение

derive - v (from) происходить, вести свое происхождение *(от);* наследовать

destroy - v разрушать; уничтожать; **destructive** *a* разрушительный

dissolve v растворять

expose - v выходить *(на поверхность);* обнажаться; **exposure** - *n* обнажение

external - *a* внешний

extrusive - *a* эффузивный, излившийся *(о горной породе)*

force - v заставлять, принуждать; ускорять движение; *n* сила; усилие

glacier - *n* ледник, глетчер

grain - *n* зерно; **angular grains** - угловатые зерна *(минералов);* **grained** - *a* зернистый

gravel - *n* гравий, крупный песок

internal - *a* внутренний

intrusive - *a* интрузивный, плутонический

iron - *n* железо

layer - *n* пласт

like - *a* похожий, подобный; *syn* **similar;** *ant* **unlike;** *adv* подобно

lime - *n* известь; **limestone** - *n* известняк

loose - *a* несвязанный, свободный; рыхлый

make up - v составлять; *n* состав *(вещества)*

particle - *n* частица; включение

peat - *n* торф; торфяник

represent - v представлять собою; означать; быть представителем; **representative** - представитель; **representative** - *a* характерный, типичный

rock – *n* горная порода; **igneous** - изверженная порода; **sedimentary** - осадочная порода

sand - *n* песок

sandstone - *n* песчаник; **fine-grained (medium-grained, coarse-grained)** - мелкозернистый (среднезернистый, грубозернистый) песчаник

sediment - *n* отложение; осадочная порода; **sedimentary** - *a* осадочный; **sedimentation** - *n* образование осадочных пород

schist - *n (кристаллический)* сланец; **schistose** - *a* сланцеватый, слоистый

shale - *n* сланец, сланцевая глина, глинистый сланец; **clay** - глинистый сланец; **combustible …, oil …** - горючий сланец

siltstone - *n* алеврит

stratification - *n* напластование, залегание

stratify - v напластовываться; отлагаться пластами; **stratified** *a* пластовый; *syn* **layered, bedded**

substance - *n* вещество, материал; сущность

thickness - *n* толщина, мощность

value - *n* ценность; важность; величина; значение; **valuable** - *a* ценный *(о руде)*

vary - v изменять(ся); отличать(ся); *syn* **differ, change (from); variable** - *a* переменный; непостоянный; **various** *a* различный; *syn* **different**

contain - v содержать *(в себе),* вмещать

crack - *n* трещина; щель; v давать трещину; трескаться, раскалываться

contract - v сжиматься; сокращаться

dust - *n* пыль

expand - v расширяться); увеличивать(ся) в объеме; **expansion** *n* расширение; *ant* **contract**

fissure - *n* трещина *(в породе, угле);* расщелина; щель

fracture - *n* трещина; излом; разрыв; v ломать(ся); раздроблять *(породу)*

freeze - *v* замерзать; замораживать; застывать

gradual - *a* постепенный; **gradually** *adv* постепенно

hard - *a* твердый, жесткий; *ant* **soft;** тяжелый (о *работе); adv* сильно, упорно; **hardly** *adv* едва, с трудом

hole - *n* отверстие; скважина; шпур; шурф

influence - *n* влияние; v **(on, upon)** влиять (не *что-л.)*

lateral - *a* боковой

occur - *v* залегать; случаться; происходить; *syn* **take place, happen; occurrence** - *n* залегание; **mode of occurrence** - условия залегания

penetrate - *v* проникать *(внутрь),* проходить через *(что-л.)*

phenomenon - *n* явление; *pi* **phenomena**

pressure - *n* давление; **lateral pressure** боковое *(горизонтальное)* давление; **rock pressure** горное давление, давление породы

rate - *n* степень, темп; скорость, норма; производительность; сорт; *syn* **speed, velocity**

refer - v (to) ссылаться *(на что-л.);* относиться *(к периоду, классу)*

resist - *v* сопротивляться; противостоять; противодействовать; **resistance** - *n* сопротивление; **resistant** - *a* стойкий; прочный; сопротивляющийся

size - *n* размер; величина; класс *(угля)*

solution – *n* раствор; **soluble** - *a* растворимый; **solvent** - растворитель; *a* растворяющий

succession – *n* последовательность, непрерывный ряд; **in succession** последовательно

undergo (underwent, undergone) - *v* испытывать *(что-л.),* подвергаться *(чему-л.)*

uniform – *a* однородный; одинаковый

weathering - *n* выветривание; эрозия *(воздействию, влиянию и т.д.)*

to be subjected to подвергаться

Rocks of Earth's Crust

abyssal - *a* абиссальный, глубинный; **hypabissal** - *a* гипабиссальный

adjacent - *a* смежный, примыкающий

ash - *n* зола

belt - *n* пояс; лента; ремень

body - *n* тело, вещество; **solid (liquid, gaseous) bodies** твердые (жидкие, газообразные) вещества; породная масса; массив; месторождение; пласты

common - *a* обычный; общий; *syn* **general;** *ant* **uncommon**

cool - v охлаждать(ся); остывать; прохладный; *ant* **heat** нагревать(ся)

dimension - *n* измерение; *pl* размеры; величина; *syn* **measurement, size**

dust - *n* пыль

dyke – *n* дайка

extrusion - *n* вытеснение; выталкивание; *ant* **intrusion** вторжение; *геол.* интрузия *(внедрение в породу изверженной массы)*

fine - *a* тонкий, мелкий; мелкозернистый; высококачественный; тонкий; прекрасный, ясный (о *погоде);* изящный; **fine-graded (fine-grained)** мелкозернистый, тонкозернистый; **fines** - *n pl* мелочь; мелкий уголь

flow - v течь; литься; *n* течение; поток; **flow of lava** поток лавы
fragmentary - *a* обломочный, пластический
glass - *n* стекло; **glassy** - *a* гладкий, зеркальный; стеклянный
gold - *n* золото
inclined - *a* наклонный
mica - *n* слюда
permit - *v* позволять, разрешать; *syn* **allow, let; make possible**
probably - *adv* вероятно; *syn* **perhaps, maybe**
shallow - *a* мелкий; поверхностный; *ant* **deep** глубокий
sill - *n* силь, пластовая интрузия
stock - *n* шток, небольшой батолит
vein - *n* жила, прожилок, пропласток
band - *n* слой; полоса; прослоек *(породы); syn* **layer**
cleave - *v* расщепляться; трескаться, отделяться по кливажу; **cleavage** *n* кливаж
constituent - *n* составная часть, компонент
define - *v* определять, давать определение
distribute - v **(among)** распределять (между); раздавать;
disturb - *v* нарушать; смещать
excess - *n* избыток, излишек; *ant* **deficiency**
flaky - *a* слоистый; похожий на хлопья
fluid - *n* жидкость; жидкая или газообразная среда
foliate - *v* расщепляться на тонкие слои; **foliated** - *a* листоватый, тонкослоистый; *syn* **flaky**
marble - *n* мрамор
mention - *v* упоминать, ссылаться; *n* упоминание
plate - *n* пластина; полоса *(металла)*
pressure - *n* давление; **rock pressure (underground pressure)** горное давление, давление горных пород
relate - *v* относиться; иметь отношение; **related** *a* родственный; **relation** - *n* отношение; **relationship** - *n* родство; свойство; **relative** - *a* относительный; соответственный
run (ran, run) - *v* бегать, двигаться; течь; работать (о *машине);* тянуться, простираться; управлять *(машиной);* вести *(дело, предприятие)*
schistose - *a* сланцеватый; слоистый
sheet - *n* полоса
slate - *n* сланец; *syn* **shale**
split (split) - *v* раскалываться, расщепляться, трескаться; *syn* **cleave**
trace - *n* след; **tracing** – *n* прослеживание
at least по крайней мере
to give an opportunity (of) давать возможность *(кому-л., чему-л.)*
in such a way таким образом

Fossil Fuels

accumulate - v накапливать; скопляться
ancient - *a* древний, старинный; *ant* **modern**
associate - v связывать, соединять, ассоциироваться; *syn* **connect, link**
burn (burnt) - v сжигать; гореть; жечь
charcoal - *n* древесный уголь
convenient - *a* удобный, подходящий
crude - *a* сырой, неочищенный
dig (dug) - v добывать; копать; **digger** - n угольный экскаватор; землеройная машина
divide - v делить; (from) отделять; разделять
evidence - *n* доказательство; очевидность; признак(и)
fossil - *a* окаменелый, ископаемый; *n* ископаемое *(органического происхождения);* окаменелость

heat - v нагревать; *n* теплота

liquid - *a* жидкий; n жидкость; *ant* **solid**

manufacture - *v* изготовлять, производить; *syn* **produce**

mudstone - *n* аргиллит

purpose - *n* цель; намерение; *syn* **aim, goal**

shale - *n* глинистый сланец

the former … the latter - первый *(из вышеупомянутых)* последний *(из двух названных)*

bench - *n* слой, пачка *(пласта)*

blend - v смешивать(ся); вклинивать(ся)

combustion - *n* горение, сгорание; **spontaneous combustion** самовоспламенение, самовозгорание

continuity - *n* непрерывность, неразрывность

domestic - *a* внутренний; отечественный

estimate - v оценивать; *n* оценка; смета

fault - *n* разлом, сдвиг *(породы);* сброс; **faulting** *n* образование разрывов или сбросов

fold - *n* изгиб, складка, флексура; **foulding** - *n* складчатость, смешение *(пласта)* без разрыва

inflame - v воспламеняться; загорать(ся); **inflammable** - *a* воспламеняющийся, горючий, огнеопасный; **flame** - *n* пламя

intermediate - *a* промежуточный; вспомогательный

liable - *a* (to) подверженный; подлежащий *(чему-л.)*

luster - *n* блеск *(угля, металла);* **lustrous** - *a* блестящий

matter - *n* вещество; материя

moisture - *n* влажность, сырость; влага

parting - *n* прослоек

plane - *n* плоскость; **bedding plane** плоскость напластования

rank - *n* класс, тип; **coal rank** группа угля, тип угля

regular - *a* правильный; непрерывный; *ant* **irregular** неправильный; неравномерный; **regularity** *n* непрерывность; правильность

similar - *a* похожий, сходный; подобный; *syn* **alike, the same as**

smelt - v плавить *(руду);* выплавлять *(металл)*

store - v запасать, хранить на складе; вмещать

strata - *n pl от* **stratum** пласты породы; свита *(пластов);* формация, напластования породы; *syn* **measures**

thickness - *n* мощность *(пласта, жилы)*

uniform - *a* однородный; равномерный; **uniformity** *n* однородность; единообразие

utilize - v использовать; *syn* **use, apply, employ**

volatile - *a* летучий, быстро испаряющийся

Prospecting and Exploration

aerial - *a* воздушный; надземный

certain - *a* определенный; некоторый; **certainly** *adv* конечно

cost - (cost) v стоить; *n* цена; стоимость

crop - v (out) обнажать(ся), выходить на поверхность *(о пласте, породе); syn* **expose;** засевать, собирать урожай

dredging - *n* выемка грунта; драгирование

drill - v бурить, сверлить; *n* бурение, сверление; бурильный молоток; **drilling** - *n* бурение, сверление; **core-drilling** колонковое (керновое) бурение

drive (drore, **driven**) - v проходить *(горизонтальную выработку);* приводить в движение; управлять *(машиной); n* горизонтальная выработка; привод; передача

evidence – *n* основание; признак(и); свидетельства

expect - v ожидать; рассчитывать; думать; предлагать

explore - v разведывать месторождение полезного ископаемого с попутной добычей; **exploratory** - *a* разведочный; **exploration** - *n* детальная разведка; разведочные горные работы по месторождению

galena - *n* галенит, свинцовый блеск

indicate - v указывать, показывать; служить признаком; означать

lead - *n* свинец

look for - v искать

open up - v вскрывать *(месторождение);* нарезать *(новую лаву, забой);* **opening** - *n* горная выработка; подготовительная выработка; вскрытие месторождения

panning - *n* промывка *(золотоносного песка в лотке)*

processing - *n* обработка; - **industry** обрабатывающая промышленность

prove - v разведывать *(характер месторождения или залегания);* доказывать; испытывать, пробовать; **proved** - *a* разведанный, достоверный; **proving** - *n* опробование, предварительная разведка

search - v исследовать; (for) искать *(месторождение); n* поиск; *syn* **prospecting**

sign - *n* знак, символ; признак, примета

store - v хранить, накапливать *(о запасах)*

work - v работать; вынимать, извлекать *(уголь, руду);* вырабатывать; **workable** - *a* подходящий для работы, пригодный для разработки, рабочий *(о пласте);* рентабельный; **working** - *n* разработка, горная выработка

adit - *n* горизонтальная подземная выработка, штольня

angle - *n* угол

approximate - *a* приблизительный

bit - *n* режущий инструмент; буровая коронка, коронка для алмазного бурения; головка бура, сверло; **carbide bit** армированная коронка, армированный бур; **diamond bit** - алмазная буровая коронка

borehole - *n* скважина, буровая скважина

crosscut - *n* квершлаг

dip - *n* падение *(залежи);* уклон, откос; v падать

enable - v давать возможность или право *(что-л. сделать)*

exploit - v разрабатывать *(месторождение);* эксплуатировать; **exploitation** - *n* разработка; эксплуатация

measure - *n* мера; мерка; критерий; степень; *pl* свита, пласты; v измерять

overburden - *n* покрывающие породы, перекрывающие породы; верхние отложения, наносы; вскрыша

pit - *n* шахта; карьер, разрез; шурф

reliable - *a* надежный; достоверный

rig - *n* буровой станок, буровая вышка; буровая каретка; буровое оборудование

sample - *n* образец; проба; v отбирать образцы; опробовать, испытывать

section - *n* участок, секция, отделение, отрезок, разрез, профиль, поперечное сечение; **geological** ~ геологический разрез *(пород)*

sequence - *n* последовательность; порядок следования; ряд

sink (sank, sunk) - v проходить *(шахтный ствол, вертикальную выработку);* углублять; погружать; опускать; **sinking** - *n* проходка *(вертикальных или наклонных выработок);* **shaft sinking** - проходка ствола

slope - *n* наклон; склон; бремсберг; уклон; v клониться, иметь наклон; **sloping** - *a* наклонный; **gently sloping** - с небольшим наклоном

steep - *a* крутой, крутопадающий, наклонный

strike - *n зд.* простирание; v простираться; **across the strike** - вкрест простирания; **along (on) the strike** по простиранию

trench - *n* траншея, канава; котлован; v копать, рыть, шурфовать

to make use (of) использовать, применять

to take into consideration принимать во внимание; *syn* **take into account**

General Information on Mining

access - *n* доступ

affect - v воздействовать *(на что-л.);* влиять; *syn* **influence**

barren - *a* непродуктивный; пустой *(о породе)*

chute - *n* скат, спуск; углеспускная выработка; жёлоб

compare - v (with) сравнивать, проводить параллель

contribute - v способствовать, содействовать; делать вклад *(в науку);* **make a (one's) ~ to smth.** сделать вклад во что-л.

cross-section - *n* поперечное сечение, поперечный разрез, профиль

develop - v разрабатывать *(месторождение);* развивать *(добычу);* производить подготовительные работы; **development** - *n* подготовительные работы; развитие добычи; развитие

drift - *n* штрек, горизонтальная выработка

ensure - v обеспечивать, гарантировать; *syn* **guarantee**

face - *n* забой; лава

floor - л почва горной выработки, почва пласта (жилы); **quarry** ~ подошва карьера; пол, настил

govern - v править, управлять; руководить; определять, обусловливать

inclination - *n* уклон, скат, наклон *(пластов);* наклонение; **seam** ~ падение *(пласта);* наклон *(пласта)*

incline - *n* уклон, бремсберг, скат; наклонный ствол; **gravity** ~ бремсберг

inclined - *a* наклонный; **flatly** ~ слабо наклонный; **gently ~** наклонного падения; **medium** ~ умеренно наклонный *(о пластах);* **steeply** ~ крутопадающий

level - *n* этаж, горизонт, горизонтальная горная выработка; штольня; уровень *(инструмент);* нивелир; ватерпас; горизонтальная поверхность

recover - v извлекать *(целики);* выбирать, очищать; добывать *(уголь и т.п.);* восстанавливать

remove - v удалять; убирать; устранять; перемещать; **removal** - *n* вскрыша; выемка; уборка *(породы);* извлечение *(крепи);* перемещение; **overburden** - удаление вскрыши

rib - *n* ребро; выступ; узкий целик, предохранительный целик; грудь забоя

roof - *n* крыша; кровля выработки; кровля пласта *(или* жилы); перекрытие; ~ **support** - крепление кровли

shaft - *n* шахтный ствол; **auxiliary** ~ вспомогательный ствол; **hoisting** ~ подъемный ствол; главный шахтный ствол

tabular - *a* пластовый (о *месторождении);* пластообразный; плоский; линзообразный; *syn* **bedded, layered**

waste - *n* пустая порода; отходы; *syn* **barren rock**

well - *n* буровая скважина; колодец, источник; водоем; зумф

capital investment - капитальные вложения

gate road - промежуточный штрек

in bulk - навалом, в виде крупных кусков

metal-bearing - содержащий металл

production face/working - очистной забой

productive mining - эксплуатационные работы

in view of - ввиду чего-л., принимая во внимание что-л.

with a view to - с целью

advantage - *n* преимущество; превосходство; выгода; польза; **advantageous** - *a* выгодный; благоприятный, полезный; **to take advantage of smth** воспользоваться чём-л.

caving - *n* обрушение *(кровли);* разработка с обрушением

deliver - v доставлять, подавать; питать; нагнетать; произносить *(речь);* читать *(лекцию)*

entry - *n* штрек; выработка горизонтальная; *pl* подготовительные выработки; нарезные выработки; штреки

giant - *n* гидромонитор

gravity - *n* сила тяжести; вес, тяжесть; **by ~** самотеком, под действием собственного веса

haul - v доставлять; откатывать; подкатывать; перевозить; **haulage** - *n* откатка; доставка; транспортировка *(по горизонтали)*

longwall - *n* лава; выемка лавами; сплошной забой, сплошная или столбовая система разработки; *syn* **continuous mining; ~ advancing on the strike** выемка лавами прямым ходом по простиранию; сплошная система разработки по простиранию; **~ advancing to the rise** сплошная система разработки с выемкой по восстанию; ~ to **the dip** сплошная система разработки с выемкой по падению; ~ **retreating** выемка лавами обратным ходом; столбовая система разработки лавами

lose (lost) - v терять; **loss** - *n* потеря, убыток

pillar - *n* целик; столб; **shaft** ~ околоствольный целик; ~ **method** столбовая система разработки; ~ **mining** выемка целиков

predominate - v преобладать, превалировать; превосходить; господствовать, доминировать

protect - v охранять, защищать

reach - v простираться, доходить до; добиваться, достигать

satisfy - v удовлетворятъ(ся)

shield - *n* щит; ~ **method** щитовой метод проходки, щитовой способ

room - *n* камера; очистная камера; **room-and-pillar method** камерно-столбовая система разработки

stowing - *n* закладка *(выработанного пространства)*

method of working система разработки

the sequence of working the seams - последовательность отработки пластов

goaf — завал; обрушенное пространство

double-ended drum bearer — комбайн с двойным барабаном

to identify — опознавать

appraisal — оценка

susceptibility — чувствительность

concealed — скрытый, не выходящий на поверхность

crusher — дробилка

concentration — обогащение

blending — смешивание; составление шихты

screen — сортировать (обыден. уголь); просеивать

froth floatation — пенная флотация

core drilling — колонковое бурение

to delineate — обрисовывать, описывать

lender — заимодавец

feasibility — возможность

in situ mining — повторная разработка месторождения в массиве

screening — просеивание; грохочение

processing — обработка, разделение минералов

Mining and Environment

break v **(broke**, **broken**) отбивать *(уголь или породу),* обрушивать кровлю; разбивать; ломать; л отбойка, обрушение; **break out** отбивать, производить выемку

(руды .или породы); расширять забой; **breakage** л разрыхление, дробление

drill - *n* бур; .перфоратор; бурильный молоток; сверло; v бурить; car ~ буровая тележка; **mounted** ~ перфоратор на колонке; колонковый бурильный молоток; **drilling** - *n* бурение

dump -*n* отвал *(породы);* склад угля; опрокид; **external** ~ внешний отвал; **internal** ~ внутренний отвал; v сваливать (в *отвал);* разгружать; отваливать; опрокидывать *(вагонетку);*

dumper опрокид; самосвал; отвалообразователь; **dumping** л опрокидывание; опорожнение; опрокид; *syn* **tip**

environment - *n* окружение; окружающая обстановка/среда

explode - v взрывать, подрывать; **explosion** - *n* взрыв; **explosive** - *n* взрывчатое вещество; *a* взрывчатый

friable - *a* рыхлый; хрупкий; рассыпчатый; слабый (о *кровле)*

handle - v перегружать; доставлять; транспортировать; управлять машиной; *n* ручка; рукоять; скоба; **handling** - *n* подача; погрузка; перекидка, доставка; транспортировка; обращение с машиной

heap - v наваливать; нагребать; *n* породный отвал, терриконик; *syn* **spoil ~, waste ~**

hydraulicklng - *n* гидродобыча; гидромеханизированная разработка

load - v нагружать, грузить, наваливать; *n* груз; нагрузка; **loader** - *n* погрузочная машина, навалочная машина, перегружатель; грузчик; **cutter-loader** - комбайн, комбинированная горная машина

lorry - *n* грузовик; платформа; *syn* **truck**

mention - v упоминать

overcasting - *n* перелопачивание *(породы)*

pump - *n* насос; **gravel** ~ песковый насос; **sludge** ~ шламовый насос; v качать; накачивать; откачивать

reclamation - *n* восстановление; осушение; извлечение крепи; ~ **of land** восстановление участка *(после открытых работ)*

sidecastiag - *n* внешнее отвалообразование

site - *n* участок, место; **building** ~ строительная площадка

slice - *n* слой; **slicing** - *n* выемка слоями, разработка слоями

strip - v производить вскрышные работы; разрабатывать; очищать *(лаву);* вынимать породу или руду; *n* полоса; **stripper** - *n* забойщик; вскрышной экскаватор; **stripping** - *n* открытая разработка, открытые горные работы; вскрыша; вскрытие наносов

unit - *n* агрегат; установка; устройство; прибор; узел; секция; деталь; машина; механизм; единица измерения; участок

washery - *n* углемойка; рудомойка; моечный цех

to attract smb's attention привлекать чье-л. внимание

backhoe - *n* обратная лопата

blast - *n* взрыв; v взрывать; дуть; продувать; **blasting** - *n* взрывание; взрывные работы; взрывная отбойка

block out - v нарезать залежь на блоки; нарезать столбы

clearing - *n* выравнивание почвы; планировка грунта

crash - v дробить; разрушать; обрушать(ся)

earth-mover - *n* землеройное оборудование; *syn* **excavator**

excavator - *n* экскаватор; **bucket-wheel** - роторный экскаватор; **multi-bucket** ~ многочерпаковый экскаватор; **single-bucket** - одночерпаковый экскаватор

grab - *n* грейфер, ковш, черпак; экскаватор; v захватывать;

grabbing - погрузка грейфером; захватывание

hoist - *n* подъемное установка (машина); подъемник; лебедка; v поднимать; **hoisting** шахтный подъем

plough - *n* струг

power shovel - *n* механическая лопата; экскаватор типа механической лопаты

range - *n* колебание в определенных пределах

rate - *n* норма; скорость, темп; коэффициент; степень; разрез; сорт; мощность; расход *(воды)*

remote - *a* отдаленный; ~ **control** дистанционное управление

result - v (in) приводить (к); иметь своим результатом; (from) следовать (из), происходить в результате

safety - *n* безопасность; техника безопасности

slope - *n* забой, сплошной забой, очистной забой; v очищать забой, вынимать породу, уголь; *syn* **face; sloping** очистные работы; очистная выемка; **open sloping** выемка с открытым забоем; **shrinkage sloping** выемка системой с магазинированием *(рудЫ)*

support - v крепить; поддерживать; подпирать; *n* стойка; опора; поддержание; крепление; *syn* **timbering; powered roof** - механизированная крепь; **self-advancing powered roof** - передвижная механизированная крепь

4.2 Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My speciality is Geology

I am a first year student of the Ural State Mining University. I study at the geological faculty. The geological faculty trains geologic engineers in three specialities: mineral prospecting and exploration, hydrogeology and engineering geology, drilling technology.

Geology is the science which deals with the lithosphere of our planet. Geology studies the composition of the Earth's crust, its history, the origin of rocks, their distribution and many other problems.

That is why the science of geology is commonly divided into several branches, such as:

1. General Geology which deals with the composition arid the structure of the Earth and with various geological processes going on below the Earth’s surface and on its surface.
2. Petrology which studies the rocks of the Earth.
3. Mineralogy which investigates the natural chemical compounds of the lithosphere.
4. Paleontology which deals with fossil remains of ancient animals and plants found in rocks.
5. Historic Geology which treats of the Earth's history.
6. Structural Geology which deals with the arrangement of rocks due to the Earth's movements.
7. Economic Geology which deals with occurrence, origin and distribution of mineral deposits valuable to man.

All these branches of geology are closely related to each other.

Geology is of great practical importance because .it supplies industry with all kinds of raw materials, such as ore, coal, oil, building materials, etc.

Geology deals with the vital problem of water supply. Besides, many engineering projects, such as tunnels, canals, dams, irrigation systems, bridges etc. need geological knowledge in choosing construction sites and materials.

The practical importance of geology has greatly increased nowadays. It is necessary to provide a rapid growth of prospecting mineral deposits, such as ores of iron, copper, lead, uranium and others, as well as water and fossil fuels (oil, gas and coal). They are badly needed for further development of all the branches of the national Economy of our country and for creating a powerful economic foundation of the society. The graduates of the geological faculty of the Ural State Mining University work all over the country in mines, geological teams and expeditions of the Urals, Siberia, Kasakhstan, in the North and Far East, etc. as well as abroad.

Very often geologists have to work under hard climatic and geological conditions. They must be courageous, strong and purposeful people, ready to overcome any hardships which nature has put in their way to its underground treasure-house.

4.3 Систематизация грамматического материала:

1. Неличные формы глагола: инфинитив, причастия, герундий.
2. Основные сведения о сослагательном наклонении.

Инфинитив. The Infinitive

Инфинитив - это неличная глагольная форма, которая только называет действие и выполняет функции как глагола, так и существительного. Инфинитив отвечает на вопрос что делать?, что сделать?

Формальным признаком инфинитива является частица **to**, которая стоит перед ним, хотя в некоторых случаях она опускается. Отрицательная форма инфинитива образуется при помощи частицы not, которая ставится перед ним: It was difficult not to speak. *Было трудно не говорить.*

Формы инфинитива

	Active Voice	Passive Voice
Simple	to write	to be written
Continuous	to be writing	
Perfect	to have written	to have been written
Perfect Continuous	to have been writing	

Глаголы, после которых используется инфинитив:

to agree - соглашаться
to arrange - договариваться
to ask – (по)просить
to begin – начинать
to continue – продолжать
to decide – решать
to demand - требовать
to desire – желать
to expect – надеяться
to fail – не суметь
to forget – забывать
to hate - ненавидеть
to hesitate – не решаться
to hope - надеяться
to intend – намереваться
to like – любить, нравиться
to love – любить, желать
to manage - удаваться
to mean - намереваться
to prefer - предпочитать
to promise - обещать
to remember – помнить
to seem - казаться
to try – стараться, пытаться
to want – хотеть

Например:
He asked to change the ticket. *Он попросил поменять билет.*
She began to talk. *Она начала говорить.*

Значение разных форм инфинитива в таблице

Формы инфинитива	**Чему я рад?**	
Simple	I am glad **to speak** to you.	Рад поговорить с вами. (Всегда радуюсь, когда говорю с вами).
Continuous	I am glad **to be speaking** to you.	Рад, что сейчас разговариваю с вами.
Perfect	I am glad **to have spoken** to you.	Рад, что поговорил с вами.
Perfect Continuous	I am glad **to have been speaking** to you.	Рад, что уже давно (все это время) разговариваю с вами.
Simple Passive	I am (always) glad **to be told** the news.	Всегда рад, когда мне рассказывают новости.

Perfect Passive	I am glad **to have been told** the news.	Рад, что мне рассказали новости.

Причастие. Participle

В английском языке причастие — это неличная форма глагола, которая сочетает в себе признаки глагола, прилагательного и наречия.

Формы причастия

		Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Participle I (Present Participle)	Simple	**writing**	**being written**
	Perfect	**having written**	**having been written**
Participle II (Past Participle)			**written**

Отрицательные формы причастия образуются с помощью частицы **not**, которая ставится перед причастием: not asking — не спрашивая,not broken — не разбитый.

Как переводить разные формы причастия на русский язык

Формы причастия	причастием	деепричастием
reading	читающий	читая
having read		прочитав
being read	читаемый	будучи читаемым
having been read		будучи прочитанным
read	прочитанный	
building	строящий	строя
having built		построив
being built	строящийся	будучи строящимся
having been built		будучи построенным
built	построенный	

Герундий. Gerund

Герундий — это неличная форма глагола, которая выражает название действия и сочетает в себе признаки глагола и существительного. Соответственно, на русский язык герундий обычно переводится существительным или глаголом (чаще неопределенной формой глагола). Формы, подобной английскому герундию, в русском языке нет.

My favourite occupation is reading. *Мое любимое занятие — чтение.*

Формы герундия

	Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Simple	**writing**	**being written**
Perfect	**having written**	**having been written**

Запомните глаголы, после которых употребляется только герундий!

admit (признавать), advise (советовать), avoid (избегать),
burst out (разразиться), delay (задерживать), deny (отрицать),
dislike (не нравиться), enjoy (получать удовольствие), escape (вырваться, избавиться),
finish (закончить), forgive (прощать), give up (отказываться, бросать),
keep on (продолжать), mention (упоминать), mind (возражать - только в “?”и “-“),
miss (скучать), put off (отложить), postpone (откладывать),
recommend (рекомендовать), suggest (предлагать), understand (понимать).

Герундий после глаголов с предлогами

accuse of (обвинять в), agree to (соглашаться с), blame for (винить за),
complain of (жаловаться на), consist in (заключаться в), count on /upon (рассчитывать на),
congratulate on (поздравлять с), depend on (зависеть от), dream of (мечтать о),
feel like (хотеть, собираться), hear of (слышать о), insist on (настаивать на),

keep from (удерживать(ся) от), look forward to (с нетерпением ждать, предвкушать),
look like (выглядеть как), object to (возражать против),
persist in (упорно продолжать), praise for (хвалить за), prevent from (предотвращать от),
rely on (полагаться на), result in (приводить к), speak of, succeed in (преуспевать в),
suspect of (подозревать в), thank for (благодарить за), think of (думать о)

He has always dreamt of visiting other countries. — *Он всегда мечтал о том, чтобы побывать в других странах.*

to be + прилагательное / причастие + герундий

be afraid of (бояться чего-либо), be ashamed of (стыдиться чего-либо),
be engaged in (быть занятым чем-либо), be fond of (любить что-либо, увлекаться чем-либо),
be good at (быть способным к), be interested in (интересоваться чем-либо),
be pleased at (быть довольным), be proud of (гордиться чем-либо),
be responsible for (быть ответственным за), be sorry for (сожалеть о чем-либо),
be surprised at (удивляться чему-либо), be tired of (уставать от чего-либо),
be used to (привыкать к).

I'm tired of waiting. — *Я устал ждать.*

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Complete the sentences with the correct infinitive tense.

1 She has grown taller. She seems ...*to have grown taller*.
2 He is getting used to his new job. He appears
3 Kate makes friends easily. She tends
4 He has finished the report. He claims
5 It is raining over there. It seems
6 He is on a diet. He appears
7 They have sailed round the world. They claim
8 She is feeling better. She seems

2. Fill in the correct infinitive tense.

1 A: What would you like ...*to do*... (do) tonight?
B: Let's … (go) to an Italian restaurant.
2 A: What's Liz doing?
B: She seems … (look) for something in her bag.
3 A: Alan has been offered a new job!
B: No, he hasn't. He just pretended … (offer) a new job.
4 A: Colin claims … (meet) lots of famous people.
B: I know, but I don't believe him.
5 A: Look at those two men outside. What are they doing?
B: They appear … (empty) the rubbish bins.
6 A: Would you like to go to the cinema tonight?
B: Not really. I would prefer … (go) to the theatre.
7 A: Tara seems … (work) hard all morning.
B: Yes, she hasn't even stopped for a cup of coffee.
8 A: Why is Tom at work so early this morning?
B: He wants … (finish) early so that he can go to the concert tonight.

3. Rephrase the following sentences, as in the example.

1 He must wash the car. I want ...*him to wash the car*...
2 You mustn't be late for work. I don't want …
3 Claire must tidy her bedroom. I want …

4 She mustn't go to the disco. I don't want …
5 They must go to school tomorrow. I want …
6 Gary mustn't make so much noise. I don't want …
7 You mustn't make a mess. I don't want …
8 He must mend his bike. I want …

4. Complete the sentences with too or enough and the adjective in brackets.

1 A: Would you like to come to the disco?
B: Oh no. I'm ...*too tired*... to go to a disco, (tired)
2 A: Can you reach that top shelf?
B: No, I'm not … to reach it. (tall)
3 A: Did they go on a picnic yesterday?
B: No. It was … to go on a picnic, (cold)
4 A: Did Jane enjoy the horror film?
B: No. She was … to enjoy it. (scared)
5 A: Does Tom go to school?
B: No. He isn't … to go to school yet. (old)
6 A: Will you go to London by bus?
B: No. The bus is … . I'll take the train, (slow)
7 A: Did she like the dress you bought?
B: Yes, but it was … .(big)
8 A: Take a photograph of me!
B: I can't. It isn't … in here, (bright)

5. Rewrite the sentences using too.

1 This music is so slow that I can't dance to it.
...This music, is too slow for me to dance to…
2 The bird is so weak that it can't fly.
3 She's so busy that she can't come out with us.
4 The car was so expensive that he couldn't buy it.
5 These shoes are so small that they don't fit me.
6 The book is so boring that she can't read it.
7 I was so tired that I couldn't keep my eyes open.
8 The coffee was so strong that he couldn't drink it.

6. Underline the correct preposition and fill in the gaps with the -ing form of the verb in brackets.

1 He is ill. He is complaining **with/<u>about</u>** ...*having*... (have) a headache.
2 Marcus went out instead **for/of** … (do) his homework.
3 Tracy was very excited **with/about** … (go) to the party.
4 I hope you have a good excuse **of/for** … (be) so late.
5 Sam is interested **in/for** … (take up)French lessons.
6 You can't stop him **to/from** … (take)the job if he wants to.
7 Susie ran because she was worried **about/of** … (miss) the bus.
8 Thank you **to/for** … (help) me with my homework.
9 She felt tired because she wasn't used **to/with** … (work) so hard.
10 His boss blamed him **for/of** … (lose) the deal.
11 I am in charge **in/of** … (make) the Christmas deliveries.
12 We are thinking **of/from** … (buy) a new car next month.
13 Sandra apologised **for/about** … (ruin) the performance.
14 Ian was talking **with/about** … (open) a shop in York.

7. Put the verbs in brackets into the correct infinitive form or the -ing form.

1 It's no use ...*talking*… (talk) to Bob; he won't change his mind.
2 She will … (return) the books next weekend.
3 It was good of you … (help) me fix my bicycle.
4 The man suggested … (call) the police in, to investigate.
5 I can't get used to … (live) in such a hot country.
6 He admitted … (rob) the bank.
7 You had better … (hurry), or you'll be late for work.
8 They refused … (give) me my money back.
9 She is too short … (become) a fashion model.
10 My parents let me … (stay) up late at weekends.
11 Our teacher makes us … (do) homework every evening.
12 The kitchen windows need … (clean).
13 They have begun … (make) preparations for the party.
14 He advised her … (speak) to her boss.
15 I dislike … (go) to the theatre alone.
16 Mr. Roberts was seen … (leave) his house at 12:15 last night.
17 My sister can't stand … (watch) horror films. She gets terribly scared.
18 Can you imagine … (spend) your holidays on the moon?
19 There's no point in … (call) again. There's no one at home.
20 I don't allow people … (smoke) in my house.
21 It was silly of you … (forget) to lock the door.
22 He risks … (lose) his wallet when he leaves it on his desk.

8. Put the verbs in brackets into the correct infinitive form or the -ing form.

1 A: Is Anne in the room?
B: Yes. I can see her ...dancing... (dance) with her husband over there.
2 A: Did you see the robber?
B: Yes. I saw him … (get) into the car and drive away.
3 A: Is John here today?
B: Yes. I heard him … (talk) on the phone as I walked past his office.
4 A: Colin is good at speaking in public, isn't he?
B: Yes. I heard him … (make) a speech last month. It was excellent.
5 A: I walked past the sports centre today.
B: So did I, and I stopped for a moment to watch some boys … (play) football.
6 A: Your hair looks great today.
B: Thanks. I watched the hairdresser … (dry) it so I could learn how to do it myself.
7 A: That's a music school, isn't it?
B: That's right. I often hear the students … (sing) as I walk past.
8 A: Did you stay until the end of the contest?
B: Yes. I listened to the chairman … (announce) the results before I went home.
9 A: How do you know Tim is at home?
B: I saw him … (cut) the grass as I was driving home.
10 A: How do you know that man stole the watch?
B: I saw him … (put) it in his pocket and leave the shop without paying.

9. Put the verbs in brackets into the correct infinitive form or the -ing form.

1 I'll never forget ...*sailing*... (sail) down the Danube on that warm spring night last year.
2 Please don't forget … (pay) the bill.
3 John said he remembers … (buy) the newspaper, but now he can't find it.
4 Did you remember … (post) my letters today?
5 Gloria regrets … (shout) at her sister.
6 I regret … (inform) you that we cannot give you your money back.

7 The students went on … (write) for another hour.
8 After cleaning the windows, he went on … (wash) the car.
9 We are sorry … (announce) that the 7:15 train to Liverpool has been cancelled.
10 I'm sorry for … (miss) your birth day party; I'll make it up to you.
11 She stopped … (go) to the gym after she had got back into shape.
12 They stopped … (have) a rest before they continued their journey.
13 They tried … (open) the door, but it was stuck.
14 You should try … (make) your own clothes. It's much cheaper.
15 I'm sorry. I didn't mean … (break) your vase.
16 Being a teacher means … (correct) a lot of homework.
17 I like … (tidy) my room at week ends because I don't have time during the week.
18 They like … (play) in the sea on hot days.

10. Put the verbs in brackets into the correct infinitive form or the -ing form.

My neighbour, Mr. Mason, loves 1) …*spending*… (spend) time in his garden. He would rather 2) … (work) outside than stay indoors, even when it is snowing! Early in the morning, you can 3) … (see) Mr. Mason 4) … (eat) breakfast in his garden, and late at night he is there again, with a cup of cocoa in his hand. I'd like 5) … (help) sometimes when there is lots of work to do, but Mr. Mason prefers 6) … (do) everything himself. He doesn't mind 7) … (get) cold and wet in the winter, and his wife says it's no use 8) … (try) to make him wear a waterproof jacket because he hates 9) … (wear) them! Mr. Mason says he will go on 10) … (garden) until he is too old 11) … (do) it!

Основные сведения о сослагательном наклонении

Conditionals are clauses introduced with if. There are three types of conditional clause: Type 1, Type 2 and Type 3. There is also another common type, Type 0.

Type 0 Conditionals: They are used to express something which is always true. We can use when (whenever) instead of it. *If/When the sun shines, snow melts.*

Type 1 Conditionals: They are used to express real or very probable situations in the present or future. *If he doesn't study hard, he won't pass his exam.*

Type 2 Conditionals: They are used to express imaginary situations which are contrary to facts in the present and, therefore, are unlikely to happen in the present or future. *Bob is daydreaming. If I won the lottery, I would buy an expensive car and I would go on holiday to a tropical island next summer.*

Type 3 Conditionals: They are used to express imaginary situations which are contrary to facts in the past. They are also used to express regrets or criticism. *John got up late, so he missed the bus. If John hadn't got up late, he wouldn't have missed the bus.*

	If-clause (hypothesis)	Main clause (result)	Use
Type 0 general truth	if + present simple	present simple	something which is always true
	If the temperature falls below 0 °C, water turns into ice.		
Type 1 real present	if + present simple, present continuous, present perfect or present perfect continuous	future/imperative can/may/might/must/should/ could + bare infinitive	real - likely to happen in the present or future
	If he doesn't pay the fine, he will go to prison. If you need help, come and see me. If you have finished your work, we can have a break. If you're ever in the area, you should come and visit us.		
Type 2 unreal present	if + past simple or past continuous	would/could/might + bare infinitive	imaginary situation contrary

			to facts in the present; also used to give advice
	If I had time, I would take up a sport. (but I don't have time - untrue in the present) If I were you, I would talk to my parents about it. (giving advice)		
Type 3 unreal past	if + past perfect or past perfect continuous	would/could/might + have + past participle	imaginary situation contrary to facts in the past; also used to express regrets or criticism
	If she had studied harder, she would have passed the test. If he hadn't been acting so foolishly, he wouldn't have been punished.		

Conditional clauses consist of two parts: the if -clause (hypothesis) and the main clause (result). When the if - clause comes before the main clause, the two clauses are separated with a comma. When the main clause comes before the if - clause, then no comma is necessary.

e.g. a) If I see Tim, I'll give him his book.

b) I'll give Tim his book if I see him.

We do not normally use will, would or should in an if - clause. However, we can use will or would after if to make a polite request or express insistence or uncertainty (usually with expressions such as / don't know, I doubt, I wonder, etc.).

We can use should after if to talk about something which is possible, but not very likely to happen.

e.g. a) If the weather is fine tomorrow, will go camping. (NOT: If the weather will be fine...)

b) If you will fill in this form, I'll process your application. (Will you please fill in... - polite request)

c) If you will not stop shouting, you'll have to leave. (If you insist on shouting... - insistence)

d) I don't know if he will pass his exams, (uncertainty)

e) If Tom should call, tell him I'll be late. (We do not think that Tom is very likely to call.)

We can use unless instead of if... not in the if -clause of Type 1 conditionals. The verb is always in the affirmative after unless.

e.g. Unless you leave now, you'll miss the bus. (If you don't leave now, you'll miss the bus.) (NOT: Unless you don't leave now, ...)

We can use were instead of was for all persons in the if - clause of Type 2 conditionals.

e.g. If Rick was/were here, we could have a party.

We use If I were you ... when we want to give advice.

e.g. If I were you, I wouldn't complain about it.

The following expressions can be used instead of if: provided/providing that, as long as, suppose/supposing, etc.

e.g. a) You can see Mr. Carter provided you have an appointment. (If you have an appointment...)

b) We will all have dinner together providing Mary comes on time. (... if Mary comes ...)

c) Suppose/Supposing the boss came now, …

We can omit if in the if - clause. When if is omitted, should (Type 1), were (Type 2), had (Type 3) and the subject are inverted.

e.g. a) Should Peter come, tell him to wait. (If Peter should come,...)

b) Were I you, I wouldn't trust him. (If I were you, ...)

c) Had he known, he would have called. (If he had known, ...)

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Look at the prompts and make Type 1 conditional sentences, as in the example.
e.g. If we cut down all the forests, the world's climate will change.
1 cut down/ all forests / world's climate / change
2 not stop/use / aerosols /destroy / ozone layer
3 find / alternative sources of energy / solve / some of our environmental problems
4 temperatures / go up / by a few degrees /sea levels / rise
5 recycle / waste / save / natural resources
6 population / continue to increase / not be enough food for everyone

2. Lisa is trying to decide where to go on holiday. She would like to go to one of these places. In pairs, ask and answer questions using the prompts below, as in the example.
A) SPAIN FOR A WEEK
£180 Inclusive!!
2-star hotel beach
Free water sports

B) A TWO WEEK CAMPING HOLIDAY IN THE SOUTH OF FRANCE
ONLY £280 per person
Self-catering

1. How long / be away / choose / Spain?
SA: How long will she be away if she chooses Spain?
SB: If she chooses Spain, she'll be away for a week.
2. Where / go / like / camping?
3. How much / pay / go to / France?
4. What / do / go to / Spain?
5. Where / go / want / cheap holiday?

3. Study the situations, then make Type 2 conditional sentences, as in the example.
I don't have a car, so I have to wait for the bus every day.
1. If I ...had... (have) a car, I ...wouldn't have to... (not/have to) wait for the bus every day.
I never do my homework, so my teacher always gets angry with me.
2. If I … (do) my homework, my teacher … (not/get) angry with me.
I live in a small house, so I can't invite friends over.
3. If I … (live) in a bigger house, I … (be able to) invite friends over.
I never get up early, so I y am always late for school.
4. If I … (get up) earlier, I … (not/be) late for school.

4. Complete the sentences to make Type 3 conditional sentences, as in the example.
1. If he ...hadn't noticed... (not/notice) the mould in one of his glass dishes, Alexander Fleming ...would never have discovered... (never/discover) penicillin.
2. If he … (sell) some of his paintings, Van Gogh … (get) some recognition during his lifetime.
3. If Barbara Streisand … (change) the shape of her nose, her career … (never/be) the same.
4. If Anne Sullivan … (not/teach) her, Helen Keller … (not/be able to) communicate.
5. If Naomi Campbell … (not/be) so beautiful, she … (never/become) a supermodel.

5. Read the story below and make Type 3 conditional sentences, as in the example.
e.g. 1) ...if Sally hadn't been in a hurry, she would nave left some important notes at home....
Sally had a terrible day yesterday. She was in a hurry, so she left some important notes at home. She wasn't prepared for her meeting with a new client, so the meeting was a disaster. The client was

disappointed, and as a result he refused to do business with the company. The boss shouted at Sally, so she got upset.

6. Match the items in column A with those in column B in order to make correct Type 0 conditional sentences, as in the example.

e.g. 1 - c ...if you add sugar to a cup of coffee, the coffee tastes sweeter...

A

1. Add sugar to a cup of coffee.
2. Throw salt onto snow.
3. Put an apple in a bowl of water.
4. Water plants regularly.
5. Lie in the sun too long.
6. Take regular exercise.

B

a The apple floats.
b Your skin turns red.
c The coffee tastes sweeter.
d You feel healthy.
e The plants grow.
f The snow melts.

7. Put the verbs in brackets into the correct tense.

1 A: What time will you be home tonight?
B: I'm not sure. If I ...have to... (have to) work late. I ...'ll call... (call) you.
2 A: I felt very tired at work today.
B: Well, if you … (not/watch) the late film, you … (not/feel) so tired
3 A: Should I buy that car?
B: Why not? If I … (have) the money, I … (buy) it myself.
4 A: If you … (pass) a chemist's, … (you/get) me some cough medicine?
B: Yes, certainly.
5 A: My sister seems very upset at the moment.
B: Were I you, I … (talk) to her about it.
6 A: Unless you … (hurry), you … (be) late again.
B: No, I won't. There's plenty of time.
7 A: Oh! I forgot to ask Sarah over for dinner.
B: If I … (speak) to her today, I … (ask) her for you.
8 A: May I join the club, please?
B: Provided you … (be) over eighteen, you can join the club.
9 A: What a lovely restaurant! I'm glad we came here.
B: If you … (not/burn) the dinner, we … (not/come) here!
10 A: Just think. If I … (not/move) to York, I … (never/meet) you.
B: I know, wasn't it lucky?
11 A: Jo doesn't spend enough time with me.
B: Well, if she … (have) the time, I'm sure she … (try), but she's very busy.
12 A: Did you give Bill the message?
B: No, but when I … (see) him, I … (tell) him the news.

8. Choose the correct answer.

1 'If you ...C... that plate, you'll burn your fingers.'

'Why? Has it been in the oven?'
A would touch
B will touch
C touch
2 ‘ … you're busy, we'll talk now.'
‘That's fine. I'm not busy at the moment.'
A If
B Provided
C Unless
3 'If you watch the news, you … a lot.'
'I know. I watch it every day.'
A learn
B were learning
C would learn
4 '… you wear warm clothes, you won't get cold.'
'I'll wear an extra jumper.'
A Unless
B Providing
C Supposing
5 'Shall I invite John to the party?'
'Well, were I you, I … him.'
A would invite
B will invite
C am inviting
6 '… the teacher comes back now, what will you do?'
'I don't know.'
A When
B Providing
C Supposing
7 'Could I see the menu, please?'
'Yes, sir. If you … a seat, I will fetch it for you.'
A take
B had taken
C have taken
8 'Don't cry. Everything will be alright.'
'Yes, but if I … the bus, I wouldn't have been late for school.'
A didn't miss
B hadn't missed
C don't miss
9 'When water boils, it … steam.'
'Yes, I know; and the steam is hot, too.'
A would produce
B produce
C produces
10 'Can you help me, please?'
'Well, if I wasn't studying, I … you.'
A would help
B help
C will help
11 'John crashed his car yesterday.'
'I know, but if he hadn't been changing the cassette, he …'
A won't crash

B wouldn't crash
C wouldn't have crashed
12 'Can I have some chocolate, please?'
'If you behave yourself, I you some later.'
A would buy
B might buy
C buy
13 'Should you see Colin … and tell me.'
'I will.'
A come
B to come
C will come
14 'If we were rich, we … expensive clothes.'
'Well, unfortunately we aren't rich!'
A could afford
B can afford
C afford

9. Put the verbs in brackets into the correct tense.

1 If I ...were... (be) you, I wouldn't drive in the snow.
2 Peter … (be able to) help you if he was here.
3 If I had closed the window, the cat … (not/jump) out.
4 I … (call) for help if I got stuck in a lift.
5 Had I known him, I … (talk) to him.
6 John … (may/lose) his job if he is rude to the boss.
7 If you … (save) some money, you would have been able to go on holiday last year.
8 You may win if you … (take) part in the contest.
9 If I had toothache, I … (go) to the dentist.
10 They would have helped us move house if we … (ask) them.
11 If Jane … (be) older, she could live by herself.
12 We would have changed our plans if we … (hear) the weather forecast.
13 Emma … (send) a card if she had remembered it was their anniversary.
14 Robert … (feel) better if you talked to him.
15 If Sam was still living nearby, you … (can/invite) him for dinner.
16 If you … (put) your money in your wallet, you will not lose it.
17 If you … (like) chocolate, you will love this cake.
18 If Bill … (come) home early, he will eat dinner with us.
19 Sandra will join us later unless she … (have) a lot of work to do.

10. Fill in the gaps using when or if.

1 A: Have you phoned Paul yet?
B: No, I'll phone him ...when... I get home.
2 A: … I get a new job soon, I may have a party.
B: That's a good idea.
3 A: I really liked that dress we saw.
B: Well, you can buy it … you get paid.
4 A: Shall we go somewhere this weekend?
B: Yes … it's sunny, we could go to the beach.
5 A: Did you make this cake yourself?
B: Yes … you like it, I'll give you the recipe.
6 A: Is Jane still asleep?
B: Yes … she wakes up, I'll tell her you're here.

7 A: Have you done your homework?
B: No. I'll do it … we've finished dinner.
8 A: We've run out of milk.
B: Well, … I go to the shops, I'll buy some more.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров
13.10.2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.О.04 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

год набора: 2022

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Иностранных языков и деловой коммуникации	горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Юсупова Л. Г.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 28.09.2021 г.	Протокол № 2 от 12.10.2021 г.
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

I. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям……... 3
1.1 Повторение материала практических занятий……..... 3
1.2 Чтение и перевод учебных текстов……. 42
1.3 Подготовка к практическим занятиям (запоминание иноязычных лексических единиц и грамматических конструкций) ..……..... 60
1.4 Самостоятельное изучение тем курса (для заочной формы обучения) ……. 73
1.5 Подготовка к контрольной работе 73

II. Другие виды самостоятельной работы……. 73
2.1 Выполнение самостоятельного письменного домашнего задания:
2.1.1 Подготовка к ролевой игре…….. 73
2.1.2 Подготовка к практико-ориентированному заданию ……. 74
2.1.3 Подготовка к опросу …… 75
2.2 Дополнительное чтение профессионально ориентированных текстов и выполнение заданий на проверку понимания прочитанного……. 75
2.3 Подготовка доклада…….. 94
2.4 Подготовка к тесту……..... 95
2.5 Подготовка к экзамену…….. 99

I. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям

1. Повторение материала практических занятий

Практические занятия направлены на развитие умений иноязычного говорения в рамках заданных РПД тем: бытовая сфера общения (Я и моя семья); учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование); социально-культурная сфера общения (Я и моя страна. Я и мир); профессиональная сфера общения (Я и моя будущая специальность).

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My family

My name is Vladimir Petrov. I am … years old. I was born in 19… in Nizhniy Tagil. I went to school when I was 7. In 20… I finished school number 10 in Ekaterinburg. This year I entered the Ural State Mining University. In five years I shall graduate from this University.

I live in the center of Ekaterinburg. I work at the Ministry of Foreign Trade. I'm an engineer & I am also a student. Many engineers in our Ministry learn foreign languages.

My family is not large. I have a wife & two children. My wife's name is Ann & children's names are Nick & Natalie.

My wife is an economist. My wife is a young woman. She is twenty – nine years old. She works at the Ministry of Foreign Trade, too. She goes to the office every day. My wife doesn't learn English. She already knows English very well. She reads many English books, magazines & newspapers. My wife is also a student. She learns German. She likes languages very much & is going to learn French next year.

My daughter is a girl of ten. She goes to school. She has a lot of subjects at school. She also learns English. She also helps her mother at home.

My son is a little boy. He was born five years ago. I take him to the kindergarten every morning.

My parents are not old. My father is 53. He is an engineer. He graduated from The Ural Polytechnical Institute. He works at a big plant. My mother is 51. She is a teacher. She teaches Russian at school. She graduated from the Leningrad Teachers' Training University.

My sister's name is Katya. She works at an office. Besides she studies at an Evening Department. She is married. Her husband is a doctor. He works at a hospital. They have a little son. He is only six months old.

My elder brother, Boris by name, does not stay with us. He lives in Gorky in a large two-roomed flat. He is a designer. He has also a family of his own. He has a wife & two children: a boy & a girl. Their son is already a pupil. My brother & his family often come to see us. We also visit them sometimes.

I also have a grandfather & a grandmother. They are pensioners. My grandmother looks after the house & does the cooking. We usually take our children to the country in summer to stay with their grandparents. They love their grandchildren very much.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My student's life

I'm a student of The Ural State Mining University. I have been a student only one month. I can't speak English very well yet. I am just a beginner. I live in a hostel. It is rather a long way from the University. In fact, it takes me about an hour to get to the University. But it gives me no trouble at all, as I like to get up early. I don't need an alarm-clock to wake me up. I am an early - riser.

Though the hostel is far from the University it is very comfortable & has all modern conveniences.

As a rule I get up at 6.30, do morning exercises & have shower. I don't have a bath in the morning; I have a bath before I go to bed.

For breakfast I have a boiled egg & a cup of coffee in order not to waste the time. At about 7.30 I am quite ready to go. It is about 5 minutes walk from the hostel to the stop. I usually take the 7.40. bus. I walk to the stop as I have plenty of time to catch my bus.

I come to the University 5 minutes before the lesson begins. So I can have a chat with my friends. The majority of my group mates are from Ekaterinburg the others either come from different towns of our country. We usually have a lot of things to talk about.

We don't go out to the lunch. There is a good canteen at the University. It is on the ground floor. But I should say that you have to stand in a queue to have lunch.

I come to the hostel from the University at about 3 o'clock. I live in a single room & have nobody to speak with. In the evening I sometimes go out with my friends. We go to the cinema if there is something new or to the club if there is a dancing party there. But often I stay in, watch TV programs or listen to the music. Then I read a book for half an hour or so & go to sleep. That doesn't take me long, as a rule.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

Ekaterinburg – an Industrial Centre

Ekaterinburg is one of the leading industrial centres of Russia. There are over 200 industrial enterprises of all-Russia importance in it. The key industry is machine-building. The plants of our city produce walking excavators, electric motors, turbines, various equipment for industrial enterprises.

During the Great Patriotic War Sverdlovsk plants supplied the front with arms and munitions and delivered various machinery for restoration of Donbass collieries and industrial enterprises of the Ukraine.

The biggest plants of our city are the Urals Heavy Machine Building Plant (the Uralmash), the Urals Electrical Engineering Plant (Uralelectrotyazhmash), the Torbomotorny Works (TMZ), the Chemical Machinery Building Works (Chimmash), the Verkh Iset Metallurgical Works (VIZ) and many others.

The Urals Heavy Machinery Building Plant was built in the years of the first five-year plan period. It has begun to turn out production in 1933. The machines and equipment produced by the Uralmash have laid the foundation for the home iron and steel, mining and oil industries. The plant produces walking excavators and draglines, drilling rigs for boring super-deep holes, crushing and milling equipment for concentrators. The plant also produces rolling-mills, highly efficient equipment for blast furnaces, powerful hydraulic presses and other machines. The trade mark of the Uralmash is well-known all over the world.

The Electrical Engineering plant was put into operation in 1934. At the present time it is a great complex of heavy electrical machine-building. It produces powerful hydrogenerators, transformers, air and oil switches, rectifiers & other electrical equipment. Besides, it is one of the main producers of high-voltage machinery.

The Turbo-Motorny Works produces turbines & diesel motors for powerful trucks. The turbines manufactured by this plant are widely known not only in our country, but also abroad. The plant turned out its first turbines in 1941.

The Urals Chemical Works, the greatest plant in the country, produces machinery for the chemical industry. It also produces vacuum- filters used in different branches of oil industry.

The Verkh-Iset Metallurgical Works the oldest industrial enterprise in Ekaterinburg is now the chief producer of high grade transformer steel in the country.

Now complex mechanization & automation of production processes are being used at all industrial enterprises of Ekaterinburg. Its plants make great contribution to the development of our country's national economy.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland (the UK) occupies most of the territory of the British Isles. It consists of four main parts: England, Scotland, Wales and Northern

Ireland. London is the capital of England. Edinburgh is the capital of Scotland, Cardiff— of Wales and Belfast — of Northern Ireland. The UK is a small country with an area of some 244,100 square kilometres. It occupies only 0.2 per cent of the world's land surface. It is washed by the Atlantic Ocean in the north-west, north and south-west and separated from Europe by the Severn, but the most important waterway is the Thames.

The climate is moderate and mild. But the weather is very changeable. The population of the United Kingdom is over 57 million people. Foreigners often call British people "English", but the Scots, the Irish and the Welsh do not consider themselves to be English. The English are Anglo-Saxon in origin, but the Welsh, the Scots and the Irish are Celts, descendants of the ancient people, who crossed over from Europe centuries before the Norman Invasion. It was this people, whom the Germanic Angles and Saxons conquered in the 5th and 6th centuries AD. These Germanic conquerors gave England its name — "Angle" land. They were conquered in their turn by the Norman French, when William the Conqueror of Normandy landed near Hastings in 1066. It was from the union of Norman conquerors and the defeated Anglo-Saxons that the English people and the English language were born. The official language of the United Kingdom is English. But in western Scotland some people still speak Gaelic, and in northern and central parts of Wales people often speak Welsh.

The UK is a highly developed industrial country. It is known as one of the world’s largest producers and exporters of machinery, electronics, textile, aircraft, and navigation equipment. One of the chief industries of the country is shipbuilding.

The UK is a constitutional monarchy. In law, Head of the State is Queen. In practice, the country is ruled by the elected government with the Prime Minister at the head. The British Parliament consists of two chambers: the House of Lords and the House of Commons. There are three main political parties in Great Britain: the Labour, the Conservative and the Liberal parties. The flag of the United Kingdom, known as the Union Jack, is made up of three crosses. The big red cross is the cross of Saint George, the patron saint of England. The white cross is the cross of Saint Andrew, the patron saint of Scotland. The red diagonal cross is the cross of Saint Patrick, the patron saint of Ireland.

The United Kingdom has a long and exciting history and a lot of traditions and customs. The favorite topic of conversation is weather. The English like to drink tea at 5 o’clock. There are a lot of high daysin Great Britain. They celebrate Good Friday, Christmastide, Christmas, Valentine`s day and many others. It is considered this nation is the most conservative in Europe because people attach greater importance to traditions; they are proud of them and keep them up. The best examples are their money system, queen, their measures and weights. The English never throw away old things and don’t like to have changes.

Great Britain is a country of strong attraction for tourists. There are both ancient and modern monuments. For example: Hadrian Wall and Stonehenge, York Cathedral and Durham castle. It is no doubt London is the most popular place for visiting because there are a lot of sightseeing like the Houses of Parliament, Buckingham Palace, London Bridge, St Paul’s Cathedral, Westminster Abbey, the Tower of London. Also you can see the famous Tower Clock Big Ben which is considered to be the symbol of London. Big Ben strikes every quarter of an hour. You will definitely admire Buckingham Palace. It’s the residence of the royal family. The capital is famous for its beautiful parks: Hyde Park, Regent’s Park. The last one is the home of London Zoo.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My speciality is Geology

I am a first year student of the Ural State Mining University. I study at the geological faculty. The geological faculty trains geologic engineers in three specialities: mineral prospecting and exploration, hydrogeology and engineering geology, drilling technology.

Geology is the science which deals with the lithosphere of our planet. Geology studies the composition of the Earth's crust, its history, the origin of rocks, their distribution and many other problems.

That is why the science of geology is commonly divided into several branches, such as:

1. General Geology which deals with the composition arid the structure of the Earth and with various geological processes going on below the Earth’s surface and on its surface.

2. Petrology which studies the rocks of the Earth.

3. Mineralogy which investigates the natural chemical compounds of the lithosphere.

4. Paleontology which deals with fossil remains of ancient animals and plants found in rocks.

5. Historic Geology which treats of the Earth's history.

6. Structural Geology which deals with the arrangement of rocks due to the Earth's movements.

7. Economic Geology which deals with occurrence, origin and distribution of mineral deposits valuable to man.

All these branches of geology are closely related to each other.

Geology is of great practical importance because .it supplies industry with all kinds of raw materials, such as ore, coal, oil, building materials, etc.

Geology deals with the vital problem of water supply. Besides, many engineering projects, such as tunnels, canals, dams, irrigation systems, bridges etc. need geological knowledge in choosing construction sites and materials.

The practical importance of geology has greatly increased nowadays. It is necessary to provide a rapid growth of prospecting mineral deposits, such as ores of iron, copper, lead, uranium and others, as well as water and fossil fuels (oil, gas and coal). They are badly needed for further development of all the branches of the national Economy of our country and for creating a powerful economic foundation of the society. The graduates of the geological faculty of the Ural State Mining University work all over the country in mines, geological teams and expeditions of the Urals, Siberia, Kasakhstan, in the North and Far East, etc. as well as abroad.

Very often geologists have to work under hard climatic and geological conditions. They must be courageous, strong and purposeful people, ready to overcome any hardships which nature has put in their way to its underground treasure-house.

Практические занятия направлены также на формирование грамматического навыка по темам: порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях, порядок слов в вопросительном предложении, безличные предложения, местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные), имя существительное, артикли (определенный, неопределенный, нулевой), функции и спряжение глаголов *to be* и *to have, о*борот *there+be,* имя прилагательное и наречие, степени сравнения, сравнительные конструкции, имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат), образование видовременных форм глагола в активном залоге.

Распределение выше указанных тем в учебнике:

- Агабекян И. П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 384 с.: ил. - (Высшее образование) (200 экз. в библиотеке УГГУ) и учебнике:

- Журавлева Р.И. Английский язык: учебник: для студентов горно-геологических специальностей вузов / Р. И. Журавлева. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 508 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 502 (192 экз. в библиотеке УГГУ) представлено в таблице №1:

Таблица №1

Название темы	***Страницы учебников***	
	Агабекян И. П.	*Журавлева Р.И.*
Порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях	148	9
Порядок слов в вопросительном предложении	163-170	10, 24
Безличные предложения	149	440
Местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные)	41-55	101, 439
Имя существительное	66-78	435

Артикли (определенный, неопределенный, нулевой)	78-84	433
Функции и спряжение глаголов *to be* и *to have*	102-104	6-8
Оборот *there+be*	105-107	100
Имя прилагательное и наречие	115	83
Степени сравнения, сравнительные конструкции	115-121	143
Имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат)	261-271	-
Образование видовременных форм глагола в активном залоге	193-209	10, 36, 69

Повторите материал практических занятий!

Порядок слов в английском предложении

В русском языке, благодаря наличию падёжных окончаний, мы можем переставлять члены предложения, не меняя основного смысла высказывания. Например, предложения Студенты изучают эти планы и Эти планы изучают студенты совпадают по своему основному смыслу. Подлежащее в обоих случаях - студенты, хотя в первом предложении это слово стоит на первом месте, а во втором предложении - на последнем.

По-английски такие перестановки невозможны. Возьмём предложение The students study these plans Студенты изучают эти планы. Если подлежащее и дополнение поменяются местами, то получится бессмыслица: These plans study the students Эти планы изучают студентов. Произошло это потому, что слово plans, попав на первое место, стало подлежащим.

Английское предложение имеет твёрдый порядок слов.

Порядок слов в английском предложении показан в этой таблице:

I	**II**	**III Дополнение**			**IV Обстоятельство**
Подлежащее	**Сказуемое**	**Косвенное без предлога**	**Прямое**	**Косвенное с предлогом**	
We Мы	study изучаем		math математику		
He Он	gives дает	us нам	lessons уроки		in this room. в этой комнате
She Она	reads читает		her notes свои заметки	to Peter Петру	every day. каждый день

Вопросительное предложение

Общее правило построения вопросов в английском языке таково: Все вопросы (кроме специальных вопросов к подлежащему предложения) строятся путем инверсии. Инверсией называется нарушение обычного порядка слов в английском предложении, когда сказуемое следует за подлежащим.

В тех случаях, когда сказуемое предложения образовано без вспомогательных глаголов (в Present и Past Indefinite) используется вспомогательный глагол to do в требуемой форме - do/does/did.

Общие вопросы

Общий вопрос задается с целью получить подтверждение или отрицание высказанной в вопросе мысли. На общий вопрос обычно дается краткий ответ: "да" или "нет".

Для построения общего вопроса вспомогательный или модальный глагол, входящий в состав сказуемого, ставится в начале предложения перед подлежащим.

а) Примеры сказуемого с одним вспомогательным глаголом: Is he speaking to the teacher? - Он говорит с учителем?

б) Примеры сказуемого с несколькими вспомогательными глаголами:

You will be writing letters to us. – Ты будешь писать нам письма.
Will you be writing letters to us? – Будешь ли ты писать нам письма?
Примеры с модальными глаголами:
She can drive a car. – Она умеет водить машину.
Can she drive a car? - Она умеет водить машину? (Yes, she can.; No, she cannot)

Когда в составе сказуемого нет вспомогательного глагола (т.е. когда сказуемое выражено глаголом в Present или Past Indefinite), то перед подлежащим ставятся соответственно формы do / does или did; смысловой же глагол ставится в форме инфинитива без to (словарная форма) после подлежащего.

С появлением вспомогательного глагола do на него переходит вся грамматическая нагрузка - время, лицо, число: в Present Indefinite в 3-м лице ед. числа окончание -s, -es смыслового глагола переходит на глагол do, превращая его в does; а в Past Indefinite окончание прошедшего времени -ed переходит на do, превращая его в did.
Do you go to school? – Ходишь ли ты в школу?
Do you speak English well? - Ты хорошо говоришь по-английски?

Ответы на общие вопросы

Общий вопрос требует краткого ответа "да" или "нет", которые в английском языке образуются следующим образом:

а) Положительный состоит из слова Yes за которым (после запятой) идет подлежащее, выраженное личным местоимением в им. падеже (никогда не используется существительное) и тот вспомогательный или модальный глагол, который использовался в вопросе (вспомогательный глагол согласуется с местоимением ответа);

б) Отрицательный ответ состоит из слова No, личного местоимения и вспомогательного (или модального) глагола с последующей частицей not
Например: Are you a student? - Ты студент?
Yes, I am. - Да.; No, I am not. - Нет.
Do you know him? – Ты знаешь его?
Yes, I do. – Да (знаю).; No, I don't. – Нет (не знаю).

Специальные вопросы

Специальный вопрос начинается с вопросительного слова и задается с целью получения более подробной уточняющей информации. Вопросительное слово в специальном вопросе заменяет член предложения, к которому ставится вопрос.
Специальные вопросы могут начинаться словами:
who? – кто? whom? – кого? whose? - чей? what? – что? какой? which? – который?
when? – когда? where? – где? куда? why? – почему? how? – как?
how much? – сколько? how many? – сколько? how long? – как долго? сколько времени?
how often? – как часто?

Построение специальных вопросов:

1) Специальные вопросы ко всем членам предложения, кроме подлежащего (и его определения) строятся так же, как и общие вопросы – посредством инверсии, когда вспомогательный или модальный глагол ставится перед подлежащим.

Специальный вопрос (кроме вопроса к подлежащему) начинается с вопросительного слова или группы слов за которым следуют вспомогательный или модальный глагол, подлежащее и смысловой глагол (сохраняется структура общего вопроса).

Вопрос к прямому дополнению:
What are you reading? Что ты читаешь?
What do you want to show us? Что вы хотите показать нам?

Вопрос к обстоятельству

Обстоятельства бывают разного типа: времени, места, причины, условия, образа действия и др.

He will come back tomorrow. – Он вернется завтра.
When will he come back? – Когда он вернется?
What did he do it for? Зачем он это сделал?
Where are you from?

Вопрос к определению

Вопрос к определению начинается с вопросительных слов what какой, which (of) который (из), whose чей, how much сколько (с неисчисляемыми существительными), how many сколько (с исчисляемыми существительными). Они ставятся непосредственно перед определяемым существительным (или перед другим определением к этому существительному), а затем уже идет вспомогательный или модальный глагол.

What books do you like to read? Какие книги вы любите читать?
Which books will you take? Какие книги (из имеющихся) вы возьмете?

Вопрос к сказуемому

Вопрос к сказуемому является типовым ко всем предложениям: ”Что он (она, оно, они, это) делает (делал, будет делать)?”, например:
What does he do? Что он делает?

Специальные вопросы к подлежащему

Вопрос к подлежащему (как и к определению подлежащего) не требует изменения прямого порядка слов, характерного для повествовательного предложения. Просто подлежащее (со всеми его определениями) заменяется вопросительным местоимением, которое исполняет в вопросе роль подлежащего. Вопросы к подлежащему начинаются с вопросительных местоимений:

who – кто (для одушевленных существительных)
what - что (для неодушевленных существительных)
The teacher read an interesting story to the students yesterday.
Who read an interesting story to the students yesterday?

Сказуемое в таких вопросах (после who, what в роли подлежащего) всегда выражается глаголом в 3-м лице единственного числа (не забудьте про окончание -s в 3-м лице ед. числа в Present Indefinite. Правила образования -s форм см. здесь.):
Who is reading this book? Кто читает эту книгу?
Who goes to school?

Альтернативные вопросы

Альтернативный вопрос задается тогда, когда предлагается сделать выбор, отдать чему-либо предпочтение.

Альтернативный вопрос может начинаться со вспомогательного или модального глагола (как общий вопрос) или с вопросительного слова (как специальный вопрос) и должен обязательно содержать союз or - или. Часть вопроса до союза or произносится с повышающейся интонацией, после союза or - с понижением голоса в конце предложения.

Например вопрос, представляющий собой два общих вопроса, соединенных союзом or:
Is he reading or is he writing?
Did he pass the exam or did he fail?

Вторая часть вопроса, как правило, имеет усеченную форму, в которой остается (называется) только та часть, которая обозначает выбор (альтернативу):
Is he reading or writing?

Разделительные вопросы

Основными функциями разделительных вопросов являются: проверка предположения, запрос о согласии собеседника с говорящим, поиски подтверждения своей мысли, выражение сомнения.

Разделительный (или расчлененный) вопрос состоит из двух частей: повествовательной и вопросительной.

Первая часть - повествовательное утвердительное или отрицательное предложение с прямым порядком слов.

Вторая часть, присоединяемая через запятую, представляет собой краткий общий вопрос, состоящий из местоимения, заменяющего подлежащее, и вспомогательного или модального глагола. Повторяется тот вспомогательный или модальный глагол, который входит в состав сказуемого первой части. А в Present и Past Indefinite, где нет вспомогательного глагола, употребляются соответствующие формы do/ does/ did.

В второй части употребляется обратный порядок слов, и она может переводится на русский язык: не правда ли?, не так ли?, верно ведь?

1. Если первая часть вопроса утвердительная, то глагол во второй части стоит в отрицательной форме, например:

You speak French, don't you? You are looking for something, aren't you? Pete works at a plant, doesn't he?

2. Если первая часть отрицательная, то во второй части употребляется утвердительная форма, например:

It is not very warm today, is it? John doesn't live in London, does he?

Безличные предложения

Поскольку в английском языке подлежащее является обязательным элементом предложения, в безличных предложениях употребляется формальное подлежащее, выраженное местоимением it. Оно не имеет лексического значения и на русский язык не переводится.

Безличные предложения используются для выражения:

1. Явлений природы, состояния погоды: It is/(was) winter. (Была) Зима. It often rains in autumn. Осенью часто идет дождь. It was getting dark. Темнело. It is cold. Холодно. It snows. Идет снег.

2. Времени, расстояния, температуры: It is early morning. Ранее утро. It is five o'clock. Пять часов. It is two miles to the lake. До озера две мили. It is late. Поздно.

3. Оценки ситуации в предложениях с составным именным (иногда глагольным) сказуемым, за которым следует подлежащее предложения, выраженное инфинитивом, герундием или придаточным предложением: It was easy to do this. Было легко сделать это.
It was clear that he would not come. Было ясно, что он не придет.

4. С некоторыми глаголами в страдательном залоге в оборотах, соответствующих русским неопределенно-личным оборотам: It is said he will come. Говорят, он придет.

Местоимение. The Pronoun.
Классификации местоимений.

1	**personal**	личные
2	**possessive**	притяжательные
3	**demonstrative**	указательные
4	**indefinite and negative**	неопределенные и отрицательные
5	**quantifiers**	количественные
6	**reflexive**	возвратные
7	**reciprocal**	взаимные
8	**relative**	относительные
9	**defining**	определительные
10	**interrogative**	вопросительные

I. Личные (personal) местоимения

Общий падеж		**Объектный падеж**	
I	я	**me**	мне, меня
he	он	**him**	его, ему
she	она	**her**	ей, о ней
it	оно, это	**it**	ей, ему, этому
we	мы	**us**	нам, нас

they	они	**them**	им, их
you	ты, вы	**you**	тебе, вам

Внимание! He (он) и **she (она)** в английском языке можно говорить только про людей. Все остальные английские существительные (предметы, животные, явления природы, чувства и т. д.) - обозначаются – it (оно, это).

he	**she**	**it**
a boy – мальчик **a man –** мужчина **brother –** брат **father –** отец **Nick –** Николай **Mr Grey –** мистер Грей	**a girl –** девочка **a woman –** женщина **sister – с**естра **motherч–** мама **Kate –** Катя **Mrs Grey –** миссис Грей	**a cat –** кот **a wall –** стена **rain –** дождь **love –** любовь **a hand –** рука **an apple -** яблоко

Англичане говорят <u>It's me</u>, а не It's I (это я).

II. Притяжательные (possessive) местоимения

Притяжательные местоимения выражают принадлежность и имеют в английском языке **две формы - основную** (после этой формы обязательно требуется существительное).
Whose pen is it? - *Чья это ручка?* - **It's my pen**. - *Это моя ручка*.
И **абсолютную** (существует самостоятельно, без существительного) - **It's mine.** - *Это моя.*

Личное местоимение	**Основная форма**	**Абсолютная форма**
I – я **he –** он **she –** она **it – оно,** это **we –** мы **you –** ты, вы **they -** они	**my (toy) -** моя (игрушка) **his (toy) -** его (игрушка) **her (toy) -** ее (игрушка) **its (toy) -** его (не о человеке) **our (toy) -** наша (игрушка) **your (toy) -** ваша, твоя (игрушка) **their (toy) -** их (игрушка)	**his -** его **hers -** ее **its -** его (этого) **ours -** наша **yours -** ваша, твоя **theirs -** их

III. Указательные (demonstrative) местоимения

this (это, эта, этот) **– these** (эти) **that** (то, та, тот) **- those** (те)

IV. Неопределенные (indefinite) и отрицательные (negative) местоимения

Местоимения some, any, every, и их производные

• Если у вас есть, например, яблоки и вы знаете, сколько их, вы говорите:
I have/l have got three apples. *У меня есть 3 яблока,*
• Если вы не знаете точное количество, то используйте неопределенное местоимение **some: I have/1 have got apples.** *У меня есть несколько яблок (некоторое количество).*

Производные от неопределенных местоимений

Слово **"think"** обозначает **"вещь"** (не обязательно материальная).
Слово **"body"** обозначает **"тело".** Эти слова являются основой для целого ряда словообразований.

Thing используется для неодушевленных (что-то):

some		**something –** *что-то, что-нибудь*
any		**anything -** *что-то, что-нибудь*
	thing	
no		**nothing -** *ничего, ничто*

every	**everything** - *все*
Body/one - для одушевленных (кто-то):	
some	**somebody/someone** – *кто-то, кто-нибудь*
any	**anybody/anyone** - *кто-то, кто-нибудь*
body/one	
no	**nobody / no one** - *никого, никто*
every	**everybody /everyone** – *все, каждый*
Местоимение **some** и основа **body** должны произноситься и писаться слитно, в противном случае вместо **somebody** – *кто-то*, получится **some body** - *какое-то тело*, **Something/somebody/someone** - в утвердительных предложениях, **anything/anybody/anyone** - в отрицательных и вопросительных предложениях**, nothing/nobody/no one** – в отрицательных. **Anything/anybody/anyone** - также используются в утвердительных предложениях, но в значении *что угодно/кто угодно*	

somewhere - *где-нибудь, куда-нибудь*	**anywhere** - *где угодно*
nowhere - *нигде*	**everywhere** - *везде*

V. Количественные (quantifiers) местоимения

Many и much - оба слова обозначают **" много"**, С **исчисляемыми** существительными (теми, которые можно посчитать, можно образовать множественное число) используется слово **many**, а с **неисчисляемыми** - слово **much**.	
many girls - *много девочек* **many boys** - *много мальчиков* **many books** - *много книжек*	**much snow** - *много снега* **much money** - *много денег* **much time** - *много времени*
How many? **How much?** } **сколько?**	**How many girls?** - *Сколько девочек?* **How much sugar?** - *Сколько сахара?* **How much sugar?** - *Сколько сахара?*
a lot of... - много - используется и с исчисляемыми, и с неисчисляемыми существительными a lot без (of) используется и без существительного. **Сравните**: He writes **a lot** of funny stories**.** *Он пишет много забавных рассказов.* He writes **a lot.** *Он много пишет.*	girls – много девочек **a lot of** sugar - много сахара
В утвердительных предложениях используйте **a lot of.** В отрицательных и в вопросительных **many/much,** **Сравните:** (+) My grandmother often cooks **a lot of** tasty things. *Моя бабушка часто готовит много вкусного*. (-) But we don't eat **much.** *Но мы не едим много*. (?) Do you eat much? *Вы много едите?* Иногда слова **much** и **a lot** являются синонимами слова **"часто":** Do you ski **much**? *Вы много (часто) катаетесь на лыжах?* No, not much (= not often).Нет, не часто.	

Few, little, a few, a little
С неисчисляемыми существительными используйте слово little (мало),
а с исчисляемыми - few (мало).

few books - мало книг **few girls** - мало девочек **few boys** - мало мальчиков	**little time** - мало времени **little money** - мало денег **little snow** - мало снега
little **few** } **мало (т.е. надо еще)**	**a little** **a few** } **немного (т.е. пока хватает)**

VI. Возвратные (reflexive) местоимения

Возвратные местоимения образуются от личных местоимений в объектном падеже и притяжательных местоимений прибавлением **- self** в единственном числе и **- selves** во множественном числе. Возвратные местоимения используются для того, чтобы показать, что объект, названный подлежащим предложения сам совершает действие.

Личное местоимение	**Возвратное местоимение**	**Пример**	**Перевод**
I	myself	I did it myself.	Я сделал это сам
he	himself	He did it himself.	Он сделал это сам.
she	herself	She did it herself.	Она сделала это сама
you	yourself	You did it yourself.	Вы сделали это сами.
they	themselves	They did it themselves.	Они сделали это сами.
we	ourselves	We did it ourselves.	Мы сделали это сами.

VII. Взаимные (reciprocal) местоимения

Each other - друг друга (относится к двум лицам или предметам).
One another - друг друга (относится к большему количеству лиц или предметов).
They spoke to <u>each other</u> rather friendly. *Они разговаривали друг с другом довольно дружелюбно.*
They always help <u>one another</u>. *Они всегда помогают друг другу.*

VIII. Относительные (relative) местоимения

Who (whom), whose, which, that

who	**Именительный падеж <u>who</u> (подлежащее)** **The girl <u>who</u> is playing the piano is my sister.** *Девочка, которая играет на пианино, - моя сестра.*
	Объектный падеж <u>whom</u> (дополнение) **The man <u>whom</u> I love the best is your brother.** *Человек, которого я люблю больше всех, - твой брат.*
which	**Для неодушевленных предметов и животных** **The flowers <u>which</u> you brought me were pretty nice.** *Цветы, которые ты мне принес, очень милые.*
whose	**Для одушевленных существительных** **This is the man <u>whose</u> book we read yesterday.** *Это человек, книгу которого мы читали вчера.*
	Для неодушевленных существительных **We saw the tree <u>whose</u> leaves were absolutely yellow.** *Мы увидели дерево, листья которого были абсолютно желтыми.*
that	**Для одушевленных существительных** **This is the man <u>that</u> we saw yesterday.** *Это мужчина, которого мы видели вчера.*
	Для неодушевленных существительных **This is the film <u>that</u> we saw yesterday.** *Это фильм, который мы видели вчера.*

IX. Определительные (defining) местоимения

all

Употребление	**Примеры**	**Перевод**
определяет неисчисляемые	He spent **all his** time fishing on the	Он провел все свое время,

существительные	lake**.**	ловя рыбу на озере.
определяет исчисляемые существительные	**All the** boys like football. **(the после all!)**	Все мальчишки любят футбол.
all = everything	I know **all/everything.**	Я знаю всё.
all = everybody	**All** were hungry. **Everybody** was hungry.	Все были голодны. Все были голодны.
we all = ail of us you all = all of you they all = ail of them	We **all** love you very much = **All** of us love you very much.	Мы все тебя очень любим

both

Употребление	Примеры	Перевод
определяет существительные	**Both (the/my) friends like football.**	Оба моих друга любят футбол
допускается использование артикля вместо указательных местоимений после both	**Both these/the men are Russian.**	Оба (эти) мужчины - русские.
употребляется вместо существительного	**He gave me two apples. Both were sweet.**	Он дал мне два яблока. Оба были сладкими.
they both = both of them you both = both of you we both = both of us	**They both (both of them) came to visit us.**	Они оба пришли навестить нас.
в устойчивой конструкции **both...and.**	**Both mother father were at home**	И мама, и папа были дома.
в отрицательных предложениях **вместо both** используется **neither**	**Both of them know English. Neither of them know English.**	Они оба знают английский. Ни один из них не знает английского.

either/neither

	Употребление	Примеры	Перевод
either	любой из двух (артикль не ставится)	**I've got 2 cakes. Take either cake.**	У меня 2 пирожных. Возьми любое.
	каждый, оба, и тот, и другой	**There are windows on either side of the house.**	С обеих сторон дома есть окна.
	заменяет существительное (глагол в ед. числе)	**Either of dogs is always hungry.**	Любая из собак вечно голодная.
neither	отрицательное местоимение-определение (ни тот, ни другой)	**Neither of examples is correct.**	Ни один из примеров не верен.
	в констр. neither.. .nor (ни.. .ни)	**I like neither tea, nor coffee.**	Я не люблю ни чай, ни кофе.

other, another, the other, the others (другой, другие)

	Употребление	Примеры	Перевод
the other	другой (второй), другой из двух	**You've got 2 balls: one and the other.**	У тебя 2 мяча: один и другой.
another	другой из многих, еще один	**Take another ball.**	Возьми другой мяч. (Любой, но не этот.)
other	другие (любые), не последние	**Take other 2 balls.**	Возьми другие 2 мяча. (Из многих.)

the others	другие (определенные)	**There are 4 balls: 2 balls are red and the others are blue.**	Есть 4 мяча: 2 красных, а другие 2 - синие.

X. Вопросительные (interrogative) местоимения

what	что	**What's this?**	Что это?
which	который	**Which of them?**	Который из них?
who	кто, кого	**Who was that?**	Кто это был?
whom	кого	**Whom did you meet?**	Кого ты встретил?
whose	чей	**Whose book is it?**	Чья это книга?

Имя существительное. The Noun

Категории	Существительное в русском языке	Существительное в английском языке
Число	**Изменяется**	**Изменяется**
Падеж	**Изменяется**	**Не изменяется**

The Plural Form of Nouns

Образование множественного числа у английских существительных

Способ образования	Примеры	Перевод
после глухих согласных	**a book - books** **a cup - cups**	**книга - книги** **чашка - чашки**
после звонких согласных и гласных -	a name - names a girl - girls	**имя - имена** **девочка - девочки**
после шипящих, свистящих звуков -ch, -sh, -x, -s, -z: -es	a palace - palaces a bush - bushes a box - boxes a church - churches	дворец - дворцы куст - кусты коробка - коробки церковь - церкви
слово заканчивается на -y: 1) гласная +y	**a toy - toys** **a boy - boys**	игрушка - игрушки мальчик - мальчики
2) согласная **+** y	**a family - families** **a story - stories**	**семья - семьи** **история - истории**
слово заканчивается на *-file*	**a leaf - leaves** **a shelf - shelves**	лист - листья полка - полки

Особые случаи образования множественного числа

Ед. число	**Мн. число**	**Перевод**
man	men	мужчина - мужчины
woman	women	женщина - женщины
foot	feet	нога (стопа) - ноги (стопы)
child	children	ребенок - дети
goose	geese	гусь - гуси
mouse	mice	мышь - мыши
ox	oxen	**бык - быки**
tooth	teeth	**зуб - зубы**

Слова - заместители существительных **Substitutions: one/ones**

При повторном использовании одного и того же существительного в одном предложении, вместо него следует использовать one (в единственном числе) и ones (во множественном числе):

This table is bigger that that one - Этот стол больше, чем тот (стол).
These table are bigger than those ones. - Эти столы больше, чем те (столы).

Со словами one/ones **может быть использован артикль, если перед ними стоит прилагательное.**	
What apple do you want? **Какое ты хочешь яблоко?** **The red one. Красное.**	**What apples do you want?** **Какие яблоки ты хочешь?** **The red ones. Красные.**

Английские существительные не имеют падежных окончаний традиционно выделяют два падежа -общий и притяжательный.

Общий падеж

И. п. Эта девочка хорошо говорит по-английски.	This girl speaks English well.
Р. п. Это собака той девочки.	It's a dog of that girl.
Д. п. Я дал яблоко той девочке. .	I gave an apple to that girl.
В. п. Я вижу маленькую девочку. .	1 can see a little girl.
Т. п. Я люблю гулять с этой девочкой.	1 like to play with this girl.
П. п. Я часто думаю об этой девочке.	1 often think about this girl.

Притяжательный падеж. The Possessive Case
Образование притяжательного падежа

	Образование	**Примеры**	**Перевод**
существительные в единственном числе	**'s**	**bird's house** **child's ball**	домик птички мячик ребенка
существительные во множественном числе (группа исключений}	**'s**	**children's bail** **women's rights**	мячик детей права женщин
существительное во множественном числе	**'**	**girls' toy** **birds' house**	игрушка девочек домик птичек

Формула притяжательного падежа обычно имеют лишь одушевленные существительные, обозначающие живое существо, которому что-то принадлежит,

my mother's book - мамина книга,

this girl's bail - мячик девочки,

the bird's house - домик птички

Для того, чтобы показать принадлежность объекта неодушевленному предмету, используется предлог of:

the handle of the door (ручка (от) двери), но чаще образуется составное существительное door-handle,

Артикль. The Article

1. Неопределенный a/an (используется перед исчисляемыми существительными в единственном числе)

a cat –кот a dog –собака a boy – мальчик a girl -девочка
a teacher - учитель

2. Определенный the (может использоваться с любыми существительными)

the cat -кот the houses –дома the water -вода the weather –погода
the flowers - цветы

Если слово начинается с гласной буквы, к артиклю "a" добавляется буква "n", для того, чтобы две гласные не сливались: an apple (яблоко), an orange (апельсин), an author (автор) и т, д. Слово "an hour" (час) начинается с согласной буквы "h", но в слове эта буква не читается, т.е. слово начинается с гласного звука, поэтому к артиклю "a" также добавляется n = an

Упоминая объект впервые, перед ним ставят неопределенный артикль a/an при вторичном с упоминании того же самого объекта, перед ним ставят определенный артикль the

I see a cat, Я вижу кота (одного). The cat is black. (этот) Кот – черный.

This is a kitten. Это - котенок. (Один из многих) The kitten is hungry. (этот) Котенок - голодный.

I have a book- У меня есть книга. The book is interesting. (эта) Книга - интересная.

Неопределенный артикль a/an опускается перед исчисляемыми существительными и существительными во множественном числе.

a pen - pens (ручка - ручки) a dog - dogs (собака - собаки) a book - books (книга -книги)
- water (вода) - snow (снег) - meat (мясо)

Использование неопределенного артикля a

один из множества (любой)	This is a cat.
первое упоминание в тексте	I see a bird.
при упоминании профессии	My brother is a pilot.
в восклицательных предложениях	What a good girl! What a surprise! Such a fine room!
вместо слова один	She is coming for a weak.
в определенных конструкциях there is a... I have a… he has a... I see a... this is a... that is a… It is a... Iama… he/she is a…	There is a book here. I have got a nice coat. He has a kind smile. I see a wolf. This is a dog. That is a doctor. It is a red pen. I am a good swimmer. He/she is a tourist
в ряде устойчивых словосочетаний at a quarter.., in a loud, (a low, an angry voice) to have a good time a lot of to go for a walk such a... after a while in a day (a month, a week, a year)	Come at a quarter to 8. Don't speak to him in an angry voice. We had a good time in the country. She has got a lot of presents. Let's go for a walk. He is such a clever boy. You'll see them after a while. We are living in a day.

Использование определенного артикля the

если речь идет о конкретном лице или предмете	The pen is on the table.
при повторном упоминании того же самого объекта	I see a cat. The cat is black.
если слово обозначает нечто, существующее в единственном лице, с частями света	the sun, the moon, the Earth
со словами: only (только), main (главный), central (центральный), left (левый), right (правый), wrong (неправильный), next (следующий), last (последний), final (заключительный)	The only man I love the main road to the left, to the right It was the right answer. the final test
с порядковыми числительными	the first, the tenth

с прилагательными в превосходной степени	the kindest, the most interesting the best
с музыкальными инструментами и танцами	to play the piano, to dance the tango
с обобщающими существительными (класс людей» животных, термины, жанры)	The Britons keep their traditions.
с названиями музеев, кинотеатров, кораблей, галерей, газет, журналов	the Hermitage the Tretyakov Gallery the Avrora the Seasame Street
с названиями океанов, рек, морей, каналов, пустынь, групп, островов, штатов, горных массивов, наименований с of	the Atlantic ocean the Neva river the Black sea Changing of the Guard

Использование определенного артикля в ряде устойчивых словосочетаний

in the middle, in the corner	The table is in the middle of the room.
in the morning, In the evening, in the afternoon	I never drink coffee in the evening.
what's the use?	What's the use of going there so late?
to the cinema, to the theatre, to the shop, to the market	Do you like going to the theatre? He works at the shop.
at the cinema, at the theatre, at the shop, at the market	The fact is that I have no money at all.
the fact is (was) that...	Where is the doctor?
where is the…?	We always spend summer in the country.
in the country, to the country	

Сколько бы прилагательных-определений ни стояло перед существительным, все эти определения ставятся между артиклем и существительным: A big, black, fat cat большой, черный, толстый кот.

Случаи, когда артикль не употребляется

если, перед существительным стоит притяжательное местоимение	a pen - my pen a dog - his dog the teacher - our teacher the apple - her apple
если перед существительным стоит указательное местоимение	the cats - those cats the books - these books a mouse - this mouse
если стоит другое существительное в притяжательном падеже	a car - father's car the horse - farmer's horse a bike - brother's bike the doll - sister's doll
если перед существительным стоит, количественное числительное	5 balls, 7 bananas, 2 cats
если перед существительным стоит отрицание "no"	She has no children. I see no birds.
перед именами	Mike, Kate, Jim, etc
с названиями дней недели	Sunday, Monday, etc.
с названиями месяцев	May, December, etc.
с названиями времен года	in spring, in winter
с названиями цветов	white, etc. I like green
с названиями спортивных игр	football, chess, etc.
с названиями блюд, напитков	tea, coffee, soup, etc,
с названиями праздников	Easter, Christmas, etc.

с названиями языков, если нет слова (язык). Если есть, нужен артикль the	English, etc. I learn English, the English language
с названиями стран	Russia, France, etc HO: the USA, the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, the Netheriands, the Ukraine, the Congo
с названиями городов	Moscow, Paris, etc.
с названиями улиц, площадей	Trafalgar Square
с названиями парков	St James' Park, Hyde Park
с названиями мостов	Tower Bridge
с названиями одиночных гор	Kilimanjaro
с названиями озер	Loch Ness
с названиями континентов	Asia, Australia, etc.
с названиями одиночных островов	Cyprus
если перед существительными стоит вопросительное или отрицательное местоимение	what animals can swim? I know what thing you have lost!

ГЛАГОЛ (THE VERB)

Глаголом называется часть речи, обозначающая действие или состояние предмета или лица.

В английском языке признаком глагола в неопределенной форме (инфинитиве) является частица to.

По своей структуре глаголы делятся на:

1. Простые, состоящие только из одного корня:

to fire - стрелять; зажигать
to order - приказывать
to read - читать
to play - играть

2. Производные, состоящие из корня и префикса, из корня и суффикса или из корня, префикса и суффикса:

to unpack - распаковывать
to dismiss - увольнять, отпускать
to realize - представлять себе
to shorten - укорачивать (ся)
to encounter - встречать (ся), наталкивать (ся)
to regenerate - перерождаться, возрождаться

3. Сложные, состоящие из двух основ (чаще всего основы существительного или прилагательного и основы глагола):

to broadcast (broad + cast) - передавать по радио
to whitewash (white + wash) - белить

4. Составные, состоящие из глагольной основы и наречия или предлога:

to carry out - выполнять
to sit down - садиться

По значению глаголы делятся на смысловые и служебные.

1. Смысловые глаголы имеют самостоятельное значение, выражают действие или состояние: Lomonosov as a poet and scientist played a great role in the formation of the Russian literary language. Как поэт и ученый Ломоносов сыграл огромную роль в создании русского литературного языка.

2. Служебные глаголы не имеют самостоятельного значения и употребляются для образования сложных форм глагола или составного сказуемого. Они являются спрягаемым элементом сказуемого и в его формах выражается лицо, число и время. К ним относятся:

1. Глаголы-связки to be быть, to become становиться, to remain оставаться, to grow становиться, to get, to turn становиться, to look выглядеть, to keep сохраняться.

Every man is the maker of his own fortune. Каждый человек-творец своей судьбы.

2. Вспомогательные глаголы to be, to do, to have, to let, shall, will (should, would):

The kitchen was supplied with every convenience, and there was even a bath-room, a luxury the Gerhardts had never enjoyed before. На кухне имелись все удобства; была даже ванная комната- роскошь, какой Герхардты никогда до сих пор не обладали.

3. Модальные глаголы can, may, must, ought, need: He that would eat the fruit must climb the tree. Кто любит фрукты, должен влезть на дерево (чтобы сорвать). (Любишь кататься-люби и саночки возить.)

Все формы глагола в английском языке делятся на личные и неличные.

Личные формы глагола выражают время, лицо, число, наклонение. Они выполняют в предложении функцию сказуемого. К личным формам относятся все формы времен действительного и страдательного залога (изъявительного и сослагательного наклонения):

As you leave the Kremlin by Spassky Gate you come out on the Red Square. Если вы выходите из Кремля мимо Спасских Ворот, вы оказываетесь на Красной площади.

Неличные формы глагола не различаются по лицам и числам. Они не могут самостоятельно выполнять в предложении функцию сказуемого, но могут входить в его состав. К неличным формам относятся: инфинитив, причастие и герундий. Every step towards eliminating nuclear weapons is in the interests of every nation. Любой шаг в направлении уничтожения ядерного оружия служит интересам каждого государства.

Личные формы глагола в английском языке имеют три наклонения: изъявительное (the Indicative Mood), повелительное (the Imperative Mood) и сослагательное (the Subjunctive Mood).

Глаголы в изъявительном наклонении выражают реальное действие, передают факты:

His son goes to school. Его сын учится в школе.

She has written an interesting article. Она написала интересную статью.

A new building of the theatre was built in this street. На этой улице построили новое здание театра.

Глаголы в повелительном наклонении выражают приказание, просьбу, совет, запрещение, команду:

"Don't buy them", warned our cautious driver. "Не покупайте их", - предупредил наш осторожный шофер.

Undertake not what you cannot perform but be careful to keep your promise. Не беритесь за то, что не сможете выполнить, но старайтесь сдержать обещание.

Глаголы в сослагательном наклонении выражают действие не реальное, а желательное или предполагаемое: If there were no bad people, there would be no good lawyers. Если бы не было плохих людей, не было бы хороших адвокатов.

Как личные, так и неличные формы глагола имеют **два залога**: действительный (the Active Voice) и страдательный (the Passive Voice).

Глаголы в действительном залоге выражают действие, которое производится подлежащим: I inform you that I have carried out the mission. Сообщаю, что я выполнил задание.

Глаголы в страдательном залоге выражают действие, которое испытывает на себе подлежащее: I was informed that the mission had been carried out. Мне сообщили, что задание было выполнено.

Формы глагола могут выражать отношение между действием и временем. В русском языке бывают глаголы **совершенного и несовершенного вида**. **Глаголы совершенного вида** обозначают действие, которое закончено, и есть его результат:

Он прочитал эту статью с интересом.

Глаголы несовершенного вида обозначают действие, указывая на его повторяемость, длительность, незаконченность: Вчера он читал эту статью с интересом. (Но он мог и не прочитать ее).

Вид глагола в русском языке выражается либо изменением его формы, либо с помощью суффиксов и приставок. Видовые значения глагола в английском языке выражаются сочетанием вспомогательного глагола с причастием настоящего или прошедшего времени смыслового глагола.

В английском языке четыре видо-временных группы глагола: неопределенные времена (Indefinite Tenses), продолженные времена (Continuous Tenses), совершенные времена (Perfect Tenses), и совершенные продолженные времена (Perfect Continuous Tenses). В каждой временной группе три времени: настоящее (Present), прошедшее (Past), будущее (Future).

Глагол “to be”

A: Are you from England?
B: No, we aren't. We're from China.

He's Tom and she's Helen. They are friends.

Утверждение		Отрицание		Вопрос
Полная форма	Краткая форма	Полная форма	Краткая форма	Am I?
I am	I'm	I am not	I'm not	Are you?
You are	You're	You are not	You aren't	Is he?
He is	He's	He is not	He isn't	Is she?
She is	She's	She is not	She isn't	Is it?
It is	It's	It is not	It isn't	Are we?
We are	We're	We are not	We aren't	Are you?
You are	You're	You are not	You aren't	Are they?
They are	They're	They are not	They aren't	

Краткими ответами называются ответы на вопросы, начинающиеся с глагольной формы is /are; в кратком ответе содержание вопроса не повторяется. Употребляется только Yes или No, далее личное местоимение в именительном падеже и глагольная форма is (isn't) / are (aren't). Например: Are you British? No, I'm not.
Yes, I am /we are. No, I'm not/we aren't.
Yes, he/she/it is. No, he/she/it isn't.
Yes, they are. No, they aren't.

WAS/WERE

Bob is eighty. He's old and weak.
Mary, his wife is seventy-nine. She's old too.
Fifty years ago they were young. Bob was strong. He wasn't weak. Mary was beautiful. She wasn't old.
В прошедшем простом времени (past simple) глагол "to be" с личными местоимениями в именительном падеже имеет следующие формы: was для I, he, she, it и –were для –we, you, they. В вопросахwas/were ставятся перед личным местоимением в именительном падеже (I, you, he и т.д.) или существительным. Например: She was ill yesterday. -> Was she ill yesterday? Отрицания образуются путем постановки not после was/were. Например: She was not ill yesterday. She wasn't ill yesterday.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
I was	I was not	I wasn’t	Was I?
You were	You were not	You weren’t	Were you?
He was	He was not	He wasn’t	Was he?

She was	She was not	She wasn’t	Was she?
It was	It was not	It wasn’t	Was it?
We were	We were not	We weren’t	Were we?
You were	You were not	You weren’t	Were you?
They were	They were not	They weren’t	Were they?

ОБОРОТ THERE IS/THERE ARE

There is a sofa in the room. There are two pictures on the wall. There isn't a TV in the room. What else is there in the room?

Мы употребляем конструкцию there is/there are, чтобы сказать, что кто-то или что-то существует или находится в определенном месте. Краткая форма there is – there’s. There are не имеет краткой формы. Например: There is (There's) a sofa in the room. There are four children in the garden.

Вопросительная форма: Is there? Are there? Например: Is there a restaurant in the town? Are there any apples in the basket?

Отрицательная форма: There isn’t …/There aren’t … Например: There is not / isn't a man in the room. There are not/aren't any cars in the street.

Краткие ответы строятся с помощью Yes, there is/are или No, there isn't / aren't. Содержание вопроса не повторяется.

Yes, there is. No, there isn't.

Yes, there are. No, there aren't.

Мы употребляем there is / there are, чтобы сказать, что что-то существует или находится в определенном месте, it is / they are - когда уже упоминали об этом. Например: There is a house in the picture.

It is a big house. (Но не: It's a house in the picture.)

There are three books on the desk.

They are history books. (Но не: They are three books on the desk.)

Конструкция There was/There were

This is a modern town today.

There are a lot of tall buildings and shops. There are cars and there isn't much peace and quiet.

This is the same town fifty years ago.

There weren't any tall buildings. There were some old houses. There weren't many cars and there wasn't much noise.

Конструкция There was/There were - это There is / There are в форме past simple. There was употребляется с существительными в единственном числе. Например: There was a post office in the street thirty years ago. There were употребляется с существительными во множественном числе. Например: There were a few houses in the street thirty years ago.

В вопросах was/were ставятся перед there. Например: Was there a post office in the street thirty years ago? Were there any houses in the street thirty years ago?

Отрицания строятся путем постановки not после was / were. Например: There was not / wasn't a post office in the street thirty years ago. There were not / weren't any houses in the street thirty years ago.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
There was	There was not	There wasn't	Was there?
There were	There were not	There weren't	Were there?

Краткие ответы строятся с помощью Yes или No и there was/there were. Содержание вопроса не повторяется.

Was there a book on the desk? Yes, there was. No, there wasn't.

Were there any people in the shop? Yes, there were. No, there weren't.

Глагол Have got

A bird has got a beak, a tail and wings.
Has she got long hair? No, she hasn't. She's got short hair.
What have they got? They've got roller blades. They haven't got skateboards.
She has got a headache.

Have (got) используется:

а) чтобы показать, что что-то принадлежит кому-то. Например: He's got a ball.
б) при описании людей, животных или предметов. Например: She's got blue eyes.
в) в следующих высказываниях: I've got a headache. I've got a temperature. I've got a cough, I've got a toothache, I've got a cold, I've got a problem.

Утверждение		Отрицание		Вопрос
Полная форма	Краткая форма	Полная форма	Краткая форма	Have I (got)?
I have (got)	I've (got)	I have not (got)	I haven't (got)	Have you (got)?
You have (got)	You've (got)	You have not (got)	You haven't (got)	Has he (got)?
He has (got)	He's (got)	He has not (got)	He hasn't (got)	Has she (got)?
She has (got)	She's (got)	She has not (got)	She hasn't (got)	Has it (got)?
It has (got)	It's (got)	It has not (got)	It hasn't (got)	Have we (got)?
We have (got)	We've (got)	We have not (got)	We haven't (got)	Have you (got)?
You have (got)	You've (got)	You have not (got)	You haven't (got)	Have they (got)?
They have (got)	They've (got)	They have not (got)	They haven't (got)	

Had

Grandpa, did you have a TV when you were five?
No, I didn't. People didn't have TV's then. They had radios.

Have (had) в past simple имеет форму Had для всех лиц.

Вопросы строятся с помощью вспомогательного глагола did, личного местоимения в именительном падеже и глагола - have. Например: Did you have many toys when you were a child? Отрицания строятся с помощью did not и have. Например: I did not / didn't have many toys when I was a child.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
I had	I did not have	I didn't have	Did I have?
You had	You did not have	You didn't have	Did you have?
He had	He did not have	He didn't have	Did he have?
She had	She did not have	She didn't have	Did she have?
It had	It did not have	It didn't have	Did it have?
We had	We did not have	We didn't have	Did we have?
You had	You did not have	You didn't have	Did you have?
They had	They did not have	They didn't have	Did they have?

Имя прилагательное. The Adjective

Категории	**Прилагательное в русском языке**	**Прилагательное в английском языке**
Число	изменяется	не изменяется
Род	изменяется	не изменяется
Падеж	изменяется	не изменяется

Образование имен прилагательных

Имена прилагательные бывают: **простые и производные**

К **простым** именам прилагательным относятся прилагательные, не имеющие в своем составе

ни приставок, ни суффиксов: small - *маленький*, **long** - *длинный*, **white** - *белый*.
К **производным** именам прилагательным относятся прилагательные, имеющие в своем составе **суффиксы** или **приставки**, или одновременно и те, и другие.

Суффиксальное образование имен прилагательных

Суффикс	Пример	Перевод
- ful	use**ful** doubt**ful**	**полезный** **сомневающийся**
- less	help**less** use**less**	**беспомощный** **бесполезный**
- ous	fam**ous** danger**ous**	**известный** **опасный**
- al	form**al** centr**al**	**формальный** **центральный**
- able	eat**able** cap**able**	**съедобный** **способный**

Приставочный способ образования имен прилагательных

Приставка	Пример	Перевод
un -	**un**cooked **un**imaginable	**невареный** **невообразимый**
in -	**in**capable **in**human	**неспособный** **негуманный**
il -	**il**legal **il**liberal	**нелегальный** **необразованный**
im -	**im**possible **im**practical	**невозможный** **непрактичный**
dis -	**dis**honest **dis**agreeble	**бесчестный** **неприятный**
ir -	**ir**regular **ir**responsible	**неправильный** **безответственный**
Некоторые имена прилагательные являются составными и образуются из двух слов, составляющих одно понятие: **light-haired –** светловолосый, **snow-white –** белоснежный.		

Прилагательные, оканчивающиеся на – ed и на - ing

- ed	**- ing**
Описывают чувства и состояния	**Описывают предметы, вещи, занятия, вызывающие эти чувства**
interested – интересующийся, заинтересованный	**interesting** - интересный
bored - скучающий	**boring** - скучный
surprised - удивленный	**surprising** - удивительный

Степени сравнения прилагательных

Английские прилагательные не изменяются ни по числам, ни по родам, но у них есть **формы степеней сравнения.**
Имя прилагательное в английском языке имеет **три формы** степеней сравнения:
- положительная степень сравнения **(Positive Degree);**
- сравнительная степень сравнения **(Comparative Degree);**
- превосходная степень сравнения **(Superlative Degree).**

Основная форма прилагательного - положительная степень. Форма сравнительной и

превосходной степеней обычно образуется от формы положительной степени одним из следующих способов:

1. -er. -est

Односложные прилагательные образуют **сравнительную степень** путем прибавления **к форме прилагательного в положительной степени** суффикса **- er.** Примерно, тоже самое мы делаем и в русском языке - добавляем "е" (большой - больше, холодный - холоднее).

Превосходная степень образуется путем прибавления суффикса **- est. Артикль the обязателен!!!**

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
cold - холодный	cold**er** - холоднее	the cold**est** - самый холодный
big - большой	bigg**er** - больше	the bigg**est** - самый большой
kind - добрый	kind**er** - добрее	the kind**est** - самый добрый

По этому же способу образуются степени сравнения двусложных прилагательных оканчивающихся на **-y, -er, -ow, -ble:**

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
clever — умный	clever**er - умнее**	**the** clever**est - самый умный**
easy - простой	eas**ier - проще**	**the** easi**est - самый простой**
able - способный	abl**er - способнее**	**the** abl**est - самый способный**
busy - занятой	bus**ier - более занятой**	**the** busi**est - самый занятой**

При образовании степеней сравнения посредством суффиксов **– er и – est** соблюдаются следующие **правила орфографии:**

Если прилагательное заканчивается на немое **"e" ,** то при прибавлении **– er и – est немое "e" опускается:**

larg**e – larg**er - **the** larg**est /** большой – больше – самый большой

brav**e – brav**er **– the** brav**est /** смелый – смелее – самый смелый

Если прилагательное заканчивается **на согласную с предшествующим кратким гласным звуком,** то в сравнительной и превосходной степени **конечная согласная буква удваивается:**

big – bigg**er –** bigg**est /** большой – больше – самый большой

hot – hott**er –** hott**est /** горячий – горячее – самый горячий

thin – thinn**er –** thinn**est /** тонкий – тоньше – самый тонкий

Если прилагательное **заканчивается на "y" с предшествующей согласной,** то в сравнительной и превосходной степени **"y" переходит в "i":**

busy – bus**ier – busiest / занятой – более занятой – самый занятой**

easy – eas**ier –** eas**iest / простой – проще – самый простой**

2. more, the most

Большинство двусложных прилагательных и прилагательных, состоящих из трех и более слогов, образуют сравнительную степень при помощи слова **more**, а **превосходную** – при помощи слова **most**.

Эти слова ставятся перед именами прилагательными в положительной степени:

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
beautiful - красивый	**more beautiful** - красивее	**the most beautiful** - самый красивый
interesting – интересный	**more interesting** - интереснее	**the most interesting** - самый интересный
important - важный	**more important** - важнее	**the most important** - самый важный

Особые формы

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень

good - хороший **bad** - плохой **little** - маленький **much/many** - много **far** - далекий/далеко **old** - старый	**better** - лучше **worse** - хуже **less** - меньше **more** - больше **farther/further** - дальше **older/elder** - старше	**the best** - самый лучший **the worst** - самый плохой **the least** - самый маленький, меньше всего **the most** - больше всего **the farthest/furthest** - самый дальний **the oldest/eldest** - самый старый

3. less. the least

Для выражения **меньшей** или **самой низкой степени** качества предмета по сравнению с другими предметами употребляются соответствующие слова **less** – менее и **the least** – наименее, которые ставятся перед прилагательными в форме положительной степени.

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
beautiful – красивый **interesting -** интересный **important** - важный	**less beautiful** - менее красивый **less interesting –** менее интересный **less important** - менее важный	**the least beautiful –** самый некрасивый **the least interesting –** самый неинтересный **the least important –** самый неважный

Другие средства сравнения двух предметов или лиц

Конструкция	Комментарий	Примеры
As…as (такой же, так же)	**Для сравнения двух объектов одинакового качества**	He is **as** a strong **as** a lion Он такой же сильный, как лев. She is **as** clever **as** an owl**.** Она такая же умная, как сова.
Not so…as (не такой, как)	**в отрицательных предложениях**	He is **not so** strong **as** a lion. Он не такой сильный, как лев**.** She is **not so** clever **as** an owl. Она не такая умная, как сова.
The…the (с двумя сравнительными степенями)	**показывает зависимость одного действия от другого**	**The more** we are together **the happier** we are. Чем больше времени мы проводим вместе, тем счастливее мы становимся. **The more** I learn this rule **the less** I understand it. Чем больше я учу это правило, тем меньше я его понимаю.

Особые замечания об употреблении сравнительных и превосходных степеней имен прилагательных:

- Сравнительная степень может быть усилена употреблением перед ней слов со значением **«гораздо, значительно»:**

His new book is **much more** interesting than previous one. *Его новая книга гораздо более интересная, чем предыдущая.*

This table **is more** comfortable than **that one**. *Этот стол более удобный чем тот.*

- После союзов **than** и **as** используются либо личное местоимение в именительном падеже с глаголом, либо личное местоимение в объектном падеже:

I can run **as** fast **as** him **(as he can).** *Я могу бегать так же быстро, как он.*

Числительное. The numeral

Перед **сотнями, тысячами, миллионами** обязательно называть их количество, даже если всего одна сотня или одна тысяча:

126 – one hundred twenty six

1139 – one thousand one hundred and thirty nine

В составе числительных – сотни, тысячи и миллионы не имеют окончания множественного числа: **two hundred – 200, three thousand – 3000, и т.д.**

НО: окончание множественного числа добавляется hundred, thousand, million, когда они выражают неопределенное количество сотен, тысяч, миллионов. В этом случае после них употребляется существительное с предлогом **"of":**

hundreds of children – сотни детей

thousands of birds- тысячи птиц

millions of insects – миллионы насекомых

Начиная с 21, числительные образуются так же как в русском языке:

20+1=21 (twenty + one = **twenty one**)

60+7=67 (sixty + seven = **sixty seven**) и т.д.

Как читать даты

1043	ten forty-three
1956	nineteen fifty-six
1601	sixteen o one
2003	two thousand three
В 2003 году	in two thousand three
1 сентября	the first of September
23 февраля	the twenty-third of February

ДРОБНЫЕ ЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ (FRACTIONAL NUMERALS)

В простых дробях (Common Fractions) числитель выражается количественным числительным, а знаменатель порядковым:

1/7- one seventh одна седьмая

При чтении простых дробей, если числитель их больше единицы, к знаменателю прибавляется окончание множественного числа -s:

2/4 - two fourths - две четвертых

2/3 -two thirds - две третьих

3 1/5 - three and one fifth - три целых и одна пятая

1/2 - one second, a second, one half, a half - одна вторая, половина

1/4 -one fourth, a fourth, one quarter, a quarter - одна четвертая, четверть

В десятичных дробях (Decimal Fractions) целое число отделяется точкой, и каждая цифра читается отдельно. Нуль читается nought [no:t] (в США - zero ['zierou]).

4.25 four point twenty-five; four point two five

0.43 nought point forty-three; nought point four three

Существительные, следующие за дробью, имеют форму единственного числа, и перед ними при чтении ставится предлог -of:

2/3 metre- two thirds of a metre

две третьих метра

0.05 ton - nought point nought five of a ton

ноль целых пять сотых тонны

Существительные, следующие за смешанным числом, имеют форму множественного числа и читаются без предлога of:

35 1 /9 tons -thirty-five and one ninth tons

14.65 metres -one four (или fourteen) point six five (или sixty-five) metres

В обозначениях номеров телефонов каждая цифра читается отдельно, нуль здесь читается [ou]:
224-58-06 ['tu:'tu:'fo:'faiv'eit'ou'siks]

Образование видовременных форм глагола в активном залоге

Present Simple употребляется для выражения:

1. постоянных состояний,

2. повторяющихся и повседневных действий (часто со следующими наречиями: always, never, usually и т.д.). Mr Gibson is a businessman. He lives in New York, (постоянное состояние) He usually starts work at 9 am. (повседневное действие) He often stays at the office until late in the evening, (повседневное действие)

3. непреложных истин и законов природы, The moon moves round the earth.

4. действий, происходящих по программе или по расписанию (движение поездов, автобусов и т.д.). The bus leaves in ten minutes.

Маркерами present simple являются: usually, always и т.п., every day / week / month / year и т.д., on Mondays I Tuesdays и т.д., in the morning / afternoon / evening, at night / the weekend и т.д.

Present Continuous употребляется для выражения:

1. действий, происходящих в момент речи He is reading a book right now.

2. временных действий, происходящих в настоящий период времени, но не обязательно в момент речи She is practising for a concert these days. (В данный момент она не играет. Она отдыхает.)

3. действий, происходящих слишком часто и по поводу которых мы хотим высказать раздражение или критику (обычно со словом "always") "You're always interrupting me!"(раздражение)

4. действии, заранее запланированных на будущее. He is flying to Milan in an hour. (Это запланировано.)

Маркерами present continuous являются: now, at the moment, these days, at present, always, tonight, still и т.д.

Во временах **группы Continuous** обычно **не употребляются** глаголы:

1. выражающие восприятия, ощущения (see, hear, feel, taste, smell), Например: This cake tastes delicious. (Но не: This cake is tasting delicious)

2. выражающие мыслительную деятельность [know, think, remember, forget, recognize(ze), believe, understand, notice, realise(ze), seem, sound и др.],
Например: I don't know his name.

3. выражающие эмоции, желания (love, prefer, like, hate, dislike, want и др.), Например: Shirley loves jazz music.

4. include, matter, need, belong, cost, mean, own, appear, have (когда выражает принадлежность) и т.д. Например: That jacket costs a tot of money. (Но не: That jacket is costing a lot of money.)

Present perfect употребляется для выражения:

1. действий, которые произошли в прошлом в неопределенное время. Конкретное время действия не важно, важен результат, Kim has bought a new mobile phone. (Когда она его купила? Мы это не уточняем, поскольку это не важно. Важного, что у нее есть новый мобильный телефон.)

2. действий, которые начались в прошлом и все еще продолжаются в настоящем, We has been a car salesman since /990. (Он стал продавцом автомобилей в 1990 году и до сих пор им является.)

3. действий, которые завершились совсем недавно и их результаты все еще ощущаются в настоящем. They have done their shopping. (Мы видим, что они только что сделали покупки, поскольку они выходят из супермаркета с полной тележкой.)

4. Present perfect simple употребляется также со словами "today", "this morning / afternoon" и т.д., когда обозначенное ими время в момент речи еще не истекло. He has made ten photos this morning. (Сейчас утро. Указанное время не истекло.)

К маркерам present perfect относятся: for, since, already, just, always, recently, ever, how long, yet, lately, never, so far, today, this morning/ afternoon / week / month / year и т.д.

Present perfect continuous употребляется для выражения:

1. действий, которые начались в прошлом и продолжаются в настоящее время He has been painting the house for three days. (Он начал красить дом три дня назад и красит его до сих пор.)

2. действий, которые завершились недавно и их результаты заметны (очевидны) сейчас. They're tired. They have been painting the garage door all morning. (Они только что закончили красить. Результат их действий очевиден. Краска на дверях еще не высохла, люди выглядят усталыми.)

Примечание.

1. С глаголами, не имеющими форм группы Continuous, вместо present perfect continuous употребляется present perfect simple. Например: I've known Sharon since we were at school together. (А не: I've been knowing Sharon since we were at school together.)

2. С глаголами live, feel и work можно употреблять как present perfect continuous, так и present perfect simple, при этом смысл предложения почти не изменяется.

Например: He has been living/has lived here since 1994.

К маркерам present perfect continuous относятся: for. since. all morning/afternoon/week/day и т.д., how long (в вопросах).

Past simple употребляется для выражения:

1. действий, произошедших в прошлом в определенное указанное время, то есть нам известно, когда эти действия произошли, They graduated four years ago. (Когда они закончили университет? Четыре года назад. Мы знаем время.)

2. повторяющихся в прошлом действий, которые более не происходят. В этом случае могут использоваться наречия частоты (always, often, usually и т.д.), He often played football with his dad when he was five. (Но теперь он уже не играет в футбол со своим отцом.) Then they ate with their friends.

3. действий, следовавших непосредственно одно за другим в прошлом.

They cooked the meal first.

4. Past simple употребляется также, когда речь идет о людях, которых уже нет в живых. Princess Diana visited a lot of schools.

Маркерами past simple являются: yesterday, last night / week / month / year I Monday и т.д., two days I weeks I months I years ago, then, when, in 1992 и т.д.

People used to dress differently in the past. Women used to wear long dresses. Did they use to carry parasols with them? Yes, they did. They didn't use to go out alone at night.

• **Used to** (+ основная форма глагола) употребляется для выражения привычных, повторявшихся в прошлом действий, которые сейчас уже не происходят. Эта конструкция не изменяется по лицам и числам. Например: Peter used to eat a lot of sweets. (= Peter doesn't eat many sweets any more.) Вопросы и отрицания строятся с помощью did / did not (didn't), подлежащего и глагола "use" без -d.

Например: Did Peter use to eat many sweets? Mary didn't use to stay out late.

Вместо "used to" можно употреблять past simple, при этом смысл высказывания не изменяется. Например: She used to live in the countryside. = She lived in the countryside.

Отрицательные и вопросительные формы употребляются редко.

Past continuous употребляется для выражения:

1. временного действия, продолжавшегося в прошлом в момент, о котором мы говорим. Мы не знаем, когда началось и когда закончилось это действие, At three o'clock yesterday

afternoon Mike and his son were washing the dog. (Мы не знаем, когда они начали и когда закончили мыть собаку.)

2. временного действия, продолжавшегося в прошлом (longer action) в момент, когда произошло другое действие (shorter action). Для выражения второго действия (snorter action) мы употребляем past simple, He was reading a newspaper when his wife came, (was reading = longer action: came = shorter action)

3. двух и более временных действий, одновременно продолжавшихся в прошлом. The people were watching while the cowboy was riding the bull.

4. Past continuous употребляется также для описания обстановки, на фоне которой происходили события рассказа (повествования). The sun was shining and the birds were singing. Tom was driving his old truck through the forest.

Маркерами past continuous являются: while, when, as, all day / night / morning и т.д.
when/while/as + past continuous (longer action) when + past simple (shorter action)

Past perfect употребляется:

1. для того, чтобы показать, что одно действие произошло раньше другого в прошлом. При этом то действие, которое произошло раньше, выражается past perfect simple, а случившееся позже - past simple,
They had done their homework before they went out to ptay yesterday afternoon. (=They did their homework first and then they went out to ptay.)

2. для выражения действий, которые произошли до указанного момента в прошлом,
She had watered all the flowers by five o'clock in the afternoon.
(=She had finished watering the flowers before five o'clock.)

3. как эквивалент present perfect simple в прошлом. То есть, past perfect simple употребляется для выражения действия, которое началось и закончилось в прошлом, а present perfect simple - для действия, которое началось в прошлом и продолжается (или только что закончилось) в настоящем. Например: Jill wasn't at home. She had gone out. (Тогда ее не было дома.) ЛИ isn 't at home. She has gone out. (Сечас ее нет дома.)

К маркерам past perfect simple относятся: before, after, already, just, till/until, when, by, by the time и т.д.

Future simple употребляется:

1. для обозначения будущих действий, которые, возможно, произойдут, а возможно, и нет, We'll visit Disney World one day.

2. для предсказаний будущих событий (predictions), Life will be better fifty years from now.

3. для выражения угроз или предупреждений (threats / warnings), Stop or I'll shoot.

4. для выражения обещаний (promises) и решений, принятых в момент речи (on-the-spot decisions), I'll help you with your homework.

5. с глаголами hope, think, believe, expect и т.п., с выражениями I'm sure, I'm afraid и т.п., а также с наречиями probably, perhaps и т.п. / think he will support me. He will probably go to work.

К маркерам future simple относятся: tomorrow, the day after tomorrow, next week I month / year, tonight, soon, in a week / month year и т.д.

ПРИМЕЧАНИЕ

Future simple не употребляется после слов while, before, until, as soon as, after, if и when в придаточных предложениях условия и времени. В таких случаях используется present simple. Например: I'll make a phone call while I wait for you. (А не:... whilo I will wait for you.) Please phone me when you finish work.

В дополнительных придаточных предложениях после "when" и "if" возможно употребление future simple. Например: I don't know when I if Helen will be back.

He is going to throw the ball.

Be going to употребляется для:

1. выражения заранее принятых планов и намерений на будущее,
Например: Bob is going to drive to Manchester tomorrow morning.

2. предсказаний, когда уже есть доказательства того, что они сбудутся в близком будущем. Например: Look at that tree. It is going to fall down.

We use the **future continuous**:

a) for an action which will be in progress at a stated for an action which will be future time. *This time next week, we'll be cruising round the islands.*

b) for an action which will definitely happen in the future as the result of a routine or arrangement. *Don't call Julie. I'll be seeing her later, so I'll pass the message on.*

c) when we ask politely about someone's plans for the near future (what we want to know is if our wishes fit in with their plans.) *Will you be using the photocopier for long?*
No. Why?
I need to make some photocopies.

We use the **future perfect**:

1. For an action which will be finished before a stated future time. *She will have delivered all the newspapers by 8 o'clock.*

2. The future perfect is used with the following time expressions: before, by, by then, by the time, until/till.

We use the **future perfect continuous**:

1. to emphasize the duration of an action up to a certain time in the future. *By the end of next month, she will have been teaching for twenty years.*

The future perfect continuous is used with: by... for.

Практическая работа также направлена на проверку сформированности грамматического навыка в рамках тем: модальные глаголы и их эквиваленты, образование видовременных форм глагола в пассивном залоге, основные сведения о согласовании времён, прямая и косвенная речь, неличные формы глагола: инфинитив, причастия, герундий, основные сведения о сослагательном наклонении.

Распределение выше указанных тем в учебнике:

- Агабекян И. П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 384 с.: ил. - (Высшее образование) (200 экз. в библиотеке УГГУ) и учебнике:

- Журавлева Р.И. Английский язык: учебник: для студентов горно-геологических специальностей вузов / Р. И. Журавлева. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 508 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 502 (192 экз. в библиотеке УГГУ) представлено в таблице:

Название темы	***Страницы учебников***	
	Агабекян И. П.	*Журавлева Р.И.*
Модальные глаголы и их эквиваленты	295	47
Образование видовременных форм глагола в пассивном залоге	236	71, 115
Основные сведения о согласовании времён	323-328	269
Прямая и косвенная речь	324	268
Неличные формы глагола: инфинитив, причастия, герундий	311-322	132, 162, 173, 192, 193
Основные сведения о сослагательном наклонении	329	224

Модальные глаголы

Глаголы	**Значение**	**Примеры**
CAN	физическая или умственная возможность/умение	I can swim very well. – Я очень хорошо умею плавать.
	возможность	You can go now. — Ты можешь идти сейчас.You cannot play

		football in the street. – На улице нельзя играть в футбол.
	вероятность	They can arrive any time. – Они могут приехать в любой момент.
	удивление	Can he have said that? – Неужели он это сказал?
	сомнение, недоверчивость	She can't be waiting for us now. – Не может быть, чтобы она сейчас нас ждала.
	разрешение	Can we go home? — Нам можно пойти домой?
	вежливая просьба	Could you tell me what time it is now? – Не могли бы вы подсказать, который сейчас час?
MAY	разрешение	May I borrow your book? – Я могу одолжить у тебя книгу?
	предположение	She may not come. – Она, возможно, не придет.
	возможность	In the museum you may see many interesting things. – В музее вы можете увидеть много интересных вещей.
	упрек – только **MIGHT (+ perfect infinitive)**	You might have told me that. – Ты мог бы мне это сказать.
MUST	обязательство, необходимость	He must work. He must earn money. – Он должен работать. Он должен зарабатывать деньги.
	вероятность (сильная степень)	He must be sick. — Он, должно быть, заболел.
	запрет	Tourists must not feed animals in the zoo. — Туристы не должны кормить животных в зоопарке.
SHOULD OUGHT TO	моральное долженствование	You ought to be polite. – Вы должны быть любезными.
	совет	You should see a doctor. – Вам следует сходить к врачу.
	упрек, запрет	You should have taken the umbrella. – Тебе следовало взять с собой зонт.
SHALL	указ, обязанность	These rules shall apply in all circumstances. – Эти правила будут действовать при любых обстоятельствах.
	угроза	You shall suffer. — Ты будешь страдать.
	просьба об указании	Shall I open the window? – Мне открыть окно?
WILL	готовность, нежелание/отказ	The door won't open. — Дверь не открывается.
	вежливая просьба	Will you go with me? – Ты сможешь пойти со мной?
WOULD	готовность, нежелание/отказ	He would not answer this question. – Он не будет отвечать на этот вопрос.
	вежливая просьба	Would you please come with me? — Не могли бы вы пройти со мной.
	повторяющееся/привычное действие	We would talk for hours. – Мы беседовали часами.
NEED	необходимость	Do you need to work so hard? – Тебе надо столько работать?
NEEDN'T	отсутствие необходимости	She needn't go there. — Ей не нужно туда идти.
DARE	Посметь	How dare you say that? – Как ты смеешь такое говорить?

Модальные единицы эквивалентного типа		
to be able (to) = can	Возможность соверш-я конкрет-го дей-ия в опред. момент	She **was able** to change the situation then. (Она тогда была в состоянии (могла) изменить ситуацию).
to be allowed (to) = may	Возмож-ть совер-ия дей-ия в наст.-м, прош-ом или буд-ем + оттенок разрешения	My sister **is allowed to** play outdoors. (Моей сестре разрешается играть на улице).
to have (to)= ought, must, should	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом или буд-ем при опред-х об-вах	They **will have to** set up in business soon. (Им вскоре придется открыть свое дело).
to be (to)= ought, must, should	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом при наличии опред. планов, распис-ий и т.д.	We **are to** send Nick about his business. (Мы должны (= планируем) выпроводить Ника)

Страдательный залог (Passive Voice)

образуется при помощи вспомогательного глагола to be в соответствующем времени, лице и числе и причастия прошедшего времени смысл. глагола – Participle II (III –я форма или ed-форма).

В страдательном залоге не употребляются:

1) Непереходные глаголы, т.к. при них нет объекта, который испытывал бы воздействие, то есть нет прямых дополнений которые могли бы стать подлежащими при глаголе в форме Passive.

Переходными в англ. языке называются глаголы, после которых в действительном залоге следует прямое дополнение; в русском языке это дополнение, отвечающее на вопросы винительного падежа – кого? что?: to build строить, to see видеть, to take брать, to open открывать и т.п.

Непереходными глаголами называются такие глаголы, которые не требуют после себя прямого дополнения: to live жить, to come приходить, to fly летать, cry плакать и др.

2) Глаголы-связки: be – быть, become – становиться/стать.

3) Модальные глаголы.

4) Некоторые переходные глаголы не могут использоваться в страдательном залоге. В большинстве случаев это глаголы состояния, такие как:

to fit годиться, быть впору to have иметь to lack не хватать, недоставать to like нравиться
to resemble напоминать, быть похожим to suit годиться, подходить и др.

При изменении глагола из действительного в страдательный залог меняется вся конструкция предложения:

- дополнение предложения в Active становится подлежащим предложения в Passive;
- подлежащее предложения в Active становится предложным дополнением, которое вводится предлогом by или вовсе опускается;
- сказуемое в форме Active становится сказуемым в форме Passive.

Особенности употребления форм Passive:

1. Форма Future Continuous не употребляется в Passive, вместо нее употребляется Future Indefinite:

At ten o'clock this morning Nick will be writing the letter. –At ten o'clock this morning the letter will be written by Nick.

2. В Passive нет форм Perfect Continuous, поэтому в тех случаях, когда нужно передать в Passive действие, начавшееся до какого-то момента и продолжающееся вплоть до этого момента, употребляются формы Perfect:

He has been writing the story for three months. The story has been written by him for three months.

3. Для краткости, во избежание сложных форм, формы Indefinite (Present, Past, Future) часто употребляются вместо форм Perfect и Continuous, как в повседневной речи так и в художественной литературе. Формы Perfect и Continuous чаще употребляются в научной литературе и технический инструкциях.

This letter has been written by Bill. (Present Perfect)
This letter is written by Bill. (Present Indefinite – более употребительно)
Apples are being sold in this shop. (Present Continuous)
Apples are sold in this shop. (Present Indefinite – более употребительно)

4. Если несколько однотипных действий относятся к одному подлежащему, то вспомогательные глаголы обычно употребляются только перед первым действием, например: The new course will be sold in shops and ordered by post.

Прямой пассив (The Direct Passive)

Это конструкция, в которой подлежащее предложения в Passive соответствует прямому дополнению предложения в Active. Прямой пассив образуется от большинства переходных глаголов.

I gave him a book. Я дал ему книгу. A book was given to him. Ему дали книгу. (или Книга была дана ему)

The thief stole my watch yesterday. Вор украл мои часы вчера.
My watch was stolen yesterday. Мои часы были украдены вчера.

В английском языке имеется ряд переходных глаголов, которые соответствуют непереходным глаголам в русском языке. В английском они могут употребляться в прямом пассиве, а в русском – нет. Это:to answer отвечать кому-л.
to believe верить кому-л. to enter входить (в) to follow следовать (за) to help помогать кому-л.
to influence влиять (на) to join присоединяться to need нуждаться to watch наблюдать (за)

Так как соответствующие русские глаголы, являясь непереходными, не могут употребляться в страдательном залоге, то они переводятся на русский язык глаголами в действительном залоге:
Winter is followed by spring.

А при отсутствии дополнения с предлогом by переводятся неопределенно-личными предложениями: Your help is needed.

Косвенный пассив (The Indirect Passive)

Это конструкция, в которой подлежащее предложения в Passive соответствует косвенному дополнению предложения в Active. Она возможна только с глаголами, которые могут иметь и прямое и косвенное дополнения в действительном залоге. Прямое дополнение обычно означает предмет (что?), а косвенное – лицо (кому?).

С такими глаголами в действительном залоге можно образовать две конструкции:

а) глагол + косвенное дополнение + прямое дополнение;

б) глагол + прямое дополнение + предлог + косвенное дополнение:

а) They sent Ann an invitation.- Они послали Анне приглашение.
б) They sent an invitation to Ann. - Они послали приглашение Анне.

В страдательном залоге с ними также можно образовать две конструкции – прямой и косвенный пассив, в зависимости от того, какое дополнение становится подлежащим предложения в Passive. К этим глаголам относятся:to bring приносить
to buy покупать to give давать to invite приглашать to leave оставлять
to lend одалживать to offer предлагать to order приказывать to pay платить
to promise обещать to sell продавать to send посылать to show показывать
to teach учить to tell сказать и др.
Например: Tom gave Mary a book. Том дал Мэри книгу.
Mary was given a book. Мэри дали книгу. (косвенный пассив – более употребителен)
A book was given to Mary. Книгу дали Мэри. (прямой пассив – менее употребителен)

Выбор между прямым или косвенным пассивом зависит от смыслового акцента, вкладываемого в последние, наиболее значимые, слова фразы:
John was offered a good job. (косвенный пассив) Джону предложили хорошую работу.
The job was offered to John. (прямой пассив) Работу предложили Джону.

Глагол to ask спрашивать образует только одну пассивную конструкцию – ту, в которой подлежащим является дополнение, обозначающее лицо (косвенный пассив):
He was asked a lot of questions. Ему задали много вопросов.

Косвенный пассив невозможен с некоторыми глаголами, требующими косвенного дополнения (кому?) с предлогом to. Такое косвенное дополнение не может быть подлежащим в Passive, поэтому в страдательном залоге возможна только одна конструкция – прямой пассив, то есть вариант: Что? объяснили, предложили, повторили…Кому? Это глаголы:to address адресовать
to describe описывать to dictate диктовать to explain объяснять to mention упоминать
to propose предлагать to repeat повторять to suggest предлагать to write писать и др.

Например: The teacher explained the rule to the pupils. – Учитель объяснил правило ученикам. The rule was explained to the pupils. – Правило объяснили ученикам. (Not: The pupils was explained…)

Употребление Страдательного залога

В английском языке, как и в русском, страдательный залог употр. для того чтобы:

1. Обойтись без упоминания исполнителя действия (70% случаев употребления Passive) в тех случаях когда:

а) Исполнитель неизвестен или его не хотят упоминать:
He was killed in the war. Он был убит на войне.

б) Исполнитель не важен, а интерес представляет лишь объект воздействия и сопутствующие обстоятельства:
The window was broken last night. Окно было разбито прошлой ночью.

в) Исполнитель действия не называется, поскольку он ясен из ситуации или контекста:
The boy was operated on the next day. Мальчика оперировали на следующий день.

г) Безличные пассивные конструкции постоянно используются в научной и учебной литературе, в различных руководствах: The contents of the container should be kept in a cool dry place. Содержимое упаковки следует хранить в сухом прохладном месте.

2. Для того, чтобы специально привлечь внимание к тому, кем или чем осуществлялось действие. В этом случае существительное (одушевленное или неодушевленное.) или местоимение (в объектном падеже) вводится предлогом by после сказуемого в Passive.

В английском языке, как и в русском, смысловой акцент приходится на последнюю часть фразы. He quickly dressed. Он быстро оделся.

Поэтому, если нужно подчеркнуть исполнителя действия, то о нем следует сказать в конце предложения. Из-за строгого порядка слов английского предложения это можно осуществить лишь прибегнув к страдательному залогу. Сравните:
The flood broke the dam. (Active) Наводнение разрушило плотину. (Наводнение разрушило что? – плотину)
The dam was broken by the flood. (Passive) Плотина была разрушена наводнением. (Плотина разрушена чем? – наводнением)

Чаще всего используется, когда речь идет об авторстве:
The letter was written by my brother. Это письмо было написано моим братом.

И когда исполнитель действия является причиной последующего состояния:
The house was damaged by a storm. Дом был поврежден грозой.

Примечание: Если действие совершается с помощью какого-то предмета, то употребляется предлог with, например:
He was shot with a revolver. Он был убит из револьвера.

Перевод глаголов в форме Passive

В русском языке есть три способа выражения страдательного залога:

1. При помощи глагола "быть" и краткой формы страдательного причастия, причем в настоящем времени "быть" опускается:
I am invited to a party.
Я приглашён на вечеринку.

Иногда при переводе используется обратный порядок слов, когда русское предложение начинается со сказуемого: New technique has been developed. Была разработана новая методика.

2. Глагол в страдательном залоге переводится русским глаголом, оканчивающимся на –ся(-сь):
Bread is made from flour. Хлеб делается из муки.
Answers are given in the written form. Ответы даются в письменном виде.

3. Неопределенно-личным предложением (подлежащее в переводе отсутствует; сказуемое стоит в 3-м лице множественного числа действительного залога). Этот способ перевода возможен только при отсутствии дополнения с предлогом by (производитель действия не упомянут):

The book is much spoken about. Об этой книге много говорят.
I was told that you're ill. Мне сказали, что ты болен.

4. Если в предложении указан субъект действия, то его можно перевести личным предложением с глаголом в действительном залоге (дополнение с by при переводе становится подлежащим). Выбор того или иного способа перевода зависит от значения глагола и всего предложения в целом (от контекста):
They were invited by my friend. Их пригласил мой друг.(или Они были приглашены моим другом.)

Примечание 1: Иногда страдательный оборот можно перевести двумя или даже тремя способами, в зависимости от соответствующего русского глагола и контекста:
The experiments were made last year.
1) Опыты были проведены в прошлом году.
2) Опыты проводились в прошлом году.
3) Опыты проводили в прошлом году.

Примечание 2: При переводе нужно учитывать, что в английском языке, в отличие от русского, при изменении залога не происходит изменение падежа слова, стоящего перед глаголом (например в английском she и she, а переводим на русский - она и ей):

Примечание 3: Обороты, состоящие из местоимения it с глаголом в страдательном залоге переводятся неопределенно-личными оборотами:
It is said… Говорят… It was said… Говорили…
It is known… Известно… It was thought…Думали, полагали…
It is reported… Сообщают… It was reported…Сообщали…и т.п.

В таких оборотах it играет роль формального подлежащего и не имеет самостоятельного значения: It was expected that he would return soon. Ожидали, что он скоро вернется.

Согласование времен (Sequence of Tenses)

Если в главном предложении сказуемое выражено глаголом в одной из форм прошедшего времени, то в придаточном предложении употребление времен ограничено. Правило, которому в этом случае подчиняется употребление времен в придаточном предложении, называется согласованием времен.

Правило 1: Если глагол главного предложения имеет форму настоящего или будущего времени, то глагол придаточного предложения будет иметь любую форму, которая требуется смыслом предложения. То есть никаких изменений не произойдет, согласование времен здесь в силу не вступает.

Правило 2: Если глагол главного предложения имеет форму прошедшего времени (обычно Past Simple), то глагол придаточного предложения должен быть в форме одного из прошедших времен. То есть в данном случае время придаточного предложения изменится. Все эти изменения отражены в нижеследующей таблице:

Переход из одного времени в другое	Примеры	
Present Simple » Past Simple	He **can speak** French – Он говорит по-французски.	Boris said that he **could speak** French – Борис сказал, что он говорит по-французски.
Present Continuous » Past Continuous	They **are listening** to him – Они слушают его	I **thought** they **were listening** to him – Я думал, они слушают его.
Present Perfect » Past Perfect	Our teacher **has asked** my parents to help him – Наш учитель попросил моих родителей помочь ему.	Mary **told** me that our teacher **had asked** my parents to help him – Мария сказала мне, что наш учитель попросил моих родителей помочь ему.
Past Simple » Past Perfect	I **invited** her – Я пригласил ее.	Peter **didn't know** that I **had invited** her – Петр не знал, что я

		пригласил ее.
Past Continuous » Past Perfect Continuous	She **was crying** – Она плакала	John **said** that she **had been crying** – Джон сказал, что она плакала.
Present Perfect Continuous » Past Perfect Continuous	It **has been raining** for an hour – Дождь идет уже час.	He **said** that it **had been raining** for an hour – Он сказал, что уже час шел дождь.
Future Simple » Future in the Past	She **will show** us the map – Она покажет нам карту.	I **didn't expect** she **would show** us the map – Я не ожидал, что она покажет нам карту.

Изменение обстоятельств времени и места при согласовании времен.

Следует запомнить, что при согласовании времен изменяются также некоторые слова (обстоятельства времени и места).

this » that
these » those
here » there
now » then
yesterday » the day before
today » that day
tomorrow » the next (following) day
last week (year) » the previous week (year)
ago » before
next week (year) » the following week (year)

Перевод прямой речи в косвенную в английском языке

Для того чтобы перевести прямую речь в косвенную, нужно сделать определенные действия. Итак, чтобы передать чьи-то слова в английском языке (то есть перевести прямую речь в косвенную), мы:

1. ***Убираем кавычки и ставим слово that***

Например, у нас есть предложение:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы передать кому-то эти слова, так же как и в русском, мы убираем кавычки и ставим слово that – «что».

She said that ….. Она сказала, что….

2. ***Меняем действующее лицо***

В прямой речи обычно человек говорит от своего лица. Но в косвенной речи мы не может говорить от лица этого человека. Поэтому мы меняем «я» на другое действующее лицо. Вернемся к нашему предложению:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Так как мы передаем слова девушки, вместо «я» ставим «она»:

She said that she ….. Она сказала, что она….

3. Согласовываем время

В английском языке мы не можем использовать в одном предложении прошедшее время с настоящим или будущим. Поэтому, если мы говорим «сказал» (то есть используем прошедшее время), то следующую часть предложения нужно согласовать с этим прошедшем временем. Возьмем наше предложение:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы согласовать первую и вторую части предложения, меняем will на would. *см. таблицу выше.*

She said that she would buy a dress. Она сказала, что она купит платье.

4. Меняем некоторые слова

В некоторых случаях мы должны согласовать не только времена, но и отдельные слова. Что это за слова? Давайте рассмотрим небольшой пример.

She said, “I am driving now”. Она сказала: «Я за рулем сейчас».

То есть она в данный момент за рулем. Однако, когда мы будем передавать ее слова, мы будем говорить не про данный момент (тот, когда мы говорим сейчас), а про момент времени в прошлом (тот, когда она была за рулем). Поэтому мы меняем now (сейчас) на then (тогда) *см. таблицу выше.*

She said that she was driving then. Она сказала, что она была за рулем тогда.

Вопросы в косвенной речи в английском языке

Вопросы в косвенной речи, по сути, не являются вопросами, так как порядок слов в них такой же, как в утвердительном предложении. Мы не используем вспомогательные глаголы (do, does, did) в таких предложениях.

He asked, “Do you like this cafe?” Он спросил: «Тебе нравится это кафе?»

Чтобы задать вопрос в косвенной речи, мы убираем кавычки и ставим if, которые переводятся как «ли». Согласование времен происходит так же, как и в обычных предложениях. Наше предложение будет выглядеть так:

He asked if I liked that cafe. Он спросил, нравится ли мне то кафе.

Давайте рассмотрим еще один пример:

She said, “Will he call back?” Она сказала: «Он перезвонит?»

She said if he would call back. Она сказала, перезвонит ли он.

Специальные вопросы в косвенной речи

Специальные вопросы задаются со следующими вопросительными словами: what – что when – когда how – как why - почему where – где which – который

При переводе таких вопросов в косвенную речь мы оставляем прямой порядок слов (как в утвердительных предложениях), а на место if ставим вопросительное слово.

Например, у нас есть вопрос в прямой речи:

She said, “When will you come?”. Она сказала: «Когда ты придешь?»

В косвенной речи такой вопрос будет выглядеть так:

She said when I would come. Она сказала, когда я приду.

He asked, “Where does she work?” Он спросил: «Где она работает?»

He asked where she worked. Он спросил, где она работает.

Инфинитив. The Infinitive

Инфинитив - это неличная глагольная форма, которая только называет действие и выполняет функции как глагола, так и существительного. Инфинитив отвечает на вопрос что делать?, что сделать?

Формальным признаком инфинитива является частица **to**, которая стоит перед ним, хотя в некоторых случаях она опускается. Отрицательная форма инфинитива образуется при помощи частицы not, которая ставится перед ним: It was difficult not to speak. *Было трудно не говорить.*

Формы инфинитива

	Active Voice	Passive Voice
Simple	to write	to be written
Continuous	to be writing	
Perfect	to have written	to have been written
Perfect Continuous	to have been writing	

Глаголы, после которых используется инфинитив:

to agree - соглашаться
to arrange - договариваться
to ask – (по)просить
to begin – начинать
to continue – продолжать

to decide – решать
to demand - требовать
to desire – желать
to expect – надеяться
to fail – не суметь
to forget – забывать
to hate - ненавидеть
to hesitate – не решаться
to hope - надеяться
to intend – намереваться
to like – любить, нравиться
to love – любить, желать
to manage - удаваться
to mean - намереваться
to prefer - предпочитать
to promise - обещать
to remember – помнить
to seem - казаться
to try – стараться, пытаться
to want – хотеть

Например:

He asked to change the ticket. *Он попросил поменять билет.*
She began to talk. *Она начала говорить.*

Значение разных форм инфинитива в таблице

Формы инфинитива	**Чему я рад?**	
Simple	I am glad **to speak** to you.	Рад поговорить с вами. (Всегда радуюсь, когда говорю с вами).
Continuous	I am glad **to be speaking** to you.	Рад, что сейчас разговариваю с вами.
Perfect	I am glad **to have spoken** to you.	Рад, что поговорил с вами.
Perfect Continuous	I am glad **to have been speaking** to you.	Рад, что уже давно (все это время) разговариваю с вами.
Simple Passive	I am (always) glad **to be told** the news.	Всегда рад, когда мне рассказывают новости.
Perfect Passive	I am glad **to have been told** the news.	Рад, что мне рассказали новости.

Причастие. Participle

В английском языке причастие — это неличная форма глагола, которая сочетает в себе признаки глагола, прилагательного и наречия.

Формы причастия

		Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Participle I (Present Participle)	Simple	**writing**	**being written**
	Perfect	**having written**	**having been written**
Participle II (Past Participle)			**written**

Отрицательные формы причастия образуются с помощью частицы **not**, которая ставится перед причастием: not asking — не спрашивая,not broken — не разбитый.

Как переводить разные формы причастия на русский язык

Формы причастия	причастием	деепричастием
reading	читающий	читая

having read		прочитав
being read	читаемый	будучи читаемым
having been read		будучи прочитанным
read	прочитанный	
building	строящий	строя
having built		построив
being built	строящийся	будучи строящимся
having been built		будучи построенным
built	построенный	

Герундий. Gerund

Герундий — это неличная форма глагола, которая выражает название действия и сочетает в себе признаки глагола и существительного. Соответственно, на русский язык герундий обычно переводится существительным или глаголом (чаще неопределенной формой глагола). Формы, подобной английскому герундию, в русском языке нет.

My favourite occupation is reading. *Мое любимое занятие — чтение.*

Формы герундия

	Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Simple	**writing**	**being written**
Perfect	**having written**	**having been written**

Запомните глаголы, после которых употребляется только герундий!

admit (признавать), advise (советовать), avoid (избегать),
burst out (разразиться), delay (задерживать), deny (отрицать),
dislike (не нравиться), enjoy (получать удовольствие), escape (вырваться, избавиться),
finish (закончить), forgive (прощать), give up (отказываться, бросать),
keep on (продолжать), mention (упоминать), mind (возражать - только в “?”и “-“),
miss (скучать), put off (отложить), postpone (откладывать),
recommend (рекомендовать), suggest (предлагать), understand (понимать).

Герундий после глаголов с предлогами

accuse of (обвинять в), agree to (соглашаться с), blame for (винить за),
complain of (жаловаться на), consist in (заключаться в), count on /upon (рассчитывать на),
congratulate on (поздравлять с), depend on (зависеть от), dream of (мечтать о),
feel like (хотеть, собираться), hear of (слышать о), insist on (настаивать на),
keep from (удерживать(ся) от), look forward to (с нетерпением ждать, предвкушать),
look like (выглядеть как), object to (возражать против),
persist in (упорно продолжать), praise for (хвалить за), prevent from (предотвращать от),
rely on (полагаться на), result in (приводить к), speak of, succeed in (преуспевать в),
suspect of (подозревать в), thank for (благодарить за), think of (думать о)

He has always dreamt of visiting other countries. — *Он всегда мечтал о том, чтобы побывать в других странах.*

to be + прилагательное / причастие + герундий

be afraid of (бояться чего-либо), be ashamed of (стыдиться чего-либо),
be engaged in (быть занятым чем-либо), be fond of (любить что-либо, увлекаться чем-либо),
be good at (быть способным к), be interested in (интересоваться чем-либо),
be pleased at (быть довольным), be proud of (гордиться чем-либо),
be responsible for (быть ответственным за), be sorry for (сожалеть о чем-либо),
be surprised at (удивляться чему-либо), be tired of (уставать от чего-либо),
be used to (привыкать к).

I’m tired of waiting. — *Я устал ждать.*

Основные сведения о сослагательном наклонении

Conditionals are clauses introduced with if. There are three types of conditional clause: Type 1, Type 2 and Type 3. There is also another common type, Type 0.

Type 0 Conditionals: They are used to express something which is always true. We can use when (whenever) instead of it. *If/When the sun shines, snow melts.*

Type 1 Conditionals: They are used to express real or very probable situations in the present or future. *If he doesn't study hard, he won't pass his exam.*

Type 2 Conditionals: They are used to express imaginary situations which are contrary to facts in the present and, therefore, are unlikely to happen in the present or future. *Bob is daydreaming. If I won the lottery, I would buy an expensive car and I would go on holiday to a tropical island next summer.*

Type 3 Conditionals: They are used to express imaginary situations which are contrary to facts in the past. They are also used to express regrets or criticism. *John got up late, so he missed the bus. If John hadn't got up late, he wouldn't have missed the bus.*

	If-clause (hypothesis)	Main clause (result)	Use
Type 0 general truth	if + present simple	present simple	something which is always true
	If the temperature falls below 0 °C, water turns into ice.		
Type 1 real present	if + present simple, present continuous, present perfect or present perfect continuous	future/imperative can/may/might/must/should/ could + bare infinitive	real - likely to happen in the present or future
	If he doesn't pay the fine, he will go to prison. If you need help, come and see me. If you have finished your work, we can have a break. If you're ever in the area, you should come and visit us.		
Type 2 unreal present	if + past simple or past continuous	would/could/might + bare infinitive	imaginary situation contrary to facts in the present; also used to give advice
	If I had time, I would take up a sport. (but I don't have time - untrue in the present) If I were you, I would talk to my parents about it. (giving advice)		
Type 3 unreal past	if + past perfect or past perfect continuous	would/could/might + have + past participle	imaginary situation contrary to facts in the past; also used to express regrets or criticism
	If she had studied harder, she would have passed the test. If he hadn't been acting so foolishly, he wouldn't have been punished.		

Conditional clauses consist of two parts: the if -clause (hypothesis) and the main clause (result). When the if - clause comes before the main clause, the two clauses are separated with a comma. When the main clause comes before the if - clause, then no comma is necessary.

e.g. a) If I see Tim, I'll give him his book.

b) I'll give Tim his book if I see him.

We do not normally use will, would or should in an if - clause. However, we can use will or would after if to make a polite request or express insistence or uncertainty (usually with expressions such as / don't know, I doubt, I wonder, etc.).

We can use should after if to talk about something which is possible, but not very likely to happen.

e.g. a) If the weather is fine tomorrow, will go camping. (NOT: If the weather will be fine...)

b) If you will fill in this form, I'll process your application. (Will you please fill in... - polite request)

c) If you will not stop shouting, you'll have to leave. (If you insist on shouting... - insistence)

d) I don't know if he will pass his exams, (uncertainty)

e) If Tom should call, tell him I'll be late. (We do not think that Tom is very likely to call.)

We can use unless instead of if... not in the if -clause of Type 1 conditionals. The verb is always in the affirmative after unless.

e.g. Unless you leave now, you'll miss the bus. (If you don't leave now, you'll miss the bus.) (NOT: Unless you don't leave now, ...)

We can use were instead of was for all persons in the if - clause of Type 2 conditionals.

e.g. If Rick was/were here, we could have a party.

We use If I were you ... when we want to give advice.

e.g. If I were you, I wouldn't complain about it.

The following expressions can be used instead of if: provided/providing that, as long as, suppose/supposing, etc.

e.g. a) You can see Mr. Carter provided you have an appointment. (If you have an appointment...)

b) We will all have dinner together providing Mary comes on time. (... if Mary comes ...)

c) Suppose/Supposing the boss came now, …

We can omit if in the if - clause. When if is omitted, should (Type 1), were (Type 2), had (Type 3) and the subject are inverted.

e.g. a) Should Peter come, tell him to wait. (If Peter should come,...)

b) Were I you, I wouldn't trust him. (If I were you, ...)

c) Had he known, he would have called. (If he had known, ...)

2. Чтение и перевод учебных текстов (по 2 текста на тему)

№1

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

appear - v появляться; казаться; *ant* **disappear** - исчезать

bed - *n* пласт, слой, подстилающие породы; *syn* **layer, seam; bedded** - *a* пластовый

call for - v требовать; *syn* **demand, require**

carry out - v проводить *(исследование, эксперимент);* выполнять *(план);* завершать; *syn* **conduct, make**

colliery - каменноугольная шахта

concentration (dressing) plant - обогатительная фабрика, обогатительная установка

department - *n* отделение, факультет, кафедра; *syn* **faculty**

direct - v руководить; направлять; управлять; *a* прямой, точный; **directly** - *adv* прямо, непосредственно

education - *n* образование; просвещение; **get an education** получать образование

establish - v основывать, создавать, учреждать; *syn* **found, set up**

ferrous metals - чёрные металлы **(non-ferrous metals** цветные металлы)

iron - *n* железо; **pig iron** чугун; **cast iron** чугун, чугунная отливка

open-cast mines - открытые разработки

ore - *n* руда; **iron ore** - железная руда; **ore mining** – разработка рудных месторождений

process - v обрабатывать; *syn* **work, treat; processing** - n обработка; разделение минералов

rapid - *a* быстрый

research - *n* научное исследование

technique - *n* техника, способ, метод, технический прием; **mining technique** - горная техника, методы ведения горных работ

train - v обучать, готовить *(к чему-л.);* **training** - обучение; подготовка

to be in need of - нуждаться в

to take part in - участвовать в

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 1: The First Mining School in Russia

The Moscow Mining Academy was established in 1918. The main task of the Academy was to train mining engineers and technicians, to popularize technological achievements among miners, to work on important problems of mining and metallurgical engineering arid to direct scientific research.

There were three departments in the Academy: mining, geological prospecting and metallurgy. The Moscow Mining Academy introduced a new course in coal mining mechanization which provided the basis for the development of mining engineering. The two scientists A.M. Terpigorev and M.M. Protodyakonov wrote the first textbook on machinery for mining bedded deposits.

Much credit for the establishment of the Moscow Mining Academy and the development of co-operation among outstanding scientists and educators is due to Academician I.M. Gubkin, a prominent geologist and oil expert.

In 1925 the Moscow Mining Academy was one of the best-known educational institutions in Russia. It had well-equipped laboratories, demonstration rooms and a library which had many volumes of Russian and foreign scientific books and journals.

The Academy established close contacts with the coal and ore mining industries. The scientists carried out scientific research and worked on important mining problems.

The rapid growth of the mining industry called for the training of more highly-qualified specialists and the establishment of new educational institutions.

New collieries and open-cast mines, concentration plants, metallurgical works and metal-working factories for processing non-ferrous and ferrous metals appeared in the country. The people took an active part in the construction of new industrial enterprises.

The Academy alone could not cope with the problem of training specialists. In 1930 the Moscow Mining Academy was transformed into six independent institutes. Among the new colleges which grew out of the Academy's departments were the Moscow Mining Institute and the Moscow Institute of Geological Prospecting. Later, the scientific research Institute of Mining appeared near Moscow.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. There were four departments in the Academy.
2. The Academy introduced a new course in coal mining mechanization.
3. In 1925 the Academy had only several well-equipped laboratories, demonstration rooms and a library which had many volumes of books.
4. The Academy established close contacts with the coal industry.
5. In 1930 the Academy was transformed into six independent institutes.
6. The Moscow Mining Institute and the Moscow Institute of Geological Prospecting were among the new colleges which grew out of the Academy's departments.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What was the main task of the Academy?
2. What new course did the Academy introduce?
3. Were there three or four departments at the Academy?
4. What industries did the Academy establish contacts with?
5. Who wrote the first textbook on machinery' for mining bedded deposits?
6. Why was the Academy transformed into six independent institutes?
7. Why was the Academy transformed?

3. Переведите следующие сочетания слов.

а) обогатительная фабрика
б) подготовка горных инженеров
в) разведка нефти
г) обработка цветных металлов

д) техническое образование
е) новый (учебный) курс по
ж) принимать активное участие
з) проводить исследования
и) направлять научную деятельность
к) горное оборудование
л) пластовые месторождения

№2

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

change - v изменяться, менять(ся); *syn.* **transform, alter;** *n* изменение, перемена; превращение

determine - v определить, устанавливать

engineering - *n* техника; технология; машиностроение**;** *syn.* **technics, technology, technique; machinery**

composition - *n* структура, состав

connect - v соединяться; *syn* **combine, link**

enterprise - *n* предприятие; предприимчивость

deal (dealt) v **(with) -** иметь дело с; рассматривать

environment - *n* окружающая обстановка**,** среда

demand - *n* спрос

field - *n* область, сфера деятельности; поле, участок, месторождение; бассейн; *syn* **basin, branch**

design - *n* проект; план, чертеж; конструкция; v проектировать, планировать; конструировать

graduate - v окончить (высшее учебное заведение), *амер.* окончить любое учебное заведение; *n* лицо, окончившее высшее учебное заведение; **undergraduate (student) -** студент последнего курса; **postgraduate (student) -** аспирант; **graduation paper -** дипломная работа

hardware - *n* аппаратура, (аппаратное) оборудование, аппаратные средства; техническое обеспечение

hydraulic - *a* гидравлический, гидротехнический

introduction - *n* введение, вступление

management - *n* управление, заведование; *syn.* **administration; direction**

offer - *v* предлагать *(помощь, работу);* предоставлять; *n* предложение

property - *n* свойство

protection - *n* защита, охрана

range - *n* область, сфера; предел; диапазон; радиус действия; ряд; серия

recreation - *n* отдых, восстановление сил; развлечение

reveal - v показывать, обнаруживать

rock - *n* горная порода

shape - *n* форма

software - *n* программное обеспечение; программные средства

skill - *n* мастерство; умение; **skilled -** *a* квалифицированный; опытный; умелый

survey - *n* съемка, маркшейдерская съемка; v производить маркшейдерскую или топографическую съемку, производить изыскания; *n* **surveying** съемка, маркшейдерские работы

value - *n* ценность, стоимость; величина; v ценить, оценивать; **valuable** *a* ценный

workshop - *n* мастерская, цех; семинар

to be of importance - иметь значение

to give an opportunity of - дать возможность

to meet the requirements - удовлетворять требованиям (потребности)

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 2: Mining and Geological Higher Education in Russia

In Russia young people get mining education at special institutes which train geologists and mining engineers for coal and ore mining. The total number of students of an institute includes full-time students, part-time students and postgraduate students.

Russian higher educational establishments offer different specializations for the students. Thus, at the geological institutes, the students specialize in geology, the science which deals with different problems connected with the Earth, its history, the study of rocks, their physical and chemical properties. One of the main tasks of geology is to prospect, discover and study the deposits of useful minerals.

Geology is both a theoretical and an applied science. Mining geology is of great importance to the mining engineer. As a rule, mining geology includes economic geology.

The outstanding Russian geologist V.A. Obruchev says that geology is the science of the Earth which reveals to us how the Earth took shape, its composition and its changes. Geology helps prospect for ores, coal, oil, salt and other useful minerals.

Higher mining schools (universities, academies, institutes and colleges) develop a wide range of courses and programmes that meet the requirements of the society .They offer courses in mining technology, machinery and transport, hydraulic engineering, electrical engineering, industrial electronics, automation, surveying, geodesy, information technology, etc.

The main trend in the development of higher mining education is the introduction of courses in environmental protection, management (environmental human resources), economics and management of mining enterprises, marketing studies, computer-aided design (CAD) and others.

Computer science is also of great importance. The course aims at providing students with understanding how software and hardware technology helps solving problems.

Laboratory work is an important part in training specialists. Experiments in laboratories and workshops will help students to develop their practical skills. They have a short period of field work to gain working experience.

The students go through practical training at mines, plants and other industrial enterprises.. They become familiar with all stages of production and every job from worker to engineer. Here they get practical knowledge and experience necessary for their diploma (graduation) papers.

A lot of students belong to students' scientific groups. They take part in the research projects which their departments usually conduct. Postgraduates carry out research in different fields of science and engineering.

Sport centres give the students opportunities to play different sports such as tennis, football, basketball, volleyball, swimming, ' skiing, water polo, boxing, wrestling and others.

Students graduate from mining and geological higher schools as mining engineers, mining mechanical engineers, ecologists, mining electrical engineers, geologists, economists and managers for mining industry.

1. Переведите следующие сочетания слов.

а) широкий круг проблем
б) денные месторождения полезных ископаемых
в) горный инженер-механик
г) вести научно-исследовательскую работу
д) принимать форму
е) техническое и программное обеспечение
ж) студенты (последнего курса)
з) дипломная работа
и) физические и химические свойства
к) месторождение полезных ископаемых

1. оканчивать институт
2. поступать в университет
3. получать образование

4. готовить геологов и горних инженеров
5. высшие горные учебные заведения
6. приобретать опыт
7. студенческие научные общества
8. заниматься различными видами спорта

№3

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

accurate - *a* точный, правильный; **accuracy** - *n* точность

archive - *n* архив

attend - v посещать *(лекции, практические занятия, собрания)*

comprehensive - *a* всесторонний, исчерпывающий

concern - v касаться, относиться; иметь отношение к чему-л.; *n* дело, отношение; важность; **concerning** *prep* относительно, касательно

consider - v рассматривать; считать; **considerable** - значительный, важный; **consideration** - *n* рассмотрение; обсуждение

draw (drew, **drawn**) - v *зд,* чертить, рисовать; **draw the conclusion** делать вывод; *syn* **come to the conclusion**

employ - v применять, использовать; предоставлять *(работу); syn* **use, utilize, apply; employment** - *n* служба; занятие; применение, использование

familiarize - v знакомить; осваивать

fundamental - *n pl* основы *(наук)*

levelling - *n* нивелирование, сглаживание *(различий);* выравнивание

number - *n* число, количество, большое количество; *(порядковый)* номер, ряд

observe - v наблюдать, следить *(за чём-л.),* соблюдать *(правило, обычаи)*

obtain - v получать; достигать; добывать; *syn* **get, receive**

present - v преподносить, дарить; подавать, представлять; **presentation** - *n* изложение; предъявление

proximity - *n* близость, соседство; **in proximity to** поблизости, вблизи от *(чего-л.)*

require - v требовать; *syn* **call for; demand; meet the requirements** удовлетворять требованиям

traversing - *n* горизонтальная съемка

to keep in close touch with - поддерживать связь с

to touch upon (on) затрагивать, касаться вкратце *(вопроса)*

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 3: Mining Education in Great Britain

In Great Britain the students get mining education at special colleges and at mining departments of universities.

For example, the Mining Department at the University of Nottingham ranks as one of the foremost teaching and research mining schools in Great Britain. The students come to the University from all parts of the country and from abroad. The close proximity of Nottingham to mines extracting coal and different metals makes it possible for the University to keep in close touch with new achievements in mining.

The aim of training at the University is to give the student an understanding of applied science based on lectures, tutorial system, laboratory work and design classes. The laboratory work trains the student in accurate recording of observations, drawing of logical conclusions and presentation of scientific reports. Besides, it gives the student an understanding of experimental methods and familiarizes him (or her) with the characteristics of engineering materials, equipment and machines.

At Nottingham there are two types of laboratories, general and Specialized. General laboratories deal with the fundamentals of engineering science and specialized ones1 study the more specialized problems in different branches of engineering.

During the final two years of his course the student gets a comprehensive training in surveying. Practical work both in the field and in drawing classes forms an important part of this course. Besides, the students have practical work in survey camps during two weeks. The equipment available for carrying out traversing, levelling, tacheometric and astronomical surveying is of the latest design.

The practical and laboratory work throughout the three or four years of study forms a very important part of the course, so the students obtain the required standard in their laboratory course work before they graduate.

British educational system is fee-paying. The annual fee includes registration, tuition, examination, graduation and, in the case of full-time students, membership of the Union of Students.

Students from all over the world (nearly 100 countries) study at the University of Nottingham. For many years the University has had a thriving community of international students.

The University pays much attention to learning foreign languages. For individual study there is a 16-place self-access tape library with a tape archive of 3,000 tapes in 30 languages. There are also 16 video work stations where the students play back video tapes or watch TV broadcasts in a variety of languages.

1. Определите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. In Great Britain the students can get mining education only at special colleges.
2. The training at universities is based on tutorial system.
3. The laboratory work familiarizes the student with modern equipment.
4. There are three types of laboratories at the University of Nottingham.
5. When the students study surveying, they have practical work both in the field and in drawing classes.
6. The students from abroad don't study at Nottingham.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. Where can one get mining education in Great Britain?
2. Is the Mining Department at the University of Nottingham one of the foremost research mining schools in Great Britain?
3. What makes it possible for the University to keep in close touch with the, achievements in mining?
4. What are the students supposed to do in the laboratories?
5. Will the students have practical work in survey camps or in the laboratories?
6. What do the students use surveying equipment for?
7. What can you say about studying foreign languages at the University?

№4

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

advance - *n* прогресс, успех; продвижение вперед; v делать успехи, развиваться, продвигаться вперед; **advanced courses** курсы по расширенной программе

authority - *n* администрация; начальство

differ - v (from) отличаться (от); **difference** *n* различие; разница; **different** *a* различный; *syn* **various**

excavate - v добывать *(уголь);* вырабатывать полезное ископаемое открытым способом; вынимать *(грунт);* **excavation** - *n* открытая разработка карьером; разрез, карьер; **surface excavation** открытая разработка; *syn* **open-cast (opencast)**

experience - *n* жизненный опыт; опыт работы; стаж

found - v основывать**; *syn* establish, set up; foundation -** *n* основание; учреждение; основа; **lay the foundation** положить начало чему-л , заложить основу чего-л.

manage - v управлять, заведовать, справляться, уметь обращаться; **management** - *n* управление, заведование; правление, дирекция; **management studies** - наука об управлении

mean (meant) - *v* значить, иметь значение, подразумевать; намереваться, иметь в виду; **means** - *n, pl* средства, **meaning** - *n* значение, **by means of** посредством (чего-л)

metalliferous – *a* содержащий металл, рудоносный

preliminary - *a* предварительный**; preliminary course** подготовительные курсы

realize - v представлять, себе; понимать *(во всех деталях); **syn*** **understand**

recognize - *v* признавать; узнавать

work out -v разрабатывать *(план);* решать задачу

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 4: Mining Education in Great Britain (continued)

At present in Great Britain there are a number of universities and colleges which give instruction in mechanical engineering, mining, metallurgy, etc. These institutions provide full-time and part-time education. It should be noted that technical colleges confer diplomas' on college graduates.

A university graduate leaves with the degree of Bachelor of Arts or Bachelor of Science, which is an academic qualification awarded by universities.

For example, the University in Cardiff has become one of the largest in Wales. It is one of the four colleges which together with the Welsh National School of Medicine form the University of Wales. There is the Mining Engineering Department in the University of Wales. The Department deals with the whole range of extractive industries such as coal and metalliferous mining, quarrying and oil technology.

After graduating from the college a student can be recommended for entry to the university by a college authority and he can apply for admission to the university.

At the Mining Department students may take several courses such as geology, mining engineering, mine surveying, quarrying, management studies and others. It has become a tradition that the courses are based on an intensive tutorial system. It means that students are allotted to members of the teaching staff for individual tuition separately in mining, in quarrying and in mine surveying. The system is founded on that of the older universities of Great Britain.

At the Department of Mining Engineering of the Newcastle University mining has now become a technically advanced profession. The Department of Mining Engineering trains industrially experienced engineers through various advanced courses in rock mechanics and surface excavation. For many years the Mining Engineering Department at Newcastle has recognized the need for highly-qualified engineers and realized that the courses in rock mechanics and surface excavation are of great importance for mining engineers.

At the University a student studies for three or four years. The organization of the academic year is based on a three-term system which usually runs from about the beginning of October to the middle of December, from the middle of January to the end of March and from the middle of April to the end of June or the beginning of July.

Students course is designed on a modular basis. Modules are self-contained 'units' of study, which are taught and assessed independently of each other. When a student passes a module, he (she) gains a credit. All modules carry a number of credits. At the end of the term, the number of credits a student gets, determines the award he (she) receives. Each module is continuously assessed by coursework and/or end-of-term examinations.

Admission to the British universities is by examination and selection. The minimum age for admission to the four-year course is normally 18 years. Departments usually interview all the candidates. The aim of the interview is to select better candidates.

Just over half of all university students live in colleges, halls of residence, or other accommodation provided by their university, another third lives in lodgings or privately rented accommodation; and the rest live at home.

1. Определите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. At present there are about a hundred technical institutions in Great Britain.
2. It should be noted that British colleges confer degrees.
3. As a rule a college authority recommends the graduates for entry to the university.
4. At the Mining Engineering Department of the University of Wales the students study only metalliferous mining.
5. At the Mining Engineering Department the courses are based on an intensive tutorial system.
6. The Mining Engineering Department at the Newcastle University has recognized the importance of teaching rock mechanics and surface excavation (open-cast mining).

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. Are there many technical institutions in Great Britain?
2. What is the difference between colleges and universities?
3. Is the Mining Engineering Department the only one in the University of Wales?
4. Does the Mining Engineering Department deal only with metalliferous mining?
5. Can a student enter the university after he has graduated from the college?
6. What courses are of special importance for mining engineers?
7. What do you know about the organization of the academic year at British universities?
8. When do the students take their examinations?

3. Переведите следующие сочетания слов.

а) курсы по расширенной программе
б) рудоносные отложения
в) средства производства
г) горный факультет
д) открытые горные работы
е) опытный инженер
ж) администрация колледжа
з) поощрять студентов
и) отвечать требованиям университета
к) наука об управлении

1. зависеть от условий
2. значить, означать
3. признать необходимость (чего-л.)
4. ежегодная производительность (шахты)
5. начальник шахты
6. добывающая промышленность
7. представлять особую важность
8. механика горных пород
9. единственный карьер
10. основывать факультет (школу, систему и т.д.)

№5

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

abyssal - *a* абиссальный, глубинный; **hypabissal** - *a* гипабиссальный
adjacent - *a* смежный, примыкающий
ash - *n* зола
belt - *n* пояс; лента; ремень
body - *n* тело, вещество; **solid (liquid, gaseous) bodies** твердые (жидкие, газообразные) вещества; породная масса; массив; месторождение; пласты
common - *a* обычный; общий; *syn* **general;** *ant* **uncommon**
cool - v охлаждать(ся); остывать; прохладный; *ant* **heat** нагревать(ся)

dimension - *n* измерение; *pl* размеры; величина; *syn* **measurement, size**
dust - *n* пыль
dyke – *n* дайка
extrusion - *n* вытеснение; выталкивание; *ant* **intrusion** вторжение; *геол.* интрузия *(внедрение в породу изверженной массы)*
fine - *a* тонкий, мелкий; мелкозернистый; высококачественный; тонкий; прекрасный, ясный (о *погоде);* изящный; **fine-graded (fine-grained)** мелкозернистый, тонкозернистый; **fines** - *n pl* мелочь; мелкий уголь
flow - v течь; литься; *n* течение; поток; **flow of lava** поток лавы
fragmentary - *a* обломочный, пластический
glass - *n* стекло; **glassy** - *a* гладкий, зеркальный; стеклянный
gold - *n* золото
inclined - *a* наклонный
mica - *n* слюда
permit - *v* позволять, разрешать; *syn* **allow, let; make possible**
probably - *adv* вероятно; *syn* **perhaps, maybe**
shallow - *a* мелкий; поверхностный; *ant* **deep** глубокий
sill - *n* силь, пластовая интрузия
stock - *n* шток, небольшой батолит
vein - *n* жила, прожилок, пропласток

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 5: Igneous Rocks

Igneous rocks have crystallized from solidified magma.

Igneous rocks can be classified in a number of ways and one of (hem is based on mode of occurrence. They occur either as intrusive (below the surface) bodies or as extrusive masses solidified at the Earth's surface. The terms "intrusive" and "extrusive" refer to the place where rocks solidified.

The grain size of igneous rocks depends on their occurrence. The intrusive rocks generally cool more slowly than the extrusive rocks and crystallize to a larger grain size. The coarser-grained intrusive rocks with grain size of more than 0.5 mm called plutonic or abyssal are referred to as intrusive igneous rocks because they are intruded into older pre-existing rocks. Extrusive or volcanic rocks have even finer grains, less than 0.05 mm and are glassy.

Exposed igneous rocks are most numerous in mountain zones for two reasons. First, the mountain belts have been zones of major deformation. Second, uplifts in mountain belts have permitted plutonic masses to be formed.

The largest bodies of igneous rocks are called batholiths. Batholiths cooled very slowly. This slow cooling permitted large mineral grains to form. It is not surprising that batholiths are composed mainly of granitic rocks with large crystals called plutons. As is known, granites and diorites belong to the group of intrusive or plutonic rocks formed by solidification of igneous mass under the Earth's crust. Granites sometimes form smaller masses called stocks, when the occurrence has an irregular shape but smaller dimensions than the batholiths.

Laccoliths and sills, which are very similar, are intruded between sedimentary rocks. Sills are thin and they may be horizontal, inclined or vertical. Laccoliths are thicker bodies and in some cases they form mountains.

Dykes are also intrusive bodies. They range in thickness from a few inches to several thousand feet. Dykes are generally much longer than they are wide. Most dykes occupy cracks and have straight parallel walls. These bodies cool much more rapidly and are commonly fine-grained. For example, granite may occur in dykes that cut older rocks.

Pegmatites (quartz, orthoclase and mica) also belong to the group of plutonic or intrusive rocks. They occur in numerous veins which usually cut through other plutonites, most often granite, or adjacent rocks.

Extrusive igneous rocks have been formed from lava flows which come from fissures to the surface and form fields of volcanic rocks such as rhyolite, andesite, basalt, as well as volcanic ashes and dust, tuff, etc. As a rule, these rocks of volcanic origin cool rapidly and are fine-grained. It is interesting to note that basalt is the most abundant of all lavatypes. It is the principal rock type of the ocean floor.

Igneous rocks are rich in minerals that are important economically or have great scientific value. Igneous rocks and their veins are rich in iron, gold, zinc, nickel and other ferrous metals.

1). Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Igneous rocks have been formed by sedimentation.
2. Intrusive rocks have been formed by the cooling of rocks of the Earth's crust.
3. Extrusive rocks have been formed the same way.
4. The grain size of igneous rocks depends on mode of occurrence.
5. Exposed igneous rocks are numerous in mountain zones.
6. Granites and diorites belong to the group of extrusive rocks.
7. As a rule, granite may occur in dykes.
8. Pegmatites do not belong to the group of plutonic or intrusive rocks.

2). Ответьте на вопросы:

1. Have igneous rocks crystallized from magma or have they been formed by sedimentation?
2. Which types of igneous rocks do you know?
3. What does the grain size of igneous rocks depend on?
4. Can you give an example of intrusive or plutonic rocks?
5. Are diorites intrusive or extrusive formations?
6. What do you know about batholiths?
7. Do pegmatites belong to the group of plutonic or volcanic rocks?
8. How do pegmatites occur?
9. What minerals are igneous rocks rich in?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов в сочетаний слов:

1.	adjacent layers	а) способ залегания
2.	abyssal rocks	б) крупнозернистый
3.	dimensions of crystals	в) зоны крупных нарушений
4.	valuable minerals	г) абиссальные (глубинные) породы
5.	shape and size of grains	д) смежные пласты (слои)
6.	mode of occurrence	е) размеры кристаллов
7.	coarse-grained	ж) взбросы
8.	uplifts	з) форма и размер зерен
9.	zones of major deformation	и) ценные минералы

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих сочетаний слов:

1.	затвердевшие массы	а) irregular shape
2.	обломочные породы	б) at a certain depth
3.	медленно остывать	в) economically important
4.	мелкозернистый	г) solidified masses
5.	многочисленные трещины	д) scientific value
6.	неправильная форма	е) to cool slowly
7.	на определенной глубине	ж) existing types of rocks
8.	экономически важный	з) fine-grained
9.	научная ценность	и) fragmentary rocks

10. существующие типы пород к) numerous cracks or fissures

№6

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

band - *n* слой; полоса; прослоек *(породы); syn* **layer**
cleave - *v* расщепляться; трескаться, отделяться по кливажу; **cleavage** *n* кливаж
constituent - *n* составная часть, компонент
define - *v* определять, давать определение
distribute - v **(among)** распределять (между); раздавать;
disturb - *v* нарушать; смещать
excess - *n* избыток, излишек; *ant* **deficiency**
flaky - *a* слоистый; похожий на хлопья
fluid - *n* жидкость; жидкая или газообразная среда
foliate - *v* расщепляться на тонкие слои; **foliated** - *a* листоватый, тонкослоистый; *syn* **flaky**
marble - *n* мрамор
mention - *v* упоминать, ссылаться; *n* упоминание
plate - *n* пластина; полоса *(металла)*
pressure - *n* давление; **rock pressure (underground pressure)** горное давление, давление горных пород
relate - *v* относиться; иметь отношение; **related** *a* родственный; **relation** - *n* отношение; **relationship** - *n* родство; свойство; **relative** - *a* относительный; соответственный
run (ran, run) - *v* бегать, двигаться; течь; работать (о *машине);* тянуться, простираться; управлять *(машиной);* вести *(дело, предприятие)*
schistose - *a* сланцеватый; слоистый
sheet - *n* полоса
slate - *n* сланец; *syn* **shale**
split (split) - *v* раскалываться, расщепляться, трескаться; *syn* **cleave**
trace - *n* след; **tracing –** *n* прослеживание
at least по крайней мере
to give an opportunity (of) давать возможность *(кому-л., чему-л.)*

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 6: Metamorphic Rocks

The problem discussed concerns metamorphic rocks which compose the third large family of rocks. "Metamorphic" means "changed from". It shows that the original rock has been changed from its primary form to a new one. Being subjected to pressure, heat and chemically active fluids beneath the Earth's surface, various rocks in the Earth's crust undergo changes in texture, in mineral composition and structure and are transformed into metamorphic rocks. The process described is called metamorphism.

As is known, metamorphic rocks have been developed from earlier igneous and sedimentary rocks by the action of heat and pressure.

Gneisses, mica schists, phyllites, marbles, slate, quartz, etc. belong to the same group of rocks. Having the same mineral composition as granite, gneisses consist chiefly of quartz, orthoclase and mica. However unlike granite, they have a schistose structure. It means that their constituents are distributed in bands or layers and run parallel to each other in one direction. If disturbed the rock cleaves easily into separate plates.

The role of water in metamorphism is determined by at least four variable geologically related parameters: rock pressure, temperature, water pressure, and the amount of water present.

During a normal progressive metamorphism rock pressure and temperature are interdependent, and the amount of water and the pressure of water are related to the sediments and to the degree of metamorphism in such a way that, generally speaking, the low-grade metamorphic rocks are

characterized by the excess of water. The medium-grade rocks defined by some deficiency of water and the high-grade metamorphic rocks are characterized by the absence of water.

Many of the metamorphic rocks mentioned above consist of flaky materials such as mica and chlorite. These minerals cause the rock to split into thin sheets, and rocks become foliated.

Slate, phyllite, schist and gneiss belong to the group of foliated metamorphic rocks. Marble and quartzite are non-foliated metamorphic rocks.

The structure of metamorphic rocks is of importance because it shows the nature of pre-existing rocks and the mechanism of metamorphic deformation. Every trace of original structure is of great importance to geologists. It gives an opportunity of analysing the causes of its metamorphism.

Being often called crystalline schists, metamorphic rocks such as gneisses and mica have a schistose structure. Metamorphic rocks represent the oldest portion of the Earth's crust. They are mostly found in the regions of mountain belts where great dislocations on the Earth once took place.

1). Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Generally speaking, metamorphic rocks have been developed from ores.
2. Marble, slate and phyllite belong to the group of metamorphic rocks.
3. As is known, unlike granite metamorphic rocks have a schistose structure.
4. It is quite obvious that the role of water in metamorphism is great.
5. As a rule, low-grade metamorphic rocks are characterized by the absence of water.
6. Flaky materials cause the rock to split into thin sheets.
7. It should be noted that marble and quartzite are foliated metamorphic rocks.
8. The structure of metamorphic rocks shows the nature of older preexisting rocks and the mechanism of metamorphic deformation as well.
9. All metamorphic rocks are non-foliated.

2). Ответьте на вопросы:

1. Do you know how metamorphic rocks have been formed?
2. Which rocks belong to the group of metamorphic?
3. Does gneiss have the same structure as granite?
4. Is the role of water great in metamorphism?
5. What rocks do we call foliated? What can you say about non-foliated metamorphic rocks?
6. How can geologists trace the original structure of metamorphic rocks?
7. Why are metamorphic rocks often called crystalline schists?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. as a result of the chemical and physical changes
2. constituents of rocks
3. to be subjected to constant development
4. to undergo changes
5. excess of water
6. low-grade ores
7. coal band
8. to cleave into separate layers
9. traces of original structure
10. generally speaking

а) полоса (или прослоек) угля
б) составляющие пород
в) расщепляться на отдельные слои
г) вообще говоря

д) в результате химических и физических изменений
е) избыток воды
ж) изменяться
з) находиться в постоянном развитии
и) низкосортные руды
к) следы первоначальной структуры

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. иметь значение
2. упомянутые выше
3. сланцеватая структура
4. в отличие от гранита
5. недостаток воды
6. существовавшие ранее породы
7. слоистые породы
8. мрамор и сланец
9. гнейс
10. давать возможность
11. определять структуру

а) unlike granite
б) to be of importance
в) pre-existing rocks
г) mentioned above
д) schistose structure
е) to give an opportunity (of doing smth)
ж) to define (determine) rock texture
з) deficiency of water
и) flaky rocks
к) marble and slate
л) gneiss

№7

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

aerial - *a* воздушный; надземный

certain - *a* определенный; некоторый; **certainly** *adv* конечно

cost - (cost) v стоить; *n* цена; стоимость

crop - v (out) обнажать(ся), выходить на поверхность *(о пласте, породе); syn* **expose;** засевать, собирать урожай

dredging - *n* выемка грунта; драгирование

drill - v бурить, сверлить; *n* бурение, сверление; бурильный молоток; **drilling** - *n* бурение, сверление; **core-drilling** колонковое (керновое) бурение

drive (drore, **driven**) - v проходить *(горизонтальную выработку);* приводить в движение; управлять *(машиной); n* горизонтальная выработка; привод; передача

evidence – *n* основание; признак(и); свидетельства

expect - v ожидать; рассчитывать; думать; предлагать

explore - v разведывать месторождение полезного ископаемого с попутной добычей; **exploratory** - *a* разведочный; **exploration** - *n* детальная разведка; разведочные горные работы по месторождению

galena - *n* галенит, свинцовый блеск

indicate - v указывать, показывать; служить признаком; означать

lead - *n* свинец

look for - v искать

open up - v вскрывать *(месторождение);* нарезать *(новую лаву, забой);* **opening** - *n* горная выработка; подготовительная выработка; вскрытие месторождения

panning - *n* промывка *(золотоносного песка в лотке)*

processing - *n* обработка; - **industry** обрабатывающая промышленность

prove - v разведывать *(характер месторождения или залегания);* доказывать; испытывать, пробовать; **proved** - *a* разведанный, достоверный; **proving** - *n* опробование, предварительная разведка

search - v исследовать; (for) искать *(месторождение); n* поиск; *syn* **prospecting**

sign - *n* знак, символ; признак, примета

store - v хранить, накапливать *(о запасах)*

work - v работать; вынимать, извлекать *(уголь, руду);* вырабатывать; **workable** - *a* подходящий для работы, пригодный для разработки, рабочий *(о пласте);* рентабельный; **working** - *n* разработка, горная выработка

country rock коренная (основная) порода

distinctive properties отличительные свойства

malleable metal ковкий металл

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 7: Prospecting

Mining activities include prospecting and exploration for a mineral deposit through finding, proving, developing, extracting and processing the ore. That is why it is possible to divide the mining activity into three major phases: 1) before mining which involves prospecting and exploration required to locate, characterize and prove a potential ore body; 2) mining which refers to actual coal or ore extraction. Extraction processes include underground or surface mining and dredging; 3) after mining which involves processing and preparing the raw ore for the end product.

As has already been said, before a mineral deposit can be worked, that is, before it can be extracted from the Earth for use by man, it must first be found. The search for economically useful mineral deposits is called prospecting. To establish the quality and quantity of a mineral deposit, the type of country rock, etc. means to prove it and this process is called proving. Prospecting and proving are only two different stages of mining geological exploration, the latter includes drilling and driving of openings.

Last century prospectors looked for visible evidence of mineralization on the surface of the Earth. To recognize valuable minerals it was necessary to know their various distinctive physical properties. For example, gold occurs in nature as a heavy malleable yellow metal. -Galena, the most important mineral containing lead, is dark grey, heavy and lustrous. The first ores of iron to be mined were deposits of magnetite, a black heavy mineral capable of attracting a piece of iron.

As the deposits of mineral that cropped out at the surface were mined, the search for additional supplies of minerals took place. The science of geology was used to explain the occurrence of ore deposits.

The aim of geological prospecting is to provide information on a preliminary estimation of the deposit and the costs of the geological investigations to be made. It also indicates whether it is available to continue the exploration or not.

Prospecting work includes three stages: 1) finding signs of the mineral; 2) finding the deposit; 3) exploring the deposit.

General indications of the possibility of exposing this or that mineral in a locality can be obtained by studying its general topographical relief, the type of ground and its general natural conditions. Thus, in mountainous regions where fissures were formed during the process of mountain formation, ore minerals could be expected in the fissure fillings. In hilly regions, sedimentary deposits would be expected.

Certain deposits are found only in a particular type of ground. Coal seams, for example, are found in sedimentary formations mainly consisting of sandstones and shales. Veins, on the other hand,

are found in crystalline (igneous) rocks, and the type of country rock usually determines the type of minerals.

At present, prospecting methods to be used are as follows:

1. Surface geological and mineralogical prospecting such as panning.
2. Geophysical, geochemical, geobotanical prospecting.
3. Aerial photography with geological interpretation of the data to be obtained is highly effective from aircraft or helicopter. Besides, successful development of space research has made it possible to explore the Earth's resources from space by satellites.

In modern prospecting the methods mentioned above are used together with the study of geological maps.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The search for economically useful mineral deposits is called proving.
2. Last century prospectors looked for visible evidence of mineral deposits.
3. The first ores of iron to be mined were deposits of galena.
4. The science of geology can explain the mode of occurrence of ore deposits.
5. As a rule prospecting includes four stages.
6. The study of general topographical relief and the type of ground makes it possible to expose this or that deposit.
7. Geologists know that certain deposits are only found in a particular type of ground.
8. As is known, veins are found in metamorphic rocks.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What is prospecting?
2. What is proving?
3. How did prospectors find mineral deposits in the 19th century?
4. Does gold occur in nature as a heavy malleable yellow metal or as a heavy dark-grey one?
5. What metal is capable of attracting a piece of iron?
6. What does prospecting work provide?
7. What are the three main stages of prospecting?
8. Is it enough to know only the topographical relief of a locality for exposing this or that mineral?
9. What methods of prospecting do you know?
10. What are the most effective aerial methods of prospecting now?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. country rock	а) залегание рудных месторождений
2. panning	б) блестящий металл
3. the search for commercially useful deposits	в) коренная (основная) порода
4. geological exploration	г) дополнительные запасы минералов
5. to look for evidence of mineralization	д) промывка (золотоносного песка в лотке)
6. distinctive properties	е) геологическая разведка (с попутной добычей)
7. lustrous metal	ж) искать доказательства наличия месторождения
8. capable of attracting a piece of iron	з) отличительные свойства
9. additional supplies of minerals	и) поиски экономически полезных месторождений
10. the occurrence of ore deposits	к) способный притягивать кусок металла

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1.	стоимость геологических исследований	а) the data obtained
2.	выходить на поверхность (обнажаться)	б) galena, sandstones and shales
3.	произвести предварительную оценку (месторождения)	в) the cost of geological investigations
4.	визуальные наблюдения с воздуха	г) to crop out
5.	полученные данные	д) certain ore deposits
6.	галенит, песчаники и сланцы	е) to make a preliminary estimation (of a deposit)
7.	общие показания	ж) visual aerial observations
8.	находить признаки месторождения	з) to find the signs of a deposit
9.	определенные рудные месторождения	и) general indications

№8

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

adit - *n* горизонтальная подземная выработка, штольня

angle - *n* угол

approximate - *a* приблизительный

bit - *n* режущий инструмент; буровая коронка, коронка для алмазного бурения; головка бура, сверло; **carbide bit** армированная коронка, армированный бур; **diamond bit** - алмазная буровая коронка

borehole - *n* скважина, буровая скважина

crosscut - *n* квершлаг

dip - *n* падение *(залежи);* уклон, откос; v падать

enable - v давать возможность или право *(что-л. сделать)*

exploit - v разрабатывать *(месторождение);* эксплуатировать; **exploitation** - *n* разработка; эксплуатация

measure - *n* мера; мерка; критерий; степень; *pl* свита, пласты; v измерять

overburden - *n* покрывающие породы, перекрывающие породы; верхние отложения, наносы; вскрыша

pit - *n* шахта; карьер, разрез; шурф

reliable - *a* надежный; достоверный

rig - *n* буровой станок, буровая вышка; буровая каретка; буровое оборудование

sample - *n* образец; проба; v отбирать образцы; опробовать, испытывать

section - *n* участок, секция, отделение, отрезок, разрез, профиль, поперечное сечение; **geological** ~ геологический разрез *(пород)*

sequence - *n* последовательность; порядок следования; ряд

sink (sank, sunk) - v проходить *(шахтный ствол, вертикальную выработку);* углублять; погружать; опускать; **sinking** - *n* проходка *(вертикальных или наклонных выработок);* **shaft sinking** - проходка ствола

slope - *n* наклон; склон; бремсберг; уклон; v клониться, иметь наклон; **sloping** - *a* наклонный; **gently sloping** - с небольшим наклоном

steep - *a* крутой, крутопадающий, наклонный

strike - *n зд.* простирание; v простираться; **across the strike** - вкрест простирания; **along (on) the strike** по простиранию

trench - *n* траншея, канава; котлован; v копать, рыть, шурфовать

to make use (of) использовать, применять

to take into consideration принимать во внимание; *syn* **take into account**

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 8: Exploration of Mineral Deposits

Exploration is known to include a whole complex of investigations carried out for determining the industrial importance of a deposit. The main task is to determine the quality and quantity of mineral and the natural and economic conditions in which it occurs. The exploration of the deposit is divided into three stages, namely preliminary exploration, detailed exploration and exploitation exploration.

The aim of preliminary exploration is to establish the general size of a deposit and to obtain an approximate idea of its shape, dimensions and quality. At this stage the geological map of the deposit is corrected and a detailed survey of its surface is completed.

The information on the preliminary exploration is expected to give an all-round description of the deposit which will enable the cost of its detailed exploration to be estimated.

The following points should be taken into consideration: 1) the shape and area of the deposit; 2) its depth and angles of dip and strike; 3) its thickness; 4) the properties of the surrounding rock and overburden; 5) the degree of uniformity of distribution of the mineral within the deposit and the country rock, etc.

Preliminary explorations can make use of exploratory openings such as trenches, prospecting pits, adits, crosscuts and boreholes. They are planned according to a definite system, and some are driven to a great depth.

All the exploratory workings are plotted on the plan. These data allow the geologist to establish the vertical section of the deposit.

The quality of the mineral deposit is determined on the basis of analyses and tests of samples taken from exploratory workings.

The method of exploration to be chosen in any particular case depends on the thickness of overburden, the angle of dip, the surface relief, the ground water conditions and the shape of the mineral deposit.

The task of the detailed exploration is to obtain reliable information on the mineral reserves, their grades and distribution in the different sectors of the deposit. Detailed exploration data provide a much more exact estimate of the mineral reserves.

Mine or exploitation exploration is known to begin as soon as mining operations start. It provides data for detailed estimates of the ore reserves of individual sections. It facilitates the planning of current production and calculating the balance of reserves and ore mined.

The searching and discovering of new mineralized areas are based on geological survey and regional geophysical prospecting. The results of these investigations provide data on iron-bearing formations and new deposits for commercial extraction.

In detailed exploration both underground workings and borehole survey are used. Core drilling with diamond and carbide bits is widely used. Non-core drilling is also used in loose rocks in combination with borehole geophysical survey.

One of the main methods to explore coal deposits is also core-drilling. Modern drilling equipment makes it possible to accurately measure bed thickness and determine structure of beds, faults and folds. Recording control instruments are attached to drilling rigs which allow the geologists to get reliable samples good for nearly all parameters of coal quality to be determined.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The purpose of preliminary exploration is to determine the mineral reserves and their distribution in the different sectors of the deposit.
2. The properties of the surrounding rock and overburden should be taken into consideration during the preliminary exploration.
3. The purpose of the detailed exploration is to find out the quantity (reserves) of the deposit.
4. Exploitation exploration facilitates the planning of current production.
5. Both core drilling and non-core drilling are widely used.

6. Recording control instruments allow geologists to get reliable ore samples.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What stages does exploration include?
2. What is the main purpose of preliminary exploration?
3. What should be taken into consideration by geologists during preliminary exploration?
4. What exploratory openings do you know?
5. Do you know how the quality of the mineral deposit is determined?
6. What is the aim of a detailed exploration?
7. Is core drilling used in prospecting for loose rocks?
8. What is drilling equipment used for?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих сочетаний слов:

1. bedded deposits
2. core drilling
3. the angle of dip of the seam
4. the thickness of overburden
5. exploratory workings
6. composition of minerals
7. pits and crosscuts
8. to exploit new oil deposits
9. sampling
10. geological section

а) мощность наносов
б) разрабатывать новые месторождения нефти
в) шурфы и квершлаги
г) пластовые месторождения
д) опробование (отбор) образцов
е) угол падения пласта
ж) колонковое бурение
з) геологический разрез (пород)
и) состав минералов
к) разведочные выработки

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих сочетаний слов:

1. буровые скважины
2. по простиранию пласта
3. равномерность распределения минерала в залежи
4. водоносность пород
5. карбидные и алмазные коронки
6. детальная разведка
7. использовать новые поисковые методы
8. проникать в залежь
9. коренная порода
10. свойства окружающих пород

а) ground water conditions
б) detailed exploration
в) boreholes
г) along the strike of the bed (seam)
д) carbide and diamond bits
е) the uniformity of mineral distribution in the deposit
ж) the properties of surrounding rocks
з) to make use of new prospecting methods
и) country rock
к) to penetrate into the deposit

3. Подготовка к практическим занятиям (запоминание иноязычных лексических единиц и грамматических конструкций)

Грамматические конструкции представлены на стр. 6 – 40.

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

Семья. Family

родственник relative, relation
родители parents
мать (мама) mother (mom, mum, mama, mamma, mummy, ma)
отец (папа) father (dad, daddy, papa, pa)
жена wife
муж husband
супруг(а) spouse
ребенок, дети child, children
дочь daughter
сын son
сестра sister
брат brother
единственный ребенок only child
близнец twin
близнецы, двойняшки twins
брат-близнец twin brother
сестра-близнец twin sister
однояйцевые близнецы identical twins
тройняшки triplets
бабушка и дедушка grandparents
бабушка grandmother (grandma, granny, grandmamma)
дедушка grandfather (grandpa, granddad, grandpapa, grandad)
внуки grandchildren
внучка granddaughter
внук grandson
прабабушка great-grandmother
прадедушка great-grandfather
прабабушка и прадедушка great-grandparents
правнуки great-grandchildren
тётя aunt
дядя uncle
крестный (отец) godfather
крестная (мать) godmother
отчим, приемный отец stepfather
мачеха, приемная мать stepmother
сводный брат stepbrother
сводная сестра stepsister
брат по одному из родителей half-brother
сестра по одному из родителей half-sister
приемный, усыновленный сын adopted son
приемная, удочеренная дочь adopted daughter
приемный ребенок adopted child
патронатная семья, приемная семья foster family
приемный отец foster father
приемная мать foster mother
приемные родители foster parents

приемный сын foster son
приемная дочь foster daughter
приемный ребенок foster child
неполная семья (с одним родителем) single-parent family
родня the kin, the folks
племянница niece
племянник nephew
двоюродный брат cousin (male)
двоюродная сестра cousin (female)
двоюродный брат (сестра), кузен (кузина) first cousin
троюродный брат (сестра) second cousin
четвероюродный брат (сестра) third cousin
родня со стороны мужа или жены in-laws
свекровь mother-in-law (husband's mother)
свёкор father-in-law (husband's father)
тёща mother-in-law (wife's mother)
тесть father-in-law (wife's father)
невестка, сноха daughter-in-law
зять son-in-law
шурин, свояк, зять, деверь brother-in-law
свояченица, золовка, невестка sister-in-law
семейное положение marital status
холостой, неженатый, незамужняя single
женатый, замужняя married
брак marriage
помолвка engagement
помолвленный, обрученный engaged
развод divorce
разведенный divorced
бывший муж ex-husband
бывшая жена ex-wife
расставшиеся, не разведенные, но не проживающие одной семьей separated
вдова widow
вдовец widower
подружка, невеста girlfriend
друг, парень, ухажер boyfriend
любовник, любовница lover
ухажер, жених, подружка, невеста, обрученный fiance
свадьба wedding
невеста на свадьбе bride
жених на свадьбе (bride)groom
медовый месяц honeymoon

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

The Ural State Mining University

Mining University – Горный университет; **higher educational institution** - высшее учебное заведение; **to provide** - зд. Предоставлять; **full-time education** - очное образование; **extramural education** - заочное	**scientific research centre** - центр научных исследований; **master of science** - кандидат наук; **capable** – способный; **to take part in** - принимать участие; **graduate** – выпускник; **to dedicate** – посвящать;

образование; **to award** – награждать; **post-graduate courses** – аспирантура;	**to carry out scientific work** - выполнять научную работу;

Faculty of Mining Technology - горно – технологический; **Faculty of Engineering and Economics** - инженерно-экономический; **Institute of World Economics** – Институт мировой экономики; **Faculty of Mining Mechanics** - горно-механический; **Faculty of Civil Protection** – гражданской защиты; **Faculty of City Economy** – городского хозяйства;	**Faculty of Geology & Geophysics** – геологии и геофизики; **Faculty of extramural education** – заочный; **department** – кафедра; **dean** – декан; **to train specialists in** - готовить специалистов; **to consist of** - состоять из; **preparatory** – подготовительный; **additional** – дополнительный; **to offer** – предлагать;

to house - размещать /ся/; **building** – здание; **Rector's office** – ректорат; **Dean's office** – деканат; **department** – кафедра; **library** – библиотека; **reading hall** - читальный зал; **assembly hall** - актовый зал; **layout** - расположение, план; **administrative offices** - административные отделы;	**computation centre** - вычислительный центр; **canteen** – столовая; **to have meals** – питаться; **hostel** – общежитие; **to go in for sports** - заниматься спортом; **wrestling** – борьба; **weight lifting** - тяжелая атлетика; **skiing** - катание на лыжах; **skating** - катание на коньках; **chess** – шахматы;

academic work - учебный процесс; **academic year** - учебный год; **to consist of** - состоять из; **bachelor's degree** - степень бакалавра; **course of studies** - курс обучения; **to last** - длиться; **term** - семестр; **to attend lectures and classes** - посещать лекции и занятия; **period** - пара, 2 – х часовое занятие; **break** - перерыв; **subject** - предмет; **descriptive geometry** - начертательная геометрия;	**general geology** - общая геология; **foreign language** - иностранный язык; **to operate a computer** - работать на компьютере; **to take a test (an exam)** - сдавать зачет, экзамен; **to pass a test (an exam)** - сдать зачет, экзамен; **to fail a test (an exam)** - не сдать зачет, экзамен; **to fail in chemistry** - не сдать химию; **holidays, vacations** - каникулы; **to present graduation paper** - представлять дипломные работы; **for approval** - к защите;

The Faculty of Mining Technology trains specialists in: mine surveying - маркшейдерская съемка; underground mining of mineral deposits - подземная разработка месторождений полезных ископаемых; mine and underground construction - шахтное и подземное строительство; surface mining (open-cut mining) - открытые горные работы; physical processes of mining, oil and gas production - физические процессы горного и нефтегазового производства; placer mining - разработка россыпных месторождений; town cadastre - городской кадастр.

The Institute of World Economics trains specialists in: land improvement, recultivation and soil protection - мелиорация, рекультивация и охрана земель; engineer protection of environment in mining - инженерная защита окружающей среды в горном деле; computer systems of information processing and control - автоматизированные системы обработки информации и управления; economics and management at mining enterprises - экономика и управление на предприятиях горной промышленности.

The Faculty of Mining Mechanics trains specialists in: electromechanical equipment of mining enterprises - электромеханическое оборудование горных предприятий; designing & production of mining, oil and gas machinery - конструирование и производство горных и нефтегазопромысловых машин; technological and service systems of exploitation and maintenance of machines and equipment - технологические и сервисные системы эксплуатации и ремонта машин и оборудования; motorcars and self-propelled mining equipment - автомобили и самоходное горное оборудование; electric drive and automation or industrial units and technological complexes - электопривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов; automation of technological processes and industries - автоматизация технологических процессов и производств; mineral dressing - обогащение полезных ископаемых.

The Faculty of Geology & Geophysics trains specialists in: geophysical methods of prospecting and exploring mineral deposits - геофизические мет оды поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; according to some specializations: geoinformatics – геоинформатика; applied geophysics - прикладная геофизика; structural geophysics - структурная геофизика; geological surveying and exploration or mineral deposits - геологическая съемка и поиски МПИ; geology and mineral exploration - геология и разведка МПИ; prospecting and exploration or underground waters and engineering - geological prospecting - поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания; applied geochemistry, petrology and mineralogy - прикладная геохимия, петро логия и минералогия; drilling technology - технология и техника разведки МПИ.

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

My town

a building – здание
downtown – деловой центр города
town outskirts – окраина города
a road – дорога
an avenue – проспект
a pavement/a sidewalk - тротуар
a pedestrian – пешеход
a pedestrian crossing – пешеходный переход
traffic lights – светофор
a road sign – дорожный знак
a corner – угол
a school - школа
a kindergarten – детский сад
a university - университет
an institute – институт
an embassy - посольство
a hospital - больница
a shop/a store/a shopping centre/a supermarket – магазин, супермаркет
a department store – универмаг
a shopping mall/centre – торговый центр
a food market – продуктовый рынок
a greengrocery – фруктово-овощной магазин
a chemist’s/a pharmacy/a drugstore - аптека

a beauty salon – салон красоты
a hairdressing salon/a hairdresser's - парикмахерская
a dental clinic/a dentist's – стоматологическая клиника
a vet clinic – ветеринарная клиника
a laundry – прачечная
a dry-cleaner's – химчистка
a post-office – почтовое отделение
a bank – банк
a cash machine/a cash dispenser - банкомат
a library – библиотека
a sight/a place of interest - достопримечательность
a museum – музей
a picture gallery – картинная галерея
a park – парк
a fountain – фонтан
a square – площадь
a monument/a statue – памятник/статуя
a river bank – набережная реки
a beach – пляж
a bay - залив
a café – кафе
a restaurant – ресторан
a nightclub – ночной клуб
a zoo - зоопарк
a cinema/a movie theatre - кинотеатр
a theatre – театр
a circus - цирк
a castle - замок
a church – церковь
a cathedral – собор
a mosque - мечеть
a hotel – отель, гостиница
a newsagent's – газетный киоск
a railway station – железнодорожный вокзал
a bus station - автовокзал
a bus stop – автобусная остановка
an underground (metro, subway, tube) station – станция метро
a stadium – стадион
a swimming-pool – плавательный бассейн
a health club/a fitness club/a gym – тренажерный зал, фитнесс клуб
a playground – игровая детская площадка
a plant/a factory – завод/фабрика
a police station – полицейский участок
a gas station/a petrol station – заправочная автостанция, бензоколонка
a car park/a parking lot - автостоянка
an airport - аэропорт
a block of flats – многоквартирный дом
an office block – офисное здание
a skyscraper - небоскреб
a bridge – мост
an arch – арка
a litter bin/a trash can – урна

a public toilet – общественный туалет
a bench - скамья

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

My speciality

The Earth's Crust and Useful Minerals

cause - v заставлять; вызывать; влиять; причинять; *n* причина, основание; дело; общее дело; *syn* **reason**

clay - *n* глина; глинозем

consolidate - v твердеть, затвердевать, уплотнять(ся); укреплять; *syn* **solidify**

crust - *n* кора; *геол.* земная кора

decay - v гнить, разлагаться; *n* выветривание *(пород);* распад, разложение

derive - v (from) происходить, вести свое происхождение *(от);* наследовать

destroy - v разрушать; уничтожать; **destructive** *a* разрушительный

dissolve v растворять

expose - v выходить *(на поверхность);* обнажаться; **exposure** - *n* обнажение

external - *a* внешний

extrusive - *a* эффузивный, излившийся *(о горной породе)*

force - v заставлять, принуждать; ускорять движение; *n* сила; усилие

glacier - *n* ледник, глетчер

grain - *n* зерно; **angular grains** - угловатые зерна *(минералов);* **grained** - *a* зернистый

gravel - *n* гравий, крупный песок

internal - *a* внутренний

intrusive - *a* интрузивный, плутонический

iron - *n* железо

layer - *n* пласт

like - *a* похожий, подобный; *syn* **similar;** *ant* **unlike;** *adv* подобно

lime - *n* известь; **limestone** - *n* известняк

loose - *a* несвязанный, свободный; рыхлый

make up - v составлять; *n* состав *(вещества)*

particle - *n* частица; включение

peat - *n* торф; торфяник

represent - v представлять собою; означать; быть представителем; **representative** - представитель; **representative** - *a* характерный, типичный

rock – *n* горная порода; **igneous** - изверженная порода; **sedimentary** - осадочная порода

sand - *n* песок

sandstone - *n* песчаник; **fine-grained (medium-grained, coarse-grained)** - мелкозернистый (среднезернистый, грубозернистый) песчаник

sediment - *n* отложение; осадочная порода; **sedimentary** - *a* осадочный; **sedimentation** - *n* образование осадочных пород

schist - *n (кристаллический)* сланец; **schistose** - *a* сланцеватый, слоистый

shale - *n* сланец, сланцевая глина, глинистый сланец; **clay** - глинистый сланец; **combustible …, oil …** - горючий сланец

siltstone - *n* алеврит

stratification - *n* напластование, залегание

stratify - v напластовываться; отлагаться пластами; **stratified** *a* пластовый; *syn* **layered, bedded**

substance - *n* вещество, материал; сущность

thickness - *n* толщина, мощность

value - *n* ценность; важность; величина; значение; **valuable** - *a* ценный *(о руде)*

vary - v изменять(ся); отличать(ся); *syn* **differ, change (from); variable** - *a* переменный; непостоянный; **various** *a* различный; *syn* **different**

contain - v содержать *(в себе),* вмещать

crack - *n* трещина; щель; v давать трещину; трескаться, раскалываться

contract - v сжиматься; сокращаться

dust - *n* пыль

expand - v расширяться); увеличивать(ся) в объеме; **expansion** *n* расширение; *ant* **contract**

fissure - *n* трещина *(в породе, угле);* расщелина; щель

fracture - *n* трещина; излом; разрыв; v ломать(ся); раздроблять *(породу)*

freeze - *v* замерзать; замораживать; застывать

gradual - *a* постепенный; **gradually** *adv* постепенно

hard - *a* твердый, жесткий; *ant* **soft;** тяжелый (о *работе); adv* сильно, упорно; **hardly** *adv* едва, с трудом

hole - *n* отверстие; скважина; шпур; шурф

influence - *n* влияние; v **(on, upon)** влиять (не *что-л.)*

lateral - *a* боковой

occur - *v* залегать; случаться; происходить; *syn* **take place, happen; occurrence** - *n* залегание; **mode of occurrence** - условия залегания

penetrate - *v* проникать *(внутрь),* проходить через *(что-л.)*

phenomenon - *n* явление; *pi* **phenomena**

pressure - *n* давление; **lateral pressure** боковое *(горизонтальное)* давление; **rock pressure** горное давление, давление породы

rate - *n* степень, темп; скорость, норма; производительность; сорт; *syn* **speed, velocity**

refer - v (to) ссылаться *(на что-л.);* относиться *(к периоду, классу)*

resist - *v* сопротивляться; противостоять; противодействовать; **resistance** - *n* сопротивление; **resistant** - *a* стойкий; прочный; сопротивляющийся

size - *n* размер; величина; класс *(угля)*

solution – *n* раствор; **soluble** - *a* растворимый; **solvent** - растворитель; *a* растворяющий

succession – *n* последовательность, непрерывный ряд; **in succession** последовательно

undergo (underwent, undergone) - *v* испытывать *(что-л.),* подвергаться *(чему-л.)*

uniform – *a* однородный; одинаковый

weathering - *n* выветривание; эрозия *(воздействию, влиянию и т.д.)*

to be subjected to подвергаться

Rocks of Earth's Crust

abyssal - *a* абиссальный, глубинный; **hypabissal** - *a* гипабиссальный

adjacent - *a* смежный, примыкающий

ash - *n* зола

belt - *n* пояс; лента; ремень

body - *n* тело, вещество; **solid (liquid, gaseous) bodies** твердые (жидкие, газообразные) вещества; породная масса; массив; месторождение; пласты

common - *a* обычный; общий; *syn* **general;** *ant* **uncommon**

cool - v охлаждать(ся); остывать; прохладный; *ant* **heat** нагревать(ся)

dimension - *n* измерение; *pl* размеры; величина; *syn* **measurement, size**

dust - *n* пыль

dyke – *n* дайка

extrusion - *n* вытеснение; выталкивание; *ant* **intrusion** вторжение; *геол.* интрузия *(внедрение в породу изверженной массы)*

fine - *a* тонкий, мелкий; мелкозернистый; высококачественный; тонкий; прекрасный, ясный (о *погоде);* изящный; **fine-graded (fine-grained)** мелкозернистый, тонкозернистый; **fines** - *n pl* мелочь; мелкий уголь

flow - v течь; литься; *n* течение; поток; **flow of lava** поток лавы

fragmentary - *a* обломочный, пластический

glass - *n* стекло; **glassy** - *a* гладкий, зеркальный; стеклянный
gold - *n* золото
inclined - *a* наклонный
mica - *n* слюда
permit - *v* позволять, разрешать; *syn* **allow, let; make possible**
probably - *adv* вероятно; *syn* **perhaps, maybe**
shallow - *a* мелкий; поверхностный; *ant* **deep** глубокий
sill - *n* силь, пластовая интрузия
stock - *n* шток, небольшой батолит
vein - *n* жила, прожилок, пропласток
band - *n* слой; полоса; прослоек *(породы); syn* **layer**
cleave - *v* расщепляться; трескаться, отделяться по кливажу; **cleavage** *n* кливаж
constituent - *n* составная часть, компонент
define - *v* определять, давать определение
distribute - v **(among)** распределять (между); раздавать;
disturb - *v* нарушать; смещать
excess - *n* избыток, излишек; *ant* **deficiency**
flaky - *a* слоистый; похожий на хлопья
fluid - *n* жидкость; жидкая или газообразная среда
foliate - *v* расщепляться на тонкие слои; **foliated** - *a* листоватый, тонкослоистый; *syn* **flaky**
marble - *n* мрамор
mention - *v* упоминать, ссылаться; *n* упоминание
plate - *n* пластина; полоса *(металла)*
pressure - *n* давление; **rock pressure (underground pressure)** горное давление, давление горных пород
relate - *v* относиться; иметь отношение; **related** *a* родственный; **relation** - *n* отношение; **relationship** - *n* родство; свойство; **relative** - *a* относительный; соответственный
run (ran, run) - *v* бегать, двигаться; течь; работать (о *машине);* тянуться, простираться; управлять *(машиной);* вести *(дело, предприятие)*
schistose - *a* сланцеватый; слоистый
sheet - *n* полоса
slate - *n* сланец; *syn* **shale**
split (split) - *v* раскалываться, расщепляться, трескаться; *syn* **cleave**
trace - *n* след; **tracing –** *n* прослеживание
at least по крайней мере
to give an opportunity (of) давать возможность *(кому-л., чему-л.)*
in such a way таким образом

Fossil Fuels

accumulate - v накапливать; скопляться
ancient - *a* древний, старинный; *ant* **modern**
associate - v связывать, соединять, ассоциироваться; *syn* **connect, link**
burn (burnt) - v сжигать; гореть; жечь
charcoal - *n* древесный уголь
convenient - *a* удобный, подходящий
crude - *a* сырой, неочищенный
dig (dug) - v добывать; копать; **digger** - n угольный экскаватор; землеройная машина
divide - v делить; (from) отделять; разделять
evidence - *n* доказательство; очевидность; признак(и)
fossil - *a* окаменелый, ископаемый; *n* ископаемое *(органического происхождения);* окаменелость
heat - v нагревать; *n* теплота
liquid - *a* жидкий; n жидкость; *ant* **solid**

manufacture - *v* изготовлять, производить; *syn* **produce**

mudstone - *n* аргиллит

purpose - *n* цель; намерение; *syn* **aim, goal**

shale - *n* глинистый сланец

the former … the latter - первый *(из вышеупомянутых)* последний *(из двух названных)*

bench - *n* слой, пачка *(пласта)*

blend - v смешивать(ся); вклинивать(ся)

combustion - *n* горение, сгорание; **spontaneous combustion** самовоспламенение, самовозгорание

continuity - *n* непрерывность, неразрывность

domestic - *a* внутренний; отечественный

estimate - v оценивать; *n* оценка; смета

fault - *n* разлом, сдвиг *(породы);* сброс; **faulting** *n* образование разрывов или сбросов

fold - *n* изгиб, складка, флексура; **foulding** - *n* складчатость, смешение *(пласта)* без разрыва

inflame - v воспламеняться; загорать(ся); **inflammable** - *a* воспламеняющийся, горючий, огнеопасный; **flame** - *n* пламя

intermediate - *a* промежуточный; вспомогательный

liable - *a* (to) подверженный; подлежащий *(чему-л.)*

luster - *n* блеск *(угля, металла);* **lustrous** - *a* блестящий

matter - *n* вещество; материя

moisture - *n* влажность, сырость; влага

parting - *n* прослоек

plane - *n* плоскость; **bedding plane** плоскость напластования

rank - *n* класс, тип; **coal rank** группа угля, тип угля

regular - *a* правильный; непрерывный; *ant* **irregular** неправильный; неравномерный; **regularity** *n* непрерывность; правильность

similar - *a* похожий, сходный; подобный; *syn* **alike, the same as**

smelt - v плавить *(руду);* выплавлять *(металл)*

store - v запасать, хранить на складе; вмещать

strata - *n pl от* **stratum** пласты породы; свита *(пластов);* формация, напластования породы; *syn* **measures**

thickness - *n* мощность *(пласта, жилы)*

uniform - *a* однородный; равномерный; **uniformity** *n* однородность; единообразие

utilize - v использовать; *syn* **use, apply, employ**

volatile - *a* летучий, быстро испаряющийся

Prospecting and Exploration

aerial - *a* воздушный; надземный

certain - *a* определенный; некоторый; **certainly** *adv* конечно

cost - (cost) v стоить; *n* цена; стоимость

crop - v (out) обнажать(ся), выходить на поверхность *(о пласте, породе); syn* **expose;** засевать, собирать урожай

dredging - *n* выемка грунта; драгирование

drill - v бурить, сверлить; *n* бурение, сверление; бурильный молоток; **drilling** - *n* бурение, сверление; **core-drilling** колонковое (керновое) бурение

drive (drore, **driven**) - v проходить *(горизонтальную выработку);* приводить в движение; управлять *(машиной); n* горизонтальная выработка; привод; передача

evidence – *n* основание; признак(и); свидетельства

expect - v ожидать; рассчитывать; думать; предлагать

explore - v разведывать месторождение полезного ископаемого с попутной добычей; **exploratory** - *a* разведочный; **exploration** - *n* детальная разведка; разведочные горные работы по месторождению

galena - *n* галенит, свинцовый блеск

indicate - v указывать, показывать; служить признаком; означать

lead - *n* свинец

look for - v искать

open up - v вскрывать *(месторождение);* нарезать *(новую лаву, забой);* **opening** - *n* горная выработка; подготовительная выработка; вскрытие месторождения

panning - *n* промывка *(золотоносного песка в лотке)*

processing - *n* обработка; - **industry** обрабатывающая промышленность

prove - v разведывать *(характер месторождения или залегания);* доказывать; испытывать, пробовать; **proved** - *a* разведанный, достоверный; **proving** - *n* опробование, предварительная разведка

search - v исследовать; (for) искать *(месторождение); n* поиск; *syn* **prospecting**

sign - *n* знак, символ; признак, примета

store - v хранить, накапливать *(о запасах)*

work - v работать; вынимать, извлекать *(уголь, руду);* вырабатывать; **workable** - *a* подходящий для работы, пригодный для разработки, рабочий *(о пласте);* рентабельный; **working** - *n* разработка, горная выработка

adit - *n* горизонтальная подземная выработка, штольня

angle - *n* угол

approximate - *a* приблизительный

bit - *n* режущий инструмент; буровая коронка, коронка для алмазного бурения; головка бура, сверло; **carbide bit** армированная коронка, армированный бур; **diamond bit** - алмазная буровая коронка

borehole - *n* скважина, буровая скважина

crosscut - *n* квершлаг

dip - *n* падение *(залежи);* уклон, откос; v падать

enable - v давать возможность или право *(что-л. сделать)*

exploit - v разрабатывать *(месторождение);* эксплуатировать; **exploitation** - *n* разработка; эксплуатация

measure - *n* мера; мерка; критерий; степень; *pl* свита, пласты; v измерять

overburden - *n* покрывающие породы, перекрывающие породы; верхние отложения, наносы; вскрыша

pit - *n* шахта; карьер, разрез; шурф

reliable - *a* надежный; достоверный

rig - *n* буровой станок, буровая вышка; буровая каретка; буровое оборудование

sample - *n* образец; проба; v отбирать образцы; опробовать, испытывать

section - *n* участок, секция, отделение, отрезок, разрез, профиль, поперечное сечение; **geological** ~ геологический разрез *(пород)*

sequence - *n* последовательность; порядок следования; ряд

sink (sank, sunk) - v проходить *(шахтный ствол, вертикальную выработку);* углублять; погружать; опускать; **sinking** - *n* проходка *(вертикальных или наклонных выработок);* **shaft sinking** - проходка ствола

slope - *n* наклон; склон; бремсберг; уклон; v клониться, иметь наклон; **sloping** - *a* наклонный; **gently sloping** - с небольшим наклоном

steep - *a* крутой, крутопадающий, наклонный

strike - *n зд.* простирание; v простираться; **across the strike** - вкрест простирания; **along (on) the strike** по простиранию

trench - *n* траншея, канава; котлован; v копать, рыть, шурфовать

to make use (of) использовать, применять

to take into consideration принимать во внимание; *syn* **take into account**

General Information on Mining

access - *n* доступ

affect - v воздействовать *(на что-л.);* влиять; *syn* **influence**

barren - *a* непродуктивный; пустой *(о породе)*

chute - *n* скат, спуск; углеспускная выработка; жёлоб

compare - v (with) сравнивать, проводить параллель

contribute - v способствовать, содействовать; делать вклад *(в науку);* **make a (one's) ~ to smth.** сделать вклад во что-л.

cross-section - *n* поперечное сечение, поперечный разрез, профиль

develop - v разрабатывать *(месторождение);* развивать *(добычу);* производить подготовительные работы; **development** - *n* подготовительные работы; развитие добычи; развитие

drift - *n* штрек, горизонтальная выработка

ensure - v обеспечивать, гарантировать; *syn* **guarantee**

face - *n* забой; лава

floor - л почва горной выработки, почва пласта (жилы); **quarry** ~ подошва карьера; пол, настил

govern - v править, управлять; руководить; определять, обусловливать

inclination - *n* уклон, скат, наклон *(пластов);* наклонение; **seam** ~ падение *(пласта);* наклон *(пласта)*

incline - *n* уклон, бремсберг, скат; наклонный ствол; **gravity** ~ бремсберг

inclined - *a* наклонный; **flatly** ~ слабо наклонный; **gently ~** наклонного падения; **medium** ~ умеренно наклонный *(о пластах);* **steeply** ~ крутопадающий

level - *n* этаж, горизонт, горизонтальная горная выработка; штольня; уровень *(инструмент);* нивелир; ватерпас; горизонтальная поверхность

recover - v извлекать *(целики);* выбирать, очищать; добывать *(уголь и т.п.);* восстанавливать

remove - v удалять; убирать; устранять; перемещать; **removal** - *n* вскрыша; выемка; уборка *(породы);* извлечение *(крепи);* перемещение; **overburden** - удаление вскрыши

rib - *n* ребро; выступ; узкий целик, предохранительный целик; грудь забоя

roof - *n* крыша; кровля выработки; кровля пласта *(или* жилы); перекрытие; ~ **support** - крепление кровли

shaft - *n* шахтный ствол; **auxiliary** ~ вспомогательный ствол; **hoisting** ~ подъемный ствол; главный шахтный ствол

tabular - *a* пластовый (о *месторождении);* пластообразный; плоский; линзообразный; *syn* **bedded, layered**

waste - *n* пустая порода; отходы; *syn* **barren rock**

well - *n* буровая скважина; колодец, источник; водоем; зумф

capital investment - капитальные вложения

gate road - промежуточный штрек

in bulk - навалом, в виде крупных кусков

metal-bearing - содержащий металл

production face/working - очистной забой

productive mining - эксплуатационные работы

in view of - ввиду чего-л., принимая во внимание что-л.

with a view to - с целью

advantage - *n* преимущество; превосходство; выгода; польза; **advantageous** - *a* выгодный; благоприятный, полезный; **to take advantage of smth** воспользоваться чём-л.

caving - *n* обрушение *(кровли);* разработка с обрушением

deliver - v доставлять, подавать; питать; нагнетать; произносить *(речь);* читать *(лекцию)*

entry - *n* штрек; выработка горизонтальная; *pl* подготовительные выработки; нарезные выработки; штреки

giant - *n* гидромонитор

gravity - *n* сила тяжести; вес, тяжесть; **by ~** самотеком, под действием собственного веса

haul - v доставлять; откатывать; подкатывать; перевозить; **haulage** - *n* откатка; доставка; транспортировка *(по горизонтали)*

longwall - *n* лава; выемка лавами; сплошной забой, сплошная или столбовая система разработки; *syn* **continuous mining; ~ advancing on the strike** выемка лавами прямым ходом по простиранию; сплошная система разработки по простиранию; **~ advancing to the rise** сплошная система разработки с выемкой по восстанию; ~ to **the dip** сплошная система разработки с выемкой по падению; ~ **retreating** выемка лавами обратным ходом; столбовая система разработки лавами

lose (lost) - v терять; **loss** - *n* потеря, убыток

pillar - *n* целик; столб; **shaft** ~ околоствольный целик; ~ **method** столбовая система разработки; ~ **mining** выемка целиков

predominate - v преобладать, превалировать; превосходить; господствовать, доминировать

protect - v охранять, защищать

reach - v простираться, доходить до; добиваться, достигать

satisfy - v удовлетворятъ(ся)

shield - *n* щит; ~ **method** щитовой метод проходки, щитовой способ

room - *n* камера; очистная камера; **room-and-pillar method** камерно-столбовая система разработки

stowing - *n* закладка *(выработанного пространства)*

method of working система разработки

the sequence of working the seams - последовательность отработки пластов

goaf — завал; обрушенное пространство

double-ended drum bearer — комбайн с двойным барабаном

to identify — опознавать

appraisal — оценка

susceptibility — чувствительность

concealed — скрытый, не выходящий на поверхность

crusher — дробилка

concentration — обогащение

blending — смешивание; составление шихты

screen — сортировать (обыден. уголь); просеивать

froth floatation — пенная флотация

core drilling — колонковое бурение

to delineate — обрисовывать, описывать

lender — заимодавец

feasibility — возможность

in situ mining — повторная разработка месторождения в массиве

screening — просеивание; грохочение

processing — обработка, разделение минералов

Mining and Environment

break v **(broke**, **broken**) отбивать *(уголь или породу),* обрушивать кровлю; разбивать; ломать; л отбойка, обрушение; **break out** отбивать, производить выемку

(руды .или породы); расширять забой; **breakage** л разрыхление, дробление

drill - *n* бур; .перфоратор; бурильный молоток; сверло; v бурить; car ~ буровая тележка; **mounted** ~ перфоратор на колонке; колонковый бурильный молоток; **drilling** - *n* бурение

dump -*n* отвал *(породы);* склад угля; опрокид; **external** ~ внешний отвал; **internal** ~ внутренний отвал; v сваливать (в *отвал);* разгружать; отваливать; опрокидывать *(вагонетку);*

dumper опрокид; самосвал; отвалообразователь; **dumping** л опрокидывание; опорожнение; опрокид; *syn* **tip**

environment - *n* окружение; окружающая обстановка/среда

explode - v взрывать, подрывать; **explosion** - *n* взрыв; **explosive** - *n* взрывчатое вещество; *a* взрывчатый

friable - *a* рыхлый; хрупкий; рассыпчатый; слабый (о *кровле)*

handle - v перегружать; доставлять; транспортировать; управлять машиной; *n* ручка; рукоять; скоба; **handling** - *n* подача; погрузка; перекидка, доставка; транспортировка; обращение с машиной

heap - v наваливать; нагребать; *n* породный отвал, терриконик; *syn* **spoil ~, waste ~**

hydraulicklng - *n* гидродобыча; гидромеханизированная разработка

load - v нагружать, грузить, наваливать; *n* груз; нагрузка; **loader** - *n* погрузочная машина, навалочная машина, перегружатель; грузчик; **cutter-loader** - комбайн, комбинированная горная машина

lorry - *n* грузовик; платформа; *syn* **truck**

mention - v упоминать

overcasting - *n* перелопачивание *(породы)*

pump - *n* насос; **gravel** ~ песковый насос; **sludge** ~ шламовый насос; v качать; накачивать; откачивать

reclamation - *n* восстановление; осушение; извлечение крепи; ~ **of land** восстановление участка *(после открытых работ)*

sidecastiag - *n* внешнее отвалообразование

site - *n* участок, место; **building** ~ строительная площадка

slice - *n* слой; **slicing** - *n* выемка слоями, разработка слоями

strip - v производить вскрышные работы; разрабатывать; очищать *(лаву);* вынимать породу или руду; *n* полоса; **stripper** - *n* забойщик; вскрышной экскаватор; **stripping** - *n* открытая разработка, открытые горные работы; вскрыша; вскрытие наносов

unit - *n* агрегат; установка; устройство; прибор; узел; секция; деталь; машина; механизм; единица измерения; участок

washery - *n* углемойка; рудомойка; моечный цех

to attract smb's attention привлекать чье-л. внимание

backhoe - *n* обратная лопата

blast - *n* взрыв; v взрывать; дуть; продувать; **blasting** - *n* взрывание; взрывные работы; взрывная отбойка

block out - v нарезать залежь на блоки; нарезать столбы

clearing - *n* выравнивание почвы; планировка грунта

crash - v дробить; разрушать; обрушать(ся)

earth-mover - *n* землеройное оборудование; *syn* **excavator**

excavator - *n* экскаватор; **bucket-wheel** - роторный экскаватор; **multi-bucket** ~ многочерпаковый экскаватор; **single-bucket** - одночерпаковый экскаватор

grab - *n* грейфер, ковш, черпак; экскаватор; v захватывать;

grabbing - погрузка грейфером; захватывание

hoist - *n* подъемное установка (машина); подъемник; лебедка; v поднимать; **hoisting** шахтный подъем

plough - *n* струг

power shovel - *n* механическая лопата; экскаватор типа механической лопаты

range - *n* колебание в определенных пределах

rate - *n* норма; скорость, темп; коэффициент; степень; разрез; сорт; мощность; расход *(воды)*

remote - *a* отдаленный; ~ **control** дистанционное управление

result - v (in) приводить (к); иметь своим результатом; (from) следовать (из), происходить в результате

safety - *n* безопасность; техника безопасности

slope - *n* забой, сплошной забой, очистной забой; v очищать забой, вынимать породу, уголь; *syn* **face; sloping** очистные работы; очистная выемка; **open sloping** выемка с открытым забоем; **shrinkage sloping** выемка системой с магазинированием *(руды)*

support - v крепить; поддерживать; подпирать; *n* стойка; опора; поддержание; крепление; *syn* **timbering; powered roof** - механизированная крепь; **self-advancing powered roof** - передвижная механизированная крепь

1.4 Самостоятельное изучение тем курса (для заочной формы обучения)

Самостоятельное изучение тем курса предполагает изучение тем практических занятий, представленных в разделе 1, 2, 3 данных методических указаний студентами заочной формы обучения в межсессионный период.

1.5 Подготовка к контрольной работе и 1.6 Написание контрольной работы

Для выполнения контрольной работы студентами кафедрой подготовлены *Методические рекомендации и задания к контрольной работе для студентов данной специальности.*

II. Другие виды самостоятельной работы

2.1 Выполнение самостоятельного письменного домашнего задания (Подготовка к ролевой игре, к практико-ориентированным заданиям, опросу)

2.1.1 Подготовка к ролевой игре

Студенты получают ролевые карточки. Им необходимо обдумать свою роль, стратегию своей роли, вопросы и ответы.

Role card 1

Sasha

The worst thing about your house is lack of privacy. You share your room with a younger sister. You think she goes through all your stuff. She asks you ambarrassing questions about boys, makes little nasty comments about you.

Your parents treat you like a baby. Your father is too much interested in your studying and homework. Your mother makes you do the work about the house alone. You are going to leave home as soon as you are old enough.

- Collect all the arguments to explain your attitude to your family.
- Listen to what the members of your family are saying.
- Don't interrupt them.
- Don't forget that both parents and children are to blame in conflict situations.
- Be polite and friendly

Role card 2

Mother

Your daughter has written a letter of complaint to the youth magazine. She is not satisfied with your attitude to her. You have read this letter. You are worried about the situation in the family and have decided to discuss the problems with a family therapist.

- Say why you have invited the therapist
- Try to explain Sasha's attitude to you and the whole family.
- Think of your questions to Sasha
- Be objective to her problems – you might have never taken them seriously!
- Try to analyse the situation, don't criticize Sasha

- Follow the therapist's advice
- Be polite and friendly

Role card 3

Father

Your daughter is complaining that you treat her like a baby. You don't let her out at night during the week. You always ask her about the boys. You don't believe her when she says she doesn't have any homework to do. Your wife has invited a family therapist to discuss the problems of your family.

- Say what your attitude to the problem is
- Try to explain Sasha's attitude to you and the whole family.
- Think of your questions to Sasha
- Be objective to her problems – you might have never taken them seriously!
- Try to analyse the situation, don't criticize Sasha
- Follow the therapist's advice
- Be polite and friendly

Role card 4

Sister

Sasha is complaining that you don't help her with the work about the house. She also says that she can't keep anything secret in her room, you go through all her stuff. She is irritated by your behaviour. She is going to leave your home as soon as she is old enough.

- Say what your attitude to the problem is
- Try to explain Sasha's attitude to you and the whole family.
- Think of your questions to Sasha
- Be objective to her problems – you might have never taken them seriously!
- Try to analyse the situation, don't criticize Sasha
- Follow the therapist's advice
- Be polite and friendly

Role card 5

Family therapist

- Encourage all the members of the family to speak
- Take notes
- Ask questions
- Summarize what you have heard from all the members of the family
- Try to analyse the situation in a short report

2.1.2 Подготовка к практико-ориентированному заданию

Подготовьте устные высказывания по темам:

1. From the history of the Ural State Mining University.
2. Faculties and specialities of the University.
3. The layout of the Ural State Mining University.
4. Student's academic work.

Подготовьте письменные ответы на вопросы:

1. Where do you study?
2. What faculty do you study at?
3. How many faculties are there at the Ural State Mining University?
4. What year are you in?
5. What is your future speciality?
6. What specialities are there at your faculty?
7. When did you enter the University?

8. When was the Sverdlovsk Mining Institute founded?
9. When was it reorganized into the University?
10. In how many buildings is the Ural State Mining University housed?
11. In what building is your faculty housed?
12. Who is the dean of your faculty?
13. What books do you take from the library?
14. Where do you live?
15. Where do you usually have your meals?
16. How long does the course of studies for a bachelor's degree last?
17. How long do the students study for a Diplomate Engineer's course and a Magister's degree?
18. What subjects do you study this term?
19. What lectures and practical classes do you like to attend?
20. Where do the students have their practical work?
21. When do the students present their graduation papers for approval?
22. What graduates can enter the post-graduate courses?
23. What kind of sport do yon like?
24. Where do you go in for sports?

2.1.3 Подготовка к опросу

Ответьте на вопросы на иностранном языке:

1. What specialities does the geological faculty train geologic engineers in?
2. What problems does Geology study?
3. What branches is Geology divided into?
4. What does Economic Geology deal with?
5. What does mineralogy investigate?
6. What does paleontology deal with?
7. What is the practical importance of Geology?
8. Where do graduates of the geological faculty of the Mining University work?
9. What is your future speciality?
10. What kind of work do geologists-prospectors conduct?
11. What do geologists explore during the early stages of geological exploration?
12. What work do geologists conduct while working in. the field?
13. When do geologists start exploratory work?
14. What is the purpose of the exploratory work?
15. How is exploratory work conducted?
16. What contribution do geologists make to the development of the National Economy of our country?
17. What does hydrogeology deal with?
18. Where are ground waters used?
19. Where is thermal (hot) water used?
20. What must hydrogeologists do with ground waters which complicate construction work or mineral extraction?

2.2 Дополнительное чтение профессионально ориентированных текстов и выполнение заданий на проверку понимания прочитанного (по 2 текста на тему)

Text 1: A.M. Terpigorev (1873-1959)

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

to defend graduation paper (thesis) - защищать дипломную работу (диссертацию)

to pass an entrance examination - сдать вступительный экзамен

to get a higher education - получить высшее образование

to do one's best (one's utmost, all one can, everything in one's power) - сделать все возможное, не жалеть сил

to make contribution (to) - вносить вклад в *(науку, технику* и т.д.)

choose (chose, **chosen**) - v выбирать; **choice -** *n* выбор

collect - v собирать, коллекционировать

dangerous - *a* опасный

deposit - *n* месторождение, залежь; **bedded deposits -** пластовые месторождения

describe - v описывать, изображать; **description** - *n* описание; **descriptive** - *a* описательный

facility - *n (pl* **facilities)** средства; возможности; оборудование; устройства

fire damp - *n* рудничный газ, метан

harm - *n* вред; *v* вредить; **harmful -** *a* вредный

relate - v относиться, иметь отношение

safety - *n* безопасность; **mine safety** безопасность труда при горных работах; техника безопасности; **safety measures** меры безопасности; **safe -** *a* безопасный; надежный

seam - *n* пласт *(угля); syn* **bed, layer; flat seam** горизонтальный, пологопадающий пласт; **inclined seam** наклонный пласт; **steep seam** крутопадающий пласт; **thick seam** мощный пласт; **thin seam** тонкий пласт

state - *n* состояние; государство; штат; *a* государственный; v заявлять; констатировать; излагать

success - *v* успех; удача; **be a success** иметь успех; **successful** *a* успешный

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

Academician A.M. Terpigorev is a well-known mining engineer who successfully combined his practical experience with scientific research. He was bom in 1873 in Tambov. In 1892 he finished school with honours1 and decided to get a higher education. He chose the Mining Institute in St. Petersburg, passed all the entrance examinations successfully and became a student of the Mining Institute.

At the Institute he studied the full range of subjects2 relating to metallurgy, mining and mining mechanics.

At that time students' specialization was based on descriptive courses and elementary practical training. One of the best lecturers was A. P. Karpinsky. His lectures on historical geology were very popular.

During his practical training Terpigorev visited mines and saw that the miners' work was very difficult. While he was working in the Donbas he collected material for his graduation paper which he soon defended. The Mining of flat seams in the Donbas was carefully studied and described in it.

In 1897 Terpigorev graduated from the Institute with a first-class diploma of a mining engineer.

His first job as a mining engineer was at the Sulin mines where he worked for more than three years first as Assistant Manager and later as Manager.

From 1900 till 1922 Terpigorev worked at the Yekaterinoslav Mining Institute (now the Mining Institute in Dnepropetrovsk).

In 1922 he accepted an offer to take charge of the mining chair at the Moscow Mining Academy and moved to Moscow. From 1930 he headed the chairs5 of Mining Transport and Mining of Bedded Deposits at the Moscow Mining Institute.

Academician Terpigorev took a particular interest in mine safety. As a result of his investigations a series of safety measures in gassy collieries was worked out. For some time he was working on the problem of fire damp, the most harmful and dangerous of all the gases in mines.

His two-volume work Coal Mining and Mine Transport Facilities is a full description of the state of mechanization and the economy of the Donbas. His other works are about mining transport facilities, mechanization of coal mining and mining machinery. He is one of the pioneers in scientific methods of coal gasification.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. After school Terpigorev decided to work in a mine.
2. Terpigorev collected material for his graduation paper which dealt with mining thick seams in the Donbas.
3. For more than three years Terpigorev worked at the Sulin mines.
4. In 1922 Terpigorev accepted an offer to take charge of the mining chair at the Moscow Mining Institute.
5. He investigated the problems of mine safety.
6. He was one of the first to work on the problem of gasification of coal.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. When and where was Terpigorev born?
2. What institute did he graduate from?
3. What material did he collect while he was working in the Donbas?
4. Where did Terpigorev work from 1900 till 1922?
5. At what institute did Terpigorev head the chair of Mining Bedded Deposits?
6. What did Terpigorev take a particular interest in?
7. What works by Terpigorev do you know?
8. What problems do Terpigorev's works deal with?
9. What was the result of his investigations on mine safety?

3. Переведите следующие сочетания слов.

а) охрана труда в шахтах
б) подтверждать
в) добыча угля
г) эксплуатация месторождений
д) метан
е) принять предложение
ж) выполнить задачу, задание
з) горизонтальный пласт
и) собирать материал

1. поступить в институт
2. решать важные проблемы
3. выдающиеся исследователи
4. успешно провести эксперименты
5. выбрать профессию
6. описательный курс
7. происхождение железной руды
8. начальник шахты
9. мероприятия по охране труда

Text 2: A.P. Karpinsky (1847-1936)

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

abroad - *adv* за рубежом
confirm - v подтверждать; утверждать
consider - v считать, полагать, рассматривать
contribute - v вносить вклад; **contribution** вклад
crust - *n* земная кора
detailed - a подробный, детальный
elect - v избирать, выбирать *(голосованием);* назначать *(на должность)*
embrace - v охватывать; обнимать
entire - *a* весь, целый; полный; *syn* **whole**
exist – *v* существовать, быть, жить
foreign - *a* иностранный
former - *a* прежний

investigate - v исследовать; изучать

prominent - *a* знаменитый, выдающийся, известный; *syn* **remarkable, outstanding**

regularity - *n* закономерность

significant - *a* значительный; **significance -** *n* значение, важность; **exhaust the significance** исчерпывать значение

society – *n* общество

staff - *n* персонал; личный состав; штат

various - *a* различный, разный, разнообразный

to advance the view - высказывать мнение *(точку зрения)*

to be interested in - быть заинтересованным *(чём-л.),* интересоваться

to take (an) interest in - заинтересоваться *(чём-л.)*

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

V.A. Obruchev, I.M. Gubkin, A.Y. Fersman, V.I. Vernadsky and A. P. Karpinsky were the prominent Russian scientists who laid the foundation1 of the Russian school of geology and mining.

An entire epoch in the history of Russian geology is connected with Karpinsky's name. One of the greatest Russian geologists, he was a member and for some time President of the Academy of Sciences of the former USSR and a member of several Academies abroad. The Geological Society of London elected him a foreign member in 1901. His greatest contribution to geology was a new detailed geological map of the European part of Russia and the Urals.

For many years he headed the Russian Geological Committee the staff of which was made up of his pupils. He was one of those geologists who embraced the whole of geological science. He created the new stratigraphy of Russia. He studied the geological systems in various regions of the country and was the first to establish3 the regularity of the Earth's crust movement. His paleontological studies are of no less importance, especially those on palaeozoic ammonoids. He also took an interest in deposits of useful minerals and gave a classification of volcanic rocks. He advanced the view that petroleum deposits existed in Russian, which was confirmed later. He studied some ore and platinum deposits and may be justly considered5 the founder of practical geology of the Urals. He was the first Russian scientist who introduced microscope in the study of petrographic slides.

Karpinsky was a prominent scientist, an excellent man and citizen. He was one of the best lecturers at the Mining Institute in his time. He was also one of the greatest Russian scientists who later became the first elected President of the Academy of Sciences of the USSR. Students were attracted to him not only because he was a great scientist but also because of his charming personality and gentle manner.

Every geologist and every geology student knows very well Karpinsky's most significant work An Outline of the Physical and Geographical Conditions in European Russia in Past Geological Periods.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Karpinsky was the first President of the Academy of Sciences.
2. He worked at the Mining Institute in St.Petersburg.
3. Karpinsky was a member of many Academies abroad.
4. Karpinsky made up a detailed map of the Asian part of our country.
5. He headed the Russian Geological Committee.
6. Karpinsky created a new branch of geology, namely stratigraphy.
7. He only tried to establish the regularity of the Earth's crust movement.
8. Karpinsky may be justly considered the founder of the practical geology of the Urals.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What society elected Karpinsky a foreign member and when?
2. Did he head the Russian Geological Committee or was he a member of that Committee?

3. Did Karpinsky investigate various regions of the Russian territory?
4. Which of his works are the most remarkable?
5. What can you say about Karpinsky's investigations in petrology?

3. Переведите следующие сочетания слов.

а) земная кора
б) составить подробную карту
в) замечательные работы
г) выдающийся ученый
д) залежи полезных ископаемых
е) научное общество
ж) избирать председателя (президента)
з) заложить основы школы
и) интересоваться геологией
к) высказать точку зрения
л) возглавлять комитет

Text 3: Sedimentary Rocks

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

cause - v заставлять; вызывать; влиять; причинять; *n* причина, основание; дело; общее дело; *syn* **reason**
clay - *n* глина; глинозем
consolidate - v твердеть, затвердевать, уплотнять(ся); укреплять; *syn* **solidify**
crust - *n* кора; *геол.* земная кора
decay - v гнить, разлагаться; *n* выветривание *(пород);* распад, разложение
derive - v (from) происходить, вести свое происхождение *(от);* наследовать
destroy - v разрушать; уничтожать; **destructive** *a* разрушительный
dissolve v растворять
expose - v выходить *(на поверхность);* обнажаться; **exposure** - *n* обнажение
external - *a* внешний
extrusive - *a* эффузивный, излившийся *(о горной породе)*
force - v заставлять, принуждать; ускорять движение; *n* сила; усилие
glacier - *n* ледник, глетчер
grain - *n* зерно; **angular grains** - угловатые зерна *(минералов);* **grained** - *a* зернистый
gravel - *n* гравий, крупный песок
internal - *a* внутренний
intrusive - *a* интрузивный, плутонический
iron - *n* железо
layer - *n* пласт
like - *a* похожий, подобный; *syn* **similar;** *ant* **unlike;** *adv* подобно
lime - *n* известь; **limestone** - *n* известняк
loose - *a* несвязанный, свободный; рыхлый
make up - v составлять; *n* состав *(вещества)*
particle - *n* частица; включение
peat - *n* торф; торфяник
represent - v представлять собою; означать; быть представителем; **representative** - представитель; **representative** - *a* характерный, типичный
rock – *n* горная порода; **igneous** - изверженная порода; **sedimentary** - осадочная порода
sand - *n* песок
sandstone - *n* песчаник; **fine-grained (medium-grained, coarse-grained)** - мелкозернистый (среднезернистый, грубозернистый) песчаник
sediment - *n* отложение; осадочная порода; **sedimentary** - *a* осадочный; **sedimentation** - *n* образование осадочных пород

schist - *n (кристаллический)* сланец; **schistose** - *a* сланцеватый, слоистый
shale - *n* сланец, сланцевая глина, глинистый сланец; **clay** - глинистый сланец; **combustible …, oil …** - горючий сланец
siltstone - *n* алеврит
stratification - *n* напластование, залегание
stratify - v напластовываться; отлагаться пластами; **stratified** *a* пластовый; *syn* **layered, bedded**
substance - *n* вещество, материал; сущность
thickness - *n* толщина, мощность
value - *n* ценность; важность; величина; значение; **valuable** - *a* ценный *(о руде)*
vary - v изменять(ся); отличать(ся); *syn* **differ, change (from); variable** - *a* переменный; непостоянный; **various** *a* различный; *syn* **different**

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

The rocks of the Earth's crust are divided into three main groups: sedimentary rocks, which consist of fragments or particles of pre-existing rocks; igneous rocks which have solidified from magma and metamorphic rocks. Metamorphic rocks have been derived from either igneous or sedimentary rocks.

Sedimentary rocks represent one of the three major groups of rocks that make up the crust of the Earth. Most sedimentary rocks have originated by sedimentation. They are layered or stratified. Thus, stratification is the most important characteristic of sediments and sedimentary rocks. It is necessary to note that the processes which lead to the formation of sedimentary rocks are going on around us.

Sediments are formed at or very near the surface of the Earth by the action of heat, water (rivers, glaciers, seas and lakes) and organisms.

It should be noted that 95 per cent of the Earth's crust is made up of igneous rocks and that only 5 per cent is sedimentary. In contrast, the amount of sedimentary rocks on the Earth's surface is three times that of igneous rocks.

Strictly speaking, sedimentary rocks form a very small proportion by volume of the rocks of the Earth's crust. On the contrary, about three quarters of the Earth's surface is occupied by sedimentary rocks. It means that most of sedimentary rocks are formed by sediments, accumulations of solid material on the Earth's surface.

The thickness of the layers of sedimentary rocks can vary greatly from place to place. They can be formed by the mechanical action of water, wind, frost and organic decay. Such sediments as gravel, sand and clay can be transformed into conglomerates, sandstones and clay schists as a result of the accumulation of materials achieved by the destructive mechanical action of water and wind.

Mechanical sediments can be unconsolidated and consolidated. For example, gravel, sand and clay form the group of unconsolidated mechanical sediments, because they consist of loose uncemented particles (grains).

On the Earth's surface we also find consolidated rocks, which are very similar to the loose sediments whose particles are firmly cemented to one another by some substance. The usual cementing substances are sand, clay, calcium carbonate and others. Thus sandstones are consolidated rocks composed of round or angular sand grains, more or less firmly consolidated. Like sand, sandstones can be divided into fine-grained, medium-grained and coarse-grained.

On the other hand, chemical sediments are the result of deposits or accumulations of substances achieved by the destructive chemical action of water. The minerals such as rock salt, gypsum and others are formed through sedimentation of mineral substances that are dissolved in water.

Sediments can also be formed by the decay of the remains of organisms, by the accumulation of plant relics.1 They are called organic sediments. Limestones, peat, coal, mineral oil and other sediments may serve as an example of organic sediments.

The most principal kinds of sedimentary rocks are conglomerate, sandstone, siltstone, shale, limestone and dolomite. Many other kinds with large practical value include common salt, gypsum, phosphate, iron oxide and coal.

As is known, water, wind and organisms are called external forces, because their action depends on the energy which our planet receives from the Sun.

1). Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The rocks of the Earth's crust are divided into two main groups.
2. Igneous rocks are composed of particles of pre-existing rocks.
3. Sedimentary rocks are stratified.
4. Sediments are formed by the action of glaciers.
5. Igneous rocks make up 75 per cent of exposed rocks.
6. Conglomerates are formed as a result of the accumulation of materials caused by the destructive mechanical action of water.
7. Sandstones are consolidated rocks.
8. Clays are unconsolidated mechanical sediments.
9. Chemical sediments are formed by the destructive chemical action of water.
10. Peat and coal are the organic sediments which are of great practical value.
11. Clay schist was formed at the beginning of the sedimentation period and clay was formed later.

2). Ответьте на вопросы:

1. What main groups of rocks do you know?
2. Do sedimentary rocks consist of particles of pre-existing rocks?
3. How were igneous rocks formed?
4. Do you know how sedimentary rocks have originated?
5. What is the most important characteristic feature of sediments?
6. Do sedimentary rocks account for 10 per cent of the Earth's crust?
7. Is gravel consolidated mechanical sediment? And what about sand and clay?
8. What are cementing substances? Can calcium carbonate be used as a cementing substance?
9. Are there only fine-grained sandstones?
10. What can you say about chemical sediments?
11. Can you give an example of organic sediments? How are they formed?

3) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов.

1.	земная кора	а) sandstone
2.	растворяться в воде	б) fine-grained sand
3.	песчаник	в) the Earth's crust
4.	уплотненные осадки	г) exposed rocks
5.	изверженные породы	д) to dissolve in water
6.	мелкозернистый песок	е) like gypsum
7.	затвердевать	ж) consolidated sediments
8.	подобно гипсу	з) igneous rocks
9.	обнаженные породы	и) to solidify, to consolidate

б) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих сочетаний слов.

1.	coarse-grained sand	а) разрушительная сила воды
2.	siltstone and shale	б) пластовые месторождения
3.	the destructive action of water	в) доледниковый период

4.	existing rocks	г) крупнозернистый (грубо- зернистый) песок
5.	chemical decay	д) частицы вещества
6.	sedimentary rocks	е) алеврит и сланец
7.	stratified deposits	ж) существующие породы
8.	pre-glacial period	з) осадочные породы
9.	particles of a substance	и) химический распад

Text 4: Weathering of Rocks

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

contain - v содержать *(в себе),* вмещать
crack - *n* трещина; щель; v давать трещину; трескаться, раскалываться
contract - v сжиматься; сокращаться
dust - *n* пыль
expand - v расширяться); увеличивать(ся) в объеме; **expansion** *n* расширение; *ant* **contract**
fissure - *n* трещина *(в породе, угле);* расщелина; щель
fracture - *n* трещина; излом; разрыв; v ломать(ся); раздроблять *(породу)*
freeze - *v* замерзать; замораживать; застывать
gradual - *a* постепенный; **gradually** *adv* постепенно
hard - *a* твердый, жесткий; *ant* **soft;** тяжелый (о *работе); adv* сильно, упорно; **hardly** *adv* едва, с трудом
hole - *n* отверстие; скважина; шпур; шурф
influence - *n* влияние; v **(on, upon)** влиять (не *что-л.)*
lateral - *a* боковой
occur - *v* залегать; случаться; происходить; *syn* **take place, happen; occurrence** - *n* залегание; **mode of occurrence** - условия залегания
penetrate - *v* проникать *(внутрь),* проходить через *(что-л.)*
phenomenon - *n* явление; *pi* **phenomena**
pressure - *n* давление; **lateral pressure** боковое *(горизонтальное)* давление; **rock pressure** горное давление, давление породы
rate - *n* степень, темп; скорость, норма; производительность; сорт; *syn* **speed, velocity**
refer - v (to) ссылаться *(на что-л.);* относиться *(к периоду, классу)*
resist - *v* сопротивляться; противостоять; противодействовать; **resistance** - *n* сопротивление; **resistant** - *a* стойкий; прочный; сопротивляющийся
size - *n* размер; величина; класс *(угля)*
solution – *n* раствор; **soluble** - *a* растворимый; **solvent** - растворитель; *a* растворяющий
succession – *n* последовательность, непрерывный ряд; **in succession** последовательно
undergo (underwent, undergone) - *v* испытывать *(что-л.),* подвергаться *(чему-л.)*
uniform – *a* однородный; одинаковый
weathering - *n* выветривание; эрозия *(воздействию, влиянию и т.д.)*
to be subjected to подвергаться

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

All rocks which are exposed on the Earth's surface (high mountain peaks, deserts) are decomposed to a certain degree. The process of rock disintegration by the direct influence of local atmospheric conditions on the Earth's surface is called weathering. This phenomenon is often referred to in geology because weathering is an active process. It takes place in the upper layers of the Earth's crust.

The main cause of physical weathering is the change in temperature that takes place with the succession of day and night. This phenomenon can best be observed in the deserts and high mountains where the changes in temperature are common.

During the day under the influence of heat, rocks expand whereas at night they begin to contract. As rocks are generally composed of different minerals, their expansion and contraction do not occur uniformly. As a result of this rocks crack. At the beginning these cracks or fissures are hardly noticeable but gradually they become wider and deeper until the whole surface of rock is finally transformed into gravel, sand or dust.

In the regions of a moderate or cold climate, where the temperature in winter goes down to below 0 (zero), the decomposition of rocks is greatly facilitated by the action of water. When water freezes it increases in volume and develops enormous lateral pressure. Under the action of water, rocks decompose to pieces of varied forms and sizes.

The decomposition of rocks under the direct influence of heat and cold is called physical weathering.

Rocks are subjected not only to physical decomposition but also to chemical weathering, i.e. to the action of chemical agents, such as water, carbon dioxide and oxygen. In a general way, chemical weathering is an acid attack on the rocks of the Earth's crust, in particular an attack on the most abundant minerals — quartz (sand) and aluminosilicates (clays). Only few minerals and rocks are resistant to the action of natural waters. The solvent action of water is stronger when it contains carbon dioxide. Water causes more complex and varied changes. With the participation of oxygen and carbon dioxide up to 90 per cent of rocks is transformed into soluble minerals, which are carried away by the waters.

Organisms and plants also take part in the disintegration of rocks. Certain marine organisms accelerate the destruction of rocks by making holes in them to live in. The action of plants can often be even more destructive. Their roots penetrate into the fissures of rocks and develop the lateral pressure which fractures and destroys rocks.

1. Укажите, какие предложены соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The process of sedimentation is called weathering.
2. The change in temperature causes physical weathering.
3. As a rule during the night rocks expand.
4. When freezing water decreases in volume and develops enormous lateral pressure.
5. The decomposition of rocks is due to the influence of heat and cold.
6. As a rule water contains dissolved mineral substances.
7. The solvent action of water is stronger when it does not contain carbon dioxide.
8. It should be noticed that the action of organisms and plants is destructive.
9. Certain marine organisms accelerate the destruction of rocks.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What process is called weathering?
2. What process is called physical weathering?
3. Where can the phenomenon of physical weathering be best observed?
4. What process is called chemical weathering?
5. What substances can act as solvents?
6. Are all minerals and rocks resistant to the action of natural waters or only few minerals and rocks can resist the action of water?
7. How do organisms act on the destruction of rocks?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. the Earth's surface
2. to be composed of different minerals
3. the expansion of rocks
4. changes in temperature

5. under the influence of heat
6. weathering
7. destructive forces
8. a great number of fractures
9. to penetrate into fissures

а) под влиянием тепла
б) разрушительные силы
в) выветривание
г) большое количество трещин
д) состоять из различных минералов
е) расширение пород
ж) проникать в трещины
з) изменения температуры
и) поверхность земли

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. увеличиваться в объеме
2. развивать боковое давление
3. способствовать разрушению пород
4. подвергаться гниению
5. растворять вещества
6. сопротивляться (чему-л.)
7. некоторые органические вещества
8. ускорять процесс выветривания
9. куски породы различных размеров

а) to facilitate the decomposition of rocks
б) to increase in volume
в) to resist (smth)
г) rock pieces of varied (different) sizes
д) to accelerate the process of weathering
е) to be subjected to decay
ж) to dissolve substances
з) to develop lateral pressure
и) certain organic substances

Text 5: Fossil Fuels

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

accumulate - v накапливать; скопляться
ancient - *a* древний, старинный; *ant* **modern**
associate - v связывать, соединять, ассоциироваться; *syn* **connect, link**
burn (burnt) - v сжигать; гореть; жечь
charcoal - *n* древесный уголь
convenient - *a* удобный, подходящий
crude - *a* сырой, неочищенный
dig (dug) - v добывать; копать; **digger** - n угольный экскаватор; землеройная машина
divide - v делить; (from) отделять; разделять
evidence - *n* доказательство; очевидность; признак(и)
fossil - *a* окаменелый, ископаемый; *n* ископаемое *(органического происхождения);* окаменелость
heat - v нагревать; *n* теплота
liquid - *a* жидкий; n жидкость; *ant* **solid**

manufacture - *v* изготовлять, производить; *syn* **produce**
mudstone - *n* аргиллит
purpose - *n* цель; намерение; *syn* **aim, goal**
shale - *n* глинистый сланец
the former … the latter - первый *(из вышеупомянутых)* последний *(из двух названных)*

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

The chief sources of energy available to man today are oil, natural gas, coal, water power and atomic energy. Coal, gas and oil represent energy that has been concentrated by the decay of organic materials (plants and animals) accumulated in the geologic past. These fuels-are often referred to as fossil fuels.

The word fossil (derived from the Latin fodere "to dig up") originally referred to anything that was dug from the ground, particularly a mineral. Today the term fossil generally means any direct evidence of past life, for example, the footprints of ancient animals. Fossils are usually found in sedimentary rocks, although sometimes they may be found in igneous and metamorphic rocks as well. They are most abundant in mudstone, shale and limestone, but fossils are also found in sandstone, dolomite and conglomerate.

Most fuels are carbon-containing substances that are burned in air. In burning fuels give off heat which is used for different purposes.

Fuels may be solid, liquid and gaseous. Solid fuels may be divided into two main groups, natural and manufactured. The former category includes coal, wood, peat and other plant products. The latter category includes coke and charcoal obtained by heating coal in the absence of air.

Liquid fuels are derived almost from petroleum. In general, natural petroleum, or crude oil, as it is widely known, is the basis of practically all industrial fuels. Petroleum is a mixture of hundreds of different hydrocarbons — compounds composed of hydrogen and carbon — together with the small amount of other elements such as sulphur, oxygen and nitrogen. Petroleum is usually associated with water and natural gas. It is found in porous sedimentary rocks where the geological formation allowed the oil to collect from a wide area. Petroleum is one of the most efficient fuels and raw materials.

Of gaseous fuels the most important are those derived from natural gas, chiefly methane or petroleum. Using gaseous fuels makes it possible to obtain high thermal efficiency, ease of distribution and control. Gas is the most economical and convenient type of fuels. Today gas is widely utilized in the home and as a raw material for producing synthetics.

Scientists consider that a most promising source of natural resources may be the floor of the sea, a subject which now has become an important field of research.

Generally speaking, all types of fossil fuels described in the text are of great economic importance as they represent the sources of energy the man uses today.

1. Укажете, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Coal, water power and atomic energy are the only sources of energy available to man today.
2. Coal, wood and peat represent natural group of solid fuels.
3. As a rule fossil fuels are found in sedimentary rocks.
4. Crude oil is widely used for producing solid fuels.
5. Petroleum can be found in porous sedimentary rocks.
6. Gas is used to produce synthetic materials.
7. Not all types of fossil fuels burn.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What fuels are often referred to as fossil fuels?
2. What does the word fossil mean?
3. What rocks are most abundant hi fossil fuels?

4. What types of fossil fuels do you know?
5. Is coke a natural or manufactured solid fuel? And what can you say about coal and peat?
6. How are coke and charcoal produced?
7. What rocks is petroleum usually associated with?
8. What are the advantages of gaseous fuels?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов сочетаний слов.

1.	fossil fuel	а) дерево и торф
2.	raw material	б) небольшое количество аргиллита
3.	crude oil	в) органическое топливо
4.	the chief sources of energy	г) сланец и известняк
5.	to refer to	д) сырье
6.	any direct or indirect evidence of the deposit	е) материалы, содержащие углерод
7.	shale and limestone	ж) главные источники энергии
8.	carbon-containing materials	з) любые прямые или косвенные признаки месторождения
9.	wood and peat	и) сырая (неочищенная) нефть
10.	the small amount of mudstone	к) относиться к (чему-л.); ссылаться на (что-л.)

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов.

1.	древесный уголь и кокс	а) to collect data
2.	жидкое топливо	б) charcoal and coke
3.	накапливать	в) to be composed of limestones
4.	собирать данные	г) liquid fuel
5.	происходить от	д) to accumulate
6.	получать хорошие результаты	е) to derive from
7.	богатый горючими сланцами	ж) to obtain good results
8.	состоять из известняков	з) abundant in oil shales

Text 6: Coal and Its Classification

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

bench - *n* слой, пачка *(пласта)*
blend - v смешивать(ся); вклинивать(ся)
combustion - *n* горение, сгорание; **spontaneous combustion** самовоспламенение, самовозгорание
continuity - *n* непрерывность, неразрывность
domestic - *a* внутренний; отечественный
estimate - v оценивать; *n* оценка; смета
fault - *n* разлом, сдвиг *(породы);* сброс; **faulting** *n* образование разрывов или сбросов
fold - *n* изгиб, складка, флексура; **foulding** - *n* складчатость, смешение *(пласта)* без разрыва
inflame - v воспламеняться; загорать(ся); **inflammable** - *a* воспламеняющийся, горючий, огнеопасный; **flame** - *n* пламя
intermediate - *a* промежуточный; вспомогательный
liable - *a* (to) подверженный; подлежащий *(чему-л.)*
luster - *n* блеск *(угля, металла);* **lustrous** - *a* блестящий
matter - *n* вещество; материя
moisture - *n* влажность, сырость; влага
parting - *n* прослоек
plane - *n* плоскость; **bedding plane** плоскость напластования
rank - *n* класс, тип; **coal rank** группа угля, тип угля
regular - *a* правильный; непрерывный; *ant* **irregular** неправильный; неравномерный; **regularity** *n* непрерывность; правильность

similar - *a* похожий, сходный; подобный; *syn* **alike, the same as**
smelt - v плавить *(руду);* выплавлять *(металл)*
store - v запасать, хранить на складе; вмещать
strata - *n pl от* **stratum** пласты породы; свита *(пластов);* формация, напластования породы; *syn* **measures**
thickness - *n* мощность *(пласта, жилы)*
uniform - *a* однородный; равномерный; **uniformity** *n* однородность; единообразие
utilize - v использовать; *syn* **use, apply, employ**
volatile - *a* летучий, быстро испаряющийся

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

Coal is the product of vegetable matter that has been formed by the action of decay, weathering, the effects of pressure, temperature and time millions of years ago.

Although coal is not a true mineral, its formation processes are similar to those of sedimentary rocks.

Structurally coal beds are geological strata characterized by the same irregularities in thickness, uniformity and continuity as other strata of sedimentary origin. Coal beds may consist of essentially uniform continuous strata or like other sedimentary deposits may be made up of different bands or benches of varying thickness.

You can see a seam limited by two more or less parallel planes, a shape which is typical of sedimentary rocks. The benches may be separated by thin layers, of clay, shale, pyrite or other mineral matter, commonly called partings. Like other sedimentary rocks coal beds may be structurally disturbed by folding and faulting.

According to the amount of carbon coals are classified into: brown coals, bituminous coals and anthracite. Brown coals are in their turn subdivided into lignite and common brown coal. Although carbon is the most important element in coal, as many as 72 elements have been found in some coal deposits, including lithium, chromium, cobalt, copper, nickel, tungsten and others.

Lignite is intermediate in properties between peat and bituminous coal, containing when dry about 60 to 75 per cent of carbon and a variable proportion of ash. Lignite is a low-rank brown-to-black coal containing 30 to 40 per cent of moisture. Developing heat it gives from 2,500 to 4,500 calories. It is easily inflammable but burns with a smoky flame. Lignite is liable to spontaneous combustion. It has been estimated that about 50 per cent of the world's total coal reserves are lignitic.

Brown coal is harder than lignite, containing from 60 to 65 per cent of carbon and developing greater heat than lignite (4,000-7,000 calories). It is very combustible and gives a brown powder. Bituminous coal is the most abundant variety, varying from medium to high rank. It is a soft, black, usually banded coal. It gives a black powder and contains 75 to 90 per cent of carbon. It weathers only slightly and may be kept in open piles with little danger of spontaneous combustion if properly stored. Medium-to-low volatile bituminous coals may be of coking quality. Coal is used intensively in blast furnaces for smelting iron ore. There are non-coking varieties of coal.

As for the thickness, the beds of this kind of coal are not very thick (1-1.5 meters). The great quantities of bituminous coal are found in the Russian Federation.

Anthracite or "hard" coal has a brilliant lustre containing more than 90 per cent of carbon and low percentage of volatile matter. It is used primarily as a domestic fuel, although it can sometimes be blended with bituminous grades of coal to produce a mixture with improved coking qualities. The largest beds of anthracite are found in Russia, the USA and Great Britain.

Coal is still of great importance for the development of modern industry. It may be used for domestic and industrial purposes. Being the main source of coke, coal is widely used in the iron and steel industry. Lignite, for example either in the raw state or in briquetted form, is a source of industrial carbon and industrial gases.

There is a strong tendency now for increased research into new technologies to utilize coal. No doubt, coal will be used as a raw material for the chemical industry and petrochemical processes. All

these processes involve coal conversion which include gasification designed to produce synthetic gas from coal as the basis for hydrogen manufacture, liquefaction (разжижение) for making liquid fuel from coal and other processes.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Anthracite coals may be divided into lignite and common brown coal.
2. Coals are ranked according to the percentage of carbon they contain.
3. Peat, with the least amount of carbon is the lowest rank, then comes lignite or brown coal.
4. Brown coal is hard and it is not liable to spontaneous combustion.
5. Bituminous coal weathers rapidly and one cannot keep it in open piles.
6. Being intensively used in the iron and steel industry bituminous coal varies from medium to high rank.
7. Anthracite or hard coal, the highest in percentage of carbon, can be blended with bituminous grades of coal.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What is the classification of coal based on?
2. Is carbon the only element in coal? (Prove it.)
3. Is lignite intermediate in properties between peat and bituminous coal?
4. What heat value does lignite develop when burnt?
5. What coals are liable to spontaneous combustion?
6. What is the difference between lignite and brown coal?
7. Is bituminous coal high- or low-volatile?
8. Does anthracite contain 90 per cent of carbon?
9. Where are the largest deposits of anthracite found? And what can you say about bituminous coal?
10. What do you know about the utilization of coal?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1.	spontaneous combustion	а) легковоспламеняющийся газ
2.	moisture and ash content	б) высокосортный уголь
3.	the most abundant variety	в) плавить железную руду
4.	in its turn	г) самовозгорание
5.	the amount of volatile matter	д) содержание влаги и золы
6.	easily inflammable gas	е) дымное пламя
7.	brilliant lustre	ж) наиболее широко распространенные угли
8.	to smelt iron ore	з) яркий блеск
9.	high-rank coal	и) в свою очередь
10.	a smoky flame	к) количество летучих веществ

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов н сочетаний слов:

1.	тип угля	а) heat value
2.	некоксующийся уголь	б) amount of carbon
3.	доменная печь	в) coal rank
4.	содержание углерода	г) to store coal
5.	смешиваться с другими углями	д) to weather rapidly
6.	улучшенного качества	е) non-coking coal
7.	складировать уголь	ж) blast furnace
8.	теплотворная способность	з) of improved quality
9.	быстро выветриваться	и) to blend with other coals

Text 7: General Information on Mining

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

access - *n* доступ

affect - v воздействовать *(на что-л.);* влиять; *syn* **influence**

barren - *a* непродуктивный; пустой *(о породе)*

chute - *n* скат, спуск; углеспускная выработка; жёлоб

compare - v (with) сравнивать, проводить параллель

contribute - v способствовать, содействовать; делать вклад *(в науку);* **make a (one's) ~ to smth.** сделать вклад во что-л.

cross-section - *n* поперечное сечение, поперечный разрез, профиль

develop - v разрабатывать *(месторождение);* развивать *(добычу);* производить подготовительные работы; **development** - *n* подготовительные работы; развитие добычи; развитие

drift - *n* штрек, горизонтальная выработка

ensure - v обеспечивать, гарантировать; *syn* **guarantee**

face - *n* забой; лава

floor - л почва горной выработки, почва пласта (жилы); **quarry** ~ подошва карьера; пол, настил

govern - v править, управлять; руководить; определять, обусловливать

inclination - *n* уклон, скат, наклон *(пластов);* наклонение; **seam** ~ падение *(пласта);* наклон *(пласта)*

incline - *n* уклон, бремсберг, скат; наклонный ствол; **gravity** ~ бремсберг

inclined - *a* наклонный; **flatly** ~ слабо наклонный; **gently ~** наклонного падения; **medium** ~ умеренно наклонный *(о пластах);* **steeply** ~ крутопадающий

level - *n* этаж, горизонт, горизонтальная горная выработка; штольня; уровень *(инструмент);* нивелир; ватерпас; горизонтальная поверхность

recover - v извлекать *(целики);* выбирать, очищать; добывать *(уголь и т.п.);* восстанавливать

remove - v удалять; убирать; устранять; перемещать; **removal** - *n* вскрыша; выемка; уборка *(породы);* извлечение *(крепи);* перемещение; **overburden** - удаление вскрыши

rib - *n* ребро; выступ; узкий целик, предохранительный целик; грудь забоя

roof - *n* крыша; кровля выработки; кровля пласта *(или* жилы); перекрытие; ~ **support** - крепление кровли

shaft - *n* шахтный ствол; **auxiliary** ~ вспомогательный ствол; **hoisting** ~ подъемный ствол; главный шахтный ствол

tabular - *a* пластовый (о *месторождении);* пластообразный; плоский; линзообразный; *syn* **bedded, layered**

waste - *n* пустая порода; отходы; *syn* **barren rock**

well - *n* буровая скважина; колодец, источник; водоем; зумф

capital investment - капитальные вложения

gate road - промежуточный штрек

in bulk - навалом, в виде крупных кусков

metal-bearing - содержащий металл

production face/working - очистной забой

productive mining - эксплуатационные работы

in view of - ввиду чего-л., принимая во внимание что-л.

with a view to - с целью

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

As has been said, mining refers to actual ore extraction. Broadly speaking, mining is the industrial process of removing a mineral-bearing substance from the place of its natural occurrence in the Earth's crust. The term "mining" includes the recovery of oil and gas from wells; metal, non-metallic minerals, coal, peat, oil shale and other hydrocarbons from the earth. In other words, the work done to extract mineral, or to prepare for its extraction is called mining.

The tendency in mining has been towards the increased use of mining machinery so that modern mines are characterized by tremendous capacities. This has contributed to: 1) improving working conditions and raising labour productivity; 2) the exploitation of lower-grade metal-bearing substances and 3) the building of mines of great dimensions.

Mining can be done either as a surface operation (quarries, opencasts or open pits) or by an underground method. The mode of occurrence of the sought-for metallic substance governs to a large degree the type of mining that is practised. The problem of depth also affects the mining method. If the rock containing the metallic substance is at a shallow site and is massive, it may be economically excavated by a pit or quarry-like opening on the surface. If the metal-bearing mass is tabular, as a bed or vein, and goes to a great distance beneath the surface, then it will be worked by some method of underground mining.

Working or exploiting the deposit means the extraction of mineral. With this point in view a number of underground workings is driven in barren (waste) rock and in mineral. Mine workings vary in shape, dimensions, location and function.

Depending on their function mine workings are described as exploratory, if they are driven with a view to finding or proving mineral, and as productive if they are used for the immediate extraction of useful mineral. Productive mining can be divided into capital investment work, development work, and face or production work. Investment work aims at ensuring access to the deposit from the surface. Development work prepares for the face work, and mineral is extracted (or produced) in bulk.

The rock surfaces at the sides of workings are called the sides, or hi coal, the ribs. The surface above the workings is the roof in coal mining while in metal mining it is called the back. The surface below is called the floor.

The factors such as function, direct access to the surface, driving in mineral or in barren rock can be used for classifying mine workings:

I. Underground workings:

a) Long or deep by comparison with their cross-section may be: 1) vertical (shaft, blind pit); 2) sloping (slopes, sloping drifts, inclines); 3) horizontal (drifts, levels, drives, gate roads, adits, crosscuts).

b) Large openings having cross dimensions comparable with their length.

c) Production faces, whose dimensions depend on the thick ness of the deposit being worked, and on the method of mining it.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. As a rule, the term "mining" includes the recovery of oil and gas from wells as well as coal, iron ores and other useful minerals from the earth.
2. The increased use of mining machinery has greatly contributed to raising labour productivity and improving working conditions.
3. It is quite obvious that the problem of depth is not always taken into consideration in choosing the mining method.
4. Productive workings are usually used for the immediate extraction of useful mineral.
5. Underground workings are driven in barren rock or in mineral.
6. A shaft is a vertical underground working which is long and deep in comparison with its cross-section.
7. The surface above the mine working is usually called the floor.
8. The rock surfaces at the sides of mine workings arc called the ribs.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What is mining?
2. What has contributed to the better working conditions of the miners?
3. What factors influence the choice of the mining method?
4. In what case is useful mineral worked by open pits?
5. Are exploratory workings driven with a view to finding and proving mineral or are they driven for immediate extraction of mineral?
6. What is the difference between development and production work?
7. What main factors are used for classifying mine workings?
8. What do the dimensions of production faces depend on?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. direct access to the surface
2. open-cast mining
3. tabular (or bedded) deposits
4. oil well
5. underground workings
6. cross-section of a working
7. production face
8. the roof of the mine working
9. to drive mine workings in barren rock
10. to affect the mining method

а) нефтяная скважина
б) проходить горные выработки по пустой породе
в) влиять на метод разработки
г) прямой доступ к поверхности
д) пластовые месторождения
е) открытая разработка
ж) поперечное сечение выработки
з) подземные выработки
и) очистной забой
к) кровля горной выработки

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов сочетаний слов:

1. способствовать чему-л.
2. размер ствола
3. извлекать, добывать (уголь)
4. штреки и квершлаги
5. пустая порода
6. вообще говоря
7. удалять, перемещать (крепь, вскрышу и др.)
8. с целью ...
9. подготовительные работы
10. мощность пласта

а) thickness of a seam
б) shaft dimension
в) with a view to
г) to contribute to smth.
д) development work
е) to remove (timber, overburden, etc.)
ж) drifts (gate roads) and crosscuts
з) generally speaking

и) to recover (coal)
к) waste (barren) rock

Text 8: Methods of Working Bedded Deposits Underground

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

advantage - *n* преимущество; превосходство; выгода; польза; **advantageous** - *a* выгодный; благоприятный, полезный; **to take advantage of smth** воспользоваться чём-л.

caving - *n* обрушение *(кровли);* разработка с обрушением

deliver - v доставлять, подавать; питать; нагнетать; произносить *(речь);* читать *(лекцию)*

entry - *n* штрек; выработка горизонтальная; *pl* подготовительные выработки; нарезные выработки; штреки

giant - *n* гидромонитор

gravity - *n* сила тяжести; вес, тяжесть; **by ~** самотеком, под действием собственного веса

haul - v доставлять; откатывать; подкатывать; перевозить; **haulage** - *n* откатка; доставка; транспортировка *(по горизонтали)*

longwall - *n* лава; выемка лавами; сплошной забой, сплошная или столбовая система разработки; *syn* **continuous mining; ~ advancing on the strike** выемка лавами прямым ходом по простиранию; сплошная система разработки по простиранию; **~ advancing to the rise** сплошная система разработки с выемкой по восстанию; ~ to **the dip** сплошная система разработки с выемкой по падению; ~ **retreating** выемка лавами обратным ходом; столбовая система разработки лавами

lose (lost) - v терять; **loss -** *n* потеря, убыток

pillar - *n* целик; столб; **shaft** ~ околоствольный целик; ~ **method** столбовая система разработки; ~ **mining** выемка целиков

predominate - v преобладать, превалировать; превосходить; господствовать, доминировать

protect - v охранять, защищать

reach - v простираться, доходить до; добиваться, достигать

satisfy - v удовлетворятъ(ся)

shield - *n* щит; ~ **method** щитовой метод проходки, щитовой способ

room - *n* камера; очистная камера; **room-and-pillar method** камерно-столбовая система разработки

stowing - *n* закладка *(выработанного пространства)*

method of working система разработки

the sequence of working the seams - последовательность отработки пластов

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

The method of working (or method of mining) includes a definite sequence and organization of development work of a deposit, its openings and its face work in certain geological conditions. It depends on the mining plan and machines and develops with their improvements. A rational method of working should satisfy the following requirements in any particular conditions: 1) safety of the man; 2) maximum output of mineral; 3) minimum development work (per 1,000 tons output); 4) minimum production cost and 5) minimum losses of mineral.

Notwithstanding the considerable number of mining methods in existence, they can be reduced to the following main types: 1. Methods of working with long faces (continuous mining); 2. Methods of working with short faces (room-and-pillar). The characteristic feature of the continuous mining is the absence of any development openings made in advance of production faces. The main advantage of long continuous faces is that they yield more mineral. Besides, they allow the maximum use of combines (shearers), cutting machines, powered supports and conveyers. The longwall method permits an almost 100 per cent recovery of mineral instead of 50 to 80 per cent obtainable in room-and-pillar methods.

The basic principle of room-and-pillar method is that rooms from 4 to 12 meters wide (usually 6-7) are driven from the entries, each room is separated from each other by a rib pillar. Rib pillars are recovered or robbed after the rooms are excavated. The main disadvantage of shortwall work is a considerable loss of mineral and the difficulty of ventilation. In working bedded deposits methods of mining mentioned above may be used either with stowing or with caving.

In Russia, Germany (the Ruhr coal-field), France and Belgium nearly all the faces are now long ones. In Britain longwall faces predominate.

The USA, Canada, Australia and to some extent India are developing shortwall faces and creating the machines for them. In these countries shortwall faces are widely used.

In Russia the thick seams are taken out to full thickness up to 4.5 m thick if they are steep, and up to 3.5 m thick if they are gently sloping or inclined. In the Kuznetsk coal-field long faces are worked to the dip with ashield protection, using a method proposed by N.Chinakal. In shield mining coal is delivered to the lower working by gravity so that additional haulage is not required.

It should also be noted that in Russia hydraulic mining is widely used as it is one of the most economic and advantageous methods of coal getting. New hydraulic mines are coming into use in a number of coal-fields. Hydraulic mining is developing in other countries as well.

The aim of hydraulic mining is to remove coal by the monitors (or giants) which win coal and transport it hydraulically from the place of work right to the surface. It is quite obvious that the choice of the method of mining will primarily depend on the depth and the shape and the general type of the deposit.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. A definite sequence and organization of development work is called mining.
2. Mining methods in existence can be reduced to the two main types.
3. The depth and the shape of the deposit influence the choice of the method of working.
4. As is known, in Belgium all the faces are short now, in Great Britain they amount to 84 per cent.
5. In Australian collieries shortwall faces are widely used.
6. The room-and-pillar method is characterized by the absence of any development openings.
7. High-capacity monitors win coal and transport it hydraulically right to the surface.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What factors does mining depend on?
2. What is mining?
3. What are the most important factors which affect the choice of the method of working?
4. Do short faces or long faces predominate in Russia? What can you say about the Ruhr coal-field?
5. Is Canada developing shortwall faces or longwall faces?
6. What are the main disadvantages of shortwall faces?
7. What are the two main methods of working?
8. What is the main advantage of long continuous faces?
9. What methods of mining long faces do you know?
10. What method of mining is characterized by the absence of development openings?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов в сочетаний слов:

1.	development face	а) сплошная система разработки
2.	great losses	б) выемка целиков
3.	shield method of mining	в) подготовительный забой
4.	continuous mining	г) большие потери
5.	longwall advancing to the dip	д) удовлетворять требованиям
6.	the room-and-pillar method of mining	е) зависеть от геологических условий
7.	to open up a deposit	ж) выемка лавами прямым ходом по падению

8. pillar mining з) щитовая система разработки
9. to satisfy the requirements и) вскрывать месторождение
10. to depend upon the geological conditions к) камерно-столбовая система разработки

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. включать (в себя) а) safety
2. выемка лавами обратным ходом б) annual output
3. достигать 50% в) to involve
4. превышать 60% г) to propose a new method of mining
5. безопасность д) long wall retreating
6. годовая добыча е) in connection with difficulties
7. основной недостаток системы разработки ж) to exceed 60 per cent
8. под-этаж з) notwithstanding (in spite of)
9. крутопадающий пласт и) to reach 50 per cent
10. щитовая система разработки к) the main disadvantage of the method of mining
11. предложить новый способ разработки л) sublevel
12. в связи с трудностями м) the shield method of mining
13. несмотря на н) open up a deposit
14. вскрывать месторождение о) steep seam

2.3 Подготовка доклада

Подготовьте доклад по одной из предложенных тем.

1. Inigo Jones (1573-1652)
2. Christopher Wren (1632-1723)
3. Geoffrey Chaucer (1340-1400)
4. Samuel Johnson (1709-1784)
5. Alfred Tennyson (1809-1892)
6. Thomas Hardy (1840-1928)
7. John Milton (1608-1674)
8. William Makepeace Thackeray (1811-1863)
9. Henry Wadsworth Longfellow (1807 – 1882)
10. Joshua Reynolds (1723-1792)
11. Thomas More (1478 – 1535)
12. J.M.W. Turner (1775-1851)
13. Thomas Gainsborough (1727 – 1788)
14. Henry Moor (1898-1986)
15. Henry Irving (1838-1905)
16. William Gilbert (1836-1911)
17. Arthur Sullivan (1842-1900)
18. James Watt (1736 - 1819)
19. Thomas Telford (1757 - 1834)
20. Isambard Kingdom Brunel (1806 – 1859)
21. George Stephenson (1781 – 1848)
22. David Livingstone (1813 – 1873)
23. Tony Blair (1953)
24. Winston Churchill (1874 - 1965)
25. Margaret Hilda Thatcher (1925)
26. Sir Isaac Newton (1642 – 1727
27. Alexander Graham Bell (1847 - 1922)

28. Robert Burns (1759 – 1796)

Правила предоставления информации в докладе

Размер	**А4**
Шрифт	Текстовый редактор Microsoft Word, шрифт Times New Roman 12
Поля	слева – 2 см., сверху и справа – 1 см., снизу – 1
Абзацный отступ	1 см устанавливается автоматически
Стиль	Примеры выделяются курсивом
Интервал	межстрочный интервал – 1
Объем	1 -2 страницы (до 7 минут устного выступления)
Шапка доклада	***Иванова Мария Ивановна*** Екатеринбург, Россия ФГБОУ ВПО УГГУ, МД-13 НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА
	Список использованной литературы

Краткое содержание статьи должно быть представлено на 7-10 слайдах, выполненных в PowerPoint.

2.4 Подготовка к тесту

Тест направлен на проверку страноведческих знаний и знаний межкультурной коммуникации. Для этого студентам необходимо повторить материал, представленный в *Социально-культурной сфере общения* по теме «Страны изучаемого языка» (Я и мир). Для успешного написания теста изучите следующий материал:

THE GEOGRAPHICAL POSITION OF GREAT BRITAIN

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland covers an area of some 244 thousand square miles. It is situated on the British Isles. The British Isles are separated from Europe by the Strait of Dover and the English Channel. The British Isles are washed by the North Sea in the east and the Atlantic Ocean in the west.

England is in the southern and central part of Great Britain. Scotland is in the north of the island. Wales is in the west. Northern Ireland is situated in the north-eastern part of Ireland.

England is the richest, the most fertile and most populated part in the country. There are mountains in the north and in the west of England, but all the rest of the territory is a vast plain. In the northwestern part of England there are many beautiful lakes. This part of the country is called Lake District.

Scotland is a land of mountains. The Highlands of Scotland are among the oldest mountains in the world. The highest mountain of Great Britain is in Scotland too. The chain of mountains in Scotland is called the Grampians. Its highest peak is Ben Nevis. It is the highest peak not only in Scotland but in the whole Great Britain as well. In England there is the Pennine Chain. In Wales there are the Cumbrian Mountains.

There are no great forests on the British Isles today. Historically, the most famous forest is Sherwood Forest in the east of England, to the north of London. It was the home of Robin Hood, the famous hero of a number of legends.

The British Isles have many rivers but they are not very long. The longest of the English rivers is the Severn. It flows into the Irish Sea. The most important river of Scotland is the Clyde. Glasgow stands on it. Many of the English and Scottish rivers are joined by canals, so that it is possible to travel by water from one end of Great Britain to the other.

The Thames is over 200 miles long. It flows through the rich agricultural and industrial districts of the country. London, the capital of Great Britain, stands on it. The Thames has a wide mouth, that's

why the big ocean liners can go up to the London port. Geographical position of Great Britain is rather good as the country lies on the crossways of the see routes from Europe to other parts of the world. The sea connects Britain with most European countries such as Belgium, Holland, Denmark, Norway and some other countries. The main sea route from Europe to America also passes through the English Channel.

United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland occupies the territory of the British Isles. They lie to the north-west of Europe.

Once upon a time the British Isles were an integral part of the mainland. As a result of sinking of the land surface they became segregated. Great Britain is separated from the continent by the English Channel. The country is washed by the waters of the Atlantic Ocean. Great Britain is separated from Belgium and Holland by the North Sea, and from Ireland — by the Irish Sea.

There are several islands along the coasts. The total area of the British Isles is 325 000 km2. The main islands are Great Britain and Ireland.

The surface of the country is much varied. Great Britain is the country of valleys and plains.

The insular geographical position of Great Britain promoted the development of shipbuilding, different trading contacts with other countries. It has also allowed the country to stay independent for quite a long period of time.

THE BRITISH PARLIAMENT

The British Parliament is the oldest in the world. It originated in the 12th century as Witenagemot, the body of wise councillors whom the King needed to consult pursuing his policy. The British Parliament consists of the House of Lords and the House of Commons and the Queen as its head.

The House of Commons plays the major role in law-making. It consists of Members of Parliament (called MPs for short). Each of them represents an area in England, Scotland, Wales and Ireland.

MPs are elected either at a general election or at a by-election following the death or retirement. Parliamentary elections are held every 5 years and it is the Prime Minister who decides on the exact day of the election. The minimum voting age is 18. And the voting is taken by secret ballot.

The election campaign lasts about 3 weeks, The British parliamentary system depends on political parties.

The party which wins the majority of seats forms the government and its leader usually becomes Prime Minister. The Prime Minister chooses about 20 MPs from his party to become the cabinet of ministers. Each minister is responsible for a particular area in the government. The second largest party becomes the official opposition with its own leader and «shadow cabinet». The leader of the opposition is a recognized post in the House of Commons.

The parliament and the monarch have different roles in the government and they only meet together on symbolic occasions, such as coronation of a new monarch or the opening of the parliament. In reality, the House of Commons is the one of three which has true power.

The House of Commons is made up of six hundred and fifty elected members, it is presided over by the speaker, a member acceptable to the whole house. MPs sit on two sides of the hall, one side for the governing party and the other for the opposition. The first 2 rows of seats are occupied by the leading members of both parties (called «front benches»). The back benches belong to the rank-and-life MPs.

Each session of the House of Commons lasts for 160-175 days. Parliament has intervals during his work. MPs are paid for their parliamentary work and have to attend the sittings.

As mention above, the House of Commons plays the major role in law making. The procedure is the following: a proposed law («a bill») has to go through three stages in order to become an act of Parliament; these are called «readings».

The first reading is a formality and is simply the publication of the proposal. The second reading involves debate on the principles of the bill; it is examination by parliamentary committee.

And the third reading is a report stage, when the work of the committee is reported on to the house. This is usually the most important stage in the process.

When the bill passes through the House of Commons, it is sent to the House of Lords for discussion, when the Lords agree it, the bill is taken to the Queen for royal assent, when the Queen sings the bill, it becomes act of the Parliament and the Law of the Land.

The House of Lords has more than 1000 members, although only about 250 take an active part in the work in the house. Members of this Upper House are not elected; they sit there because of their rank. The chairman of the House of Lords is the Lord Chancellor. And he sits on a special seat, called «Woolsack».

The members of the House of Lords debate the bill after it has been passed by the House of Commons. Some changes may be recommended and the agreement between the two houses is reached by negotiations.

BRITISH TRADITIONS AND CUSTOMS

British nation is considered to be the most conservative in Europe. It is not a secret that every nation and every country has its own customs and traditions. In Great Britain people attach greater importance to traditions and customs than in other European countries. Englishmen are proud of their traditions and carefully keep them up. The best examples are their queen, money system, their weights and measures.

There are many customs and some of them are very old. There is, for example, the Marble Championship, where the British Champion is crowned; he wins a silver cup known among folk dancers as Morris Dancing. Morris Dancing is an event where people, worn in beautiful clothes with ribbons and bells, dance with handkerchiefs or big sticks in their hands, while traditional music-sounds.

Another example is the Boat Race, which takes place on the river Thames, often on Easter Sunday. A boat with a team from Oxford University and one with a team from Cambridge University hold a race.

British people think that the Grand National horse race is the most exciting horse race in the world. It takes place near Liverpool every year. Sometimes it happens the same day as the Boat Race takes place, sometimes a week later. Amateur riders as well as professional jockeys can participate. It is a very famous event.

There are many celebrations in May, especially in the countryside.

Halloween is a day on which many children dress up in unusual costumes. In fact, this holiday has a Celtic origin. The day was originally called All Halloween's Eve, because it happens on October 31, the eve of all Saint's Day. The name was later shortened to Halloween. The Celts celebrated the coming of New Year on that day.

Another tradition is the holiday called Bonfire Night. On November 5, 1605, a man called Guy Fawkes planned to blow up the Houses of Parliament where the king James 1st was to open Parliament on that day. But Guy Fawkes was unable to realize his plan and was caught and later, hanged. The British still remember that Guy Fawkes' Night. It is another name for this holiday. This day one can see children with figures, made of sacks and straw and dressed in old clothes. On November 5th, children put their figures on the bonfire, burn them, and light their fireworks.

In the end of the year, there is the most famous New Year celebration. In London, many people go to Trafalgar Square on New Year's Eve. There is singing and dancing at 12 o'clock on December 31st.

A popular Scottish event is the Edinburgh Festival of music and drama, which takes place every year. A truly Welsh event is the Eisteddfod, a national festival of traditional poetry and music, with a competition for the best new poem in Welsh. If we look at English weights and measures, we can be convinced that the British are very conservative people. They do not use the internationally accepted measurements. They have conserved their old measures. There are nine essential measures. For general use, the smallest weight is one ounce, then 16 ounce is equal to a pound. Fourteen pounds is one stone.

The English always give people's weight in pounds and stones. Liquids they measure in pints, quarts and gallons. There are two pints in a quart and four quarts or eight pints are in one gallon. For length, they have inches: foot, yards and miles.

LONDON

As well as being the capital of England, London is the capital of the United Kingdom. London was founded by the Romans in 43 A.D. and was called Londinium. In 61 A.D. the town was burnt down and when it was rebuilt by the Romans it was surrounded by a wall. That area within the wall is now called the City of London. It is London's commercial and business centre. It contains the Bank of England, the Stock Exchange and the head offices of numerous companies and corporations. Here is situated the Tower of London.

The Tower was built by William the Conqueror who conquered England in 1066. He was crowned at Westminster Abbey. Now most of the Government buildings are located there.

During the Tudor period (16th century) London became an important economic and financial centre. The Londoners of the Elizabethan period built the first theatres. Nowadays the theatre land is stretched around Piccadilly Circus. Not far from it one can see the British Museum and the «Covent Garden» Opera House.

During the Victorian period (19th century) London was one of the most important centers of the Industrial Revolution and the centre of the British Empire. Today London is a great political centre, a great commercial centre, a paradise for theatre-goers and tourists, but it is also a very quiet place with its parks and its ancient buildings, museums and libraries.

LONDON

London is the capital of Great Britain, its political, economic and commercial center. It`s one of the largest cities in the world and the largest city in Europe. Its population is about 9 million. London is one of the oldest and most interesting cities in the world. Traditionally it`s divided into several parts: the City, Westminster, the West End and the East End.

They are very different from each other and seem to belong to different towns and epochs. The heart of London is the City, its financial and business center. Numerous banks, offices and firms are situated there, including the Bank of England, the Stock Exchange and the Old Bailey. Few people live here, but over a million people come to the City to work. There are some famous ancient buildings within the City. Perhaps the most striking of them in St. Paul`s Cathedral, the greatest of British churches. St. Paul`s Cathedral has always dominated the center of London. It stands on the site of former Saxon and Norman churches. They latter were destroyed in the Great Fire and the present building, completed in 1710, is the work of the eminent architect Sir Christopher Wren. It is an architectural masterpiece.

Londoners have a particular affection for St. Paul`s, which is the largest Protestant Church in England. Its high dome, containing the remarkable Whispering Gallery, is a prominent landmark towering above the multistoried buildings which line the river-bank.

The Tower of London was one of the first and most impressive castles built after the Norman invasion of England in 1066. Since the times of William I various kings have built and extended the Tower of London and used it for many purposes. The Tower has been used as a royal palace, an observatory, an arsenal, a state prison, and many famous and infamous people have been executed within its walls. It is now a museum. For many visitors the principal attraction is the Crown Jewels, the finest precious stones of the nation. A fine collection of armour is exhibited in the keep. The security of the Tower is ensured by a military garnison and by the Yeoman Warders or Beefeaters, who still wear their picturesque Tudor uniform.

Westminster is the historic, the governmental part of London. Westminster Abbey is a national shrine where the kings and queens are crowned and famous people are buried. Founded by Edward the Confessor in 1050, the Abbey was a monastery for along time. The present building dates largely from the times of Henry 3, who began to rebuild the church, a task which lasted nearly 300 years. The West towers were added in the eighteenth century. Since William I almost every English monarch has been

crowned in this great church, which contains the tombs and memorials of many of Britain`s most eminent citizens: Newton, Darwin, Chaucer, Dickens, Tennyson, Kipling and etc. One of the greatest treasures of the Abbey is the oaken Coronation Chair made in 1300. The Abbey is also known for its Poet`s Corner. Graves and memorials to many English poets and writers are clustered round about.

Across the road from Westminster Abbey is Westminster Palace, or the Houses of Parliament, the seat of the British Parliament. The Parliament of Great Britain and Northern Ireland consists of the House of Lords and the House of Commons. The House of Lords consists of just over 1,000 members of the different grades of nobility — dukes, marquises, earls, viscounts and barons.

The House of Commons consists of 650 members. They are elected by secret ballot by men and women aged 18 and over. Every Parliament is divided into Sessions. Each of these may last a year and usually begins early in November. The Clock Tower, which contains the hour-bell called Big Ben, is known over the world. The bell is named after Sir Benjamin Hall.

Buckingham Palace is the official residence of the Queen. The West End is the richest and most beautiful part of London. It is the symbol of wealth and luxury. The best hotels, shops, restaurants, clubs, and theatres are situated there. There are splendid houses and lovely gardens belonging to wealthy people.

Trafalgar Square is the geographical center of London. It was named in memory of Admiral Nelson`s victory in the battle of Trafalgar in 1805. The tall Nelson`s Column stands in the middle of the square. On the north side of Trafalgar Square is the National Gallery and the National Portrait Gallery.

Not far away is the British Museum — the biggest museum in London. It contains a priceless collection of ancient manuscripts, coins, sculptures, est., and is famous for its library.

The East End is the poorest district of London. There are a lot of factories, workshops and docks here. The streets are narrow, the buildings are unimpressive. The East End is densely populated by working class families.

PLACES OF INTERESTS IN GREAT BRITAIN

Britain is rich in its historic places which link the present with the past. The oldest part of London is Lud Hill, where the city is originated. About a mile west of it there is Westminster Palace, where the king lived and the Parliament met, and there is also Westminster Abby, the coronation church. Liverpool, the «city of ships», is England’s second greatest port, ranking after London. The most interesting sight in the Liverpool is the docks. They occupy a river frontage of seven miles.

The University of Liverpool, established in 1903, is noted for its School of Tropical Medicine. And in the music world Liverpool is a well-known name, for it’s the home town of «The Beatles».

Stratford-on-Avon lies 93 miles north-west of London. Shakespeare was born here in 1564, and here he died in 1616.

Cambridge and Oxford Universities are famous centers of learning. Stonehenge is a prehistoric monument, presumably built by Druids, members of an order of priests in ancient Britain. Tintagel Castle is King Arthur’s reputed birthplace. Canterbury Cathedral is the seat of the Archbishop of Canterbury, head of the Church of England.

The British Museum is the largest and richest museum in the world. It was founded in 1753 and contains one of the world’s richest collections of antiquities. The Egyptian Galleries contain human and animal mummies. Some parts of Athens’ Parthenon are in the Greek section.

Madam Tussaud’s Museum is an exhibition of hundreds of life-size wax models of famous people of yesterday and today. The collection was started by Madam Tussaud, a French modeller in wax, in the 18th century. Here you can meet Marilyn Monroe, Elton John, Picasso, the Royal Family, the Beatles and many others: writers, movie stars, singers, politicians, sportsmen, etc.

5. Подготовка к экзамену

Подготовка к экзамену включает в себя повторение всех изученных тем курса.

Билет на экзамен включает в себя тест и практико-ориентированное задание.

Наименование оценочного средства	*Характеристика оценочного средства*	*Методика применения оценочного средства*	*Наполнение оценочного средства в КОС*	*Составляющая компетенции, подлежащая оцениванию*
Экзамен:				
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Тест состоит из 20 вопросов.	КОС - тестовые задания	Оценивание уровня знаний, умений, владений
Практико-ориентированное задание	Задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию	Количество заданий в билете – 1. Предлагаются задания по изученным темам в виде практических ситуаций.	КОС- Комплект заданий	Оценивание уровня знаний, умений и навыков

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

по дисциплине

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Авторы: Гребенкин С.М.

Одобрена на заседании кафедры

Безопасности горного производства
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Елохин В.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 14.09.2021
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно-механического факультета
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 12.10.2021
(Дата)

Екатеринбург

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО ВОЗДУХООБМЕНА

Цель практического занятия — закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Человек и среда обитания: воздействия негативных факторов окружающей среды на человека», и формирование практических навыков расчета воздухообмена в производственных помещениях необходимого для очистки воздуха от вредностей: для удаления вредных веществ (выделяющихся вредных газов, паров и пыли); для удаления излишних водяных паров; для удаления избыточного тепла.

Общие сведения. Среда обитания — это окружающая человека среда, осуществляющая через совокупность факторов (физических, биологических, химических и социальных) прямое или косвенное воздействие на жизнедеятельность человека, его здоровье, трудоспособность и потомство. В жизненном цикле человек и окружающая среда обитания непрерывно взаимодействуют и образуют постоянно действующую систему «человек — среда обитания», в которой человек реализует свои физиологические и социальные потребности. В составе окружающей среды выделяют природную, техногенную, производственную и бытовую среду. Каждая среда может представлять опасность для человека. В данной работе рассматривается расчет потребного воздухообмена (L м^3/ч), для очистки воздуха от вредных газов и паров и для удаления избыточного тепла с помощью механической общеобменной вентиляции.

Задание. В помещении объемом V работают n человек со средней производительностью a каждый. Они производят покраску и шпаклевку изделий нитро- (на основе ацетона) красками, эмалями и шпаклевками, для чего используется ручное и механизированное оборудование. В этом же помещении производится пайка N контактов припоем ПОС-60. Источники тепловыделения

– оборудование мощностью Рном и осветительная сеть мощностью Роев из люминесцентных ламп. Расчеты вести для холодного периода года. Помещение имеет *К* окон направленных на север размерами 2,5х1,75 м с двойным остеклением и деревянными рамами. Категория работ – III (тяжелая).

Рассчитать потребный воздухообмен и определить кратность воздухообмена для: 1) испарений растворителей и лаков; 2) при пайке припоем ПОС-60; 3) удаления выделяемой людьми углекислоты; 4) удаления избыточного тепла.

Методика и порядок расчета воздухообмена для очистки воздуха.

Потребный воздухообмен определяется по формуле

$$L = \frac{G \times 1000}{x_н - x_в}, \text{ м}^3/\text{ч}, \qquad (1.1)$$

где *L*, м^3/ч – потребный воздухообмен; *G*, г/ч – количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения; $x_в$, мг/м^3 – предельно допустимая концентрация вредности в воздухе рабочей зоны помещения, согласно ГОСТ 12.1.005-88 [1]; $x_н$, мг/м^3 – максимально возможная концентрация той же вредности в воздухе населенных мест (ГН 2.1.6.1338- 03) □4□.

Применяется также понятие кратности воздухообмена (n), которая показывает сколько раз в течение одного часа воздух полностью сменяется в помещении. Значение n □ □ может быть достигнуто естественным воздухообменом без устройства механической вентиляции.

Кратность воздухообмена определяется по формуле

$$n = \frac{L}{V_n}, \text{ ч}^{-1}, \qquad (1.2)$$

где n, раз/ч – кратность воздухообмена; *L*, м^3/ч – потребный воздухообмен; V_n – внутренний объем помещения, м^3.

Согласно СП 2.2.1.1312-03, кратность воздухообмена n > 10 недопустима.

Так как $x_н$ определяется по табл. 1.1 прил.1, а $x_в$ по табл. 1.2 прил.1, то для расчета потребного воздухообмена необходимо в каждом случае определять

количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения.

Таблица 1.0

Исходные данные для расчёта потребного воздухообмена

№ вар.	*a*, м²/ч	Материал	*n* чел.	*V* м3	*N* шт/час	Местность	$P_{ном.}$ кВт	$P_{осв.}$ кВт	*m* окон
1	2	Бесцветный аэролак, окраска кистью	1	100	40	Сельские населенные пункты	10	0,5	2
2	1,5		2	200	35		20	0,5	3
3	1		3	300	400		30	1	4
4	2		4	400	45	Малые города	40	1	5
5	3	Цветной аэролак, окраска механизир.	1	500	305		200	1	6
6	4		1	600	48		150	1,5	6
7	3,5		1	700	450	Большие города	200	1	6
8	5		1	800	480		100	2	8
9	0,2	Шпаклевка кистью	3	80	325		10	0,5	2
10	0,3		4	200	420	Сельские населенные пункты	20	1	4
11	1,5	Шпаклевка механизир,	1	200	250		30	1	3
12	1		2	300	450		40	1,5	4
13	0,8	Бесцветный аэролак, окраска кистью	1	150	300	Малые города	50	0,6	2
14	1		2	150	48		60	0,8	3
15	1,2		1	120	335		70	1	2
16	0,7		2	200	400	Большие города	80	1,2	4
17	2	Цветной аэролак, окраска механизир.	1	200	280		90	0,6	4
18	2,5		2	400	480		100	0,8	6
19	2,2		1	400	290	Сельские населенные пункты	150	1,2	8
20	1,8		2	600	300		200	1,5	8
21	0,3	Шпаклевка кистью	1	80	200		250	0,5	I
22	0,4		2	100	250	Малые города	300	0,6	2
23	1	Шпаклевка механизир.	1	150	242		60	1	2
24	1		2	400	440	Большие города	80	1	3
25	1,5	Шпаклевка	1	100	270		100	1,2	4

26	2	кистью	3	200	180		150	0,5	6

Рассмотрим отдельные характерные случаи выделения вредных веществ в воздух помещения и определения потребного воздухообмена.

1.1. Определение воздухообмена при испарении растворителей и лаков

Испарение растворителей и лаков обычно происходит при покраске различных изделий. Количество летучих растворителей, выделяющихся в воздухе помещений можно определить по следующей формуле

$$G = \frac{a \times A \times m \times n}{100}, \text{ г/ч}, \qquad (1.3)$$

где a, м^2/ч – средняя производительность по покраске одного рабочего (при ручной покраске кистью – 12 м^2/ч, пульверизатором – 50 м^2/ч); A, г/м^2 – расход лакокрасочных материалов; m, % – процент летучих растворителей, содержащихся в лакокрасочных материалах; n – число рабочих, одновременно занятых на покраске.

Численные значения величин A и m определяются по табл. 1.3 прил. 1.

Пример. Определить количество выделяющихся в воздух помещения летучих растворителей.

Решение:

По табл. 3 прил. 1 для цветного аэролака при окраске распылением находим, что A = 180 г/м^2, m = 75 %, тогда G = 50·180·75·2/100 = 13500 г/ч. Далее определяем потребный воздухообмен в помещении по формуле (1.3). Находим для ацетона из табл. 1.1 и 1.2 прил. 1, что $x_в$ = 200 мг/м^3, $x_н$ = 0,35 мг/м^3, тогда L = 13500·1000/(200 - 0,35) = 67500 м^3/ч.

Ответ: L = 67500 м^3/ч.

1.2. Определение потребного воздухообмена при пайке электронных схем

Пайка осуществляется свинцово-оловянным припоем ПОС-60, который содержит C = 0,4 доли объема свинца и 60 % олова. Наиболее ядовиты аэрозоли (пары) свинца.

В процессе пайки из припоя испаряется до B = 0,1 % свинца, а на 1 пайку расходуется 10 мг припоя. При числе паек – N, количество выделяемых паров свинца определяется по формуле

$$G = C \times B \times N, \text{ мг/ч}, \quad (1.4)$$

где G, г/ч – количество выделяемых паров свинца; C – содержание свинца; B – % свинца; N – число паек.

Пример. В помещении объемом $V_п$ = 1050 м^3 три человека осуществляют пайку припоем ПОС-40 с производительностью по 100 контактов в час. Найти требуемую кратность воздухообмена.

Решение:

По формуле (1.4) определяем количество аэрозолей свинца, выделяемых в воздух: G = 0,6·0,001·10·100·3 = 1,8 мг/ч. Далее определяем потребный воздухообмен по формуле (1.1). Находим из табл. 1.1 и 1.2 прил. 1 для свинца и его соединений $x_в$ = 0,01 мг/м^3; $x_н$ = 0,001 мг/м^3. Тогда L = 1,8 / (0,01- 0,001) = 200,0 м^3/ч.

Ответ: L = 185,5 м^3/ч.

1.3. Определение воздухообмена в жилых и общественных помещениях

В жилых и общественных помещениях постоянным вредным выделением является выдыхаемая людьми углекислота (CO_2). Определение потребного воздухообмена производится по количеству углекислоты, выделяемой человеком и по допустимой концентрации её.

Количество углекислоты в зависимости от возраста человека и

выполняемой работы, а также допустимые концентрации углекислоты для различных помещений приведены в табл. 1.4 и 1.5 прил. 1.

Содержание углекислоты в атмосферном воздухе можно определить по химическому составу воздуха. Однако, учитывая повышенное содержание углекислоты в атмосфере населенных пунктов, следует принимать при расчете содержания CO_2 следующие значения: для сельских населенных пунктов – 0,33 л/м^3, для малых городов (до 300 тыс. жителей) – 0,4 л/м^3, для больших городов (свыше 300 тыс. жителей) – 0,5 л/м^3.

Пример. Определить потребную кратность воздухообмена в помещении, где работают 3 человека.

Решение:

По табл. 1.4 прил.1 определяем количество CO_2, выделяемой одним человеком g = 23 л/ч. По табл. 1.5 прил. 1 определяем допустимую концентрацию CO_2. Тогда $x_в$ = 1 л/м3 и содержание CO_2 в наружном воздухе для больших городов $x_н$ = 0,5 л/м^3 .Определяем потребный воздухообмен по формуле (1.1) $L = 23 \cdot 3/(1- 0,5) = 138$ м$^{3/}$ч. Ответ: L = 138 м^3/ч.

1.4. Определение потребного воздухообмена при выделении газов (паров) через неплотности аппаратуры, находящейся под давлением

Производственная аппаратура, работающая под давлением, как правило, не является вполне герметичной. Степень герметичности аппаратуры уменьшается по мере ее износа. Считая, что просачивание газов через неплотности подчиняется тем же законам, что и истечение через небольшие отверстия, и, предполагая, что истечение происходит адиабатически, количество газов, просочившихся через неплотности, можно определить по формуле

$$G = k \times c \times \sqrt[v]{\frac{M}{T}}, \text{ кг/ч}, \qquad (1.5)$$

где k – коэффициент, учитывающий повышение утечки от износа оборудования (k = 1–2); c – коэффициент, учитывающий влияние давление газа в аппарате; v – внутренний объем аппаратуры и трубопроводов, находящихся под давлением, м^3; M – молекулярный вес газов, находящихся в аппаратуре; T – абсолютная температура газов в аппаратуре, К.

Таблица 1.2

Коэффициент, учитывающий влияние давление газа в аппарате

Давление p, атм	до 2	2	7	17	41	161
c	0,121	0,166	0,182	0,189	0,25	0,29

Пример. Система, состоящая из аппаратов и трубопроводов, заполнена сероводородом. Рабочее давление в аппаратуре p_a = 3 атм, а в проводящих трубопроводах p_a=4 атм. Внутренний объем аппаратуры v_a = 5 м^3, объём трубопроводов, $v_{тр}$ = 1,2 м^3. Температура газа в аппаратуре – t_a = 120 °С, в трубопроводе – $t_{тр}$ = 25 °С. Определить потребный воздухообмен в помещении.

Решение:

Определяем величины утечек сероводорода (H_2S) из аппаратуры и трубопроводов. Принимаем k = 1,5; c = 0,169 (по табл. 1.2); M = 34, для H_2S; Утечка газа из аппаратуры составляет:

$$G_a = 1{,}5 \times 0{,}169 \times \sqrt[5]{\frac{34}{393}} = 0{,}372$$

Утечка газа из трубопроводов составляет:

$$G_{тр} = 1{,}5 \times 0{,}172 \times 1{,}2 = 0{,}104$$

$$G = G_a + G_{тр} = 0{,}372 + 0{,}104 = 0{,}476, \text{кг/ч}$$

Используя данные табл. 1.1 прил. 1, находим, что для сероводорода

$x_в$ =10 мг/м^3; $x_н$ = 0,008 мг/м^3. Потребный воздухообмен равен

$$L = \frac{4761000}{(10 - 0{,}008)} = 47638{,}1\ {}^{м^3}/_{ч}$$

Ответ: L = 47638,1 м^3/ч

Вывод: В воздух помещения одновременно могут выделяться несколько вредных веществ. По действию на организм человека они могут быть однонаправленными и разнонаправленными. Для однонаправленных веществ расчетные значения потребного воздухообмена суммируются, а для разнонаправленных веществ выбирается наибольшее значение потребного воздухообмена.

Пример. Для первой вредности в воздухе рабочей зоны – вредных (токсичны) веществ в рассмотренных примерах все относятся к веществам разнонаправленного действия, поэтому принимаем к дальнейшему расчету максимальное из полученных значений, т. е. L = 67500 м^3/ч (потребный воздухообмен для паров растворителей при окраске).

Для проверки соответствия требованиям устройства вентиляции определим кратность воздухообмена n = 67500/4800 = 14,1 ч$^{-1}$. Данное значение превышает установленную величину – 10 ч$^{-1}$, поэтому необходимо принять дополнительное решение по устройству вентиляции в помещении. Например, таким решением может быть исключение распространения от двух мест окраски растворителей по всему помещению за счет применения местной вытяжной вентиляции.

Расчет объёма воздуха удаляемого местной вентиляцией определяется по формуле

$$L_{МВ} = F \times v \times 3600,\ {}^{м^3}/_{ч}\ , \qquad (1.6)$$

где F – площадь сечения всасывающих отверстий, м^2; v – скорость воздуха

в сечении вытяжной вентиляции, м/с. Рекомендуется принимать значение скорости в интервале 0,8-1,5 м/с.

Таким образом, потребный воздухообмен для оставшихся вредных веществ принимаем для выделений сероводорода: L = 47638,1 м^3/ч.

Проверка:

$$n = 47638,\ 1/4800 = 9,\ 9\ ч^{-1}.$$

1.5. Расчёт потребного воздухообмена для удаления избыточного тепла

Расчет потребного воздухообмена для удаления избыточного тепла производится по формуле

$$L = \frac{Q_{изб}}{\gamma_B \times c\Delta t},\ м^3/ч, \qquad (1.7)$$

где L, м^3/ч – потребный воздухообмен; $Q_{изб}$, ккал/ч – избыточное тепло; $\gamma_в$ = 1,206 кг/м^3 – удельная масса приточного воздуха; $c_в$ = 0,24 ккал/кг□град – теплоемкость воздуха;

$$\Delta t = t_{вых} - t_{пр},\ ^oC \qquad (1.8)$$

где $t_{вых}$, ^{o}C – температура удаляемого воздуха; $t_{пр}$, ^{o}C – температура приточного воздуха.

Величина Δt при расчетах выбирается в зависимости от теплонапряженности воздуха – $Q_н$: при $Q_н \le 20$ ккал/м^3·ч Δt = 6 ^{o}C; при $Q_н > 20$ ккал/м^3·ч Δt = 8 ^{o}C;

$$Q_н = \frac{Q_{изб}}{V_п},\ ккал/\ м^3 \cdot ч, \qquad (1.9)$$

где $V_п$, м^3 – внутренний объем помещения.

Таким образом, для определения потребного воздухообмена необходимо определить количество избыточного тепла по формуле

$$Q_{изб} = Q_{об} + Q_{осв} + Q_л + Q_р - Q_{отд},\ ккал/ч, \qquad (1.10)$$

где $Q_{об}$, ккал/ч – тепло, выделяемое оборудованием; $Q_{осв}$, ккал/ч – тепло, выделяемое системой освещения; $Q_{л}$, ккал/ч – тепло, выделяемое людьми в помещении; $Q_{р}$, ккал/ч – тепло, вносимое за счет солнечной радиации; $Q_{отд}$, ккал/ч – теплоотдача естественным путем.

Определяем количество тепла, выделяемого оборудованием

$$Q_{об} = 860 \times P_{об} \times y_1, \text{ ккал/ч} \quad (1.11)$$

где Y_1 – коэффициент перехода тепла в помещение, зависящий от вида оборудования; $P_{об}$, кВт – мощность, потребляемая оборудованием;

$$P_{об} = P_{ном} \times y_2 \times y_3 \times y_4, \text{ кВт}, \quad (1.12)$$

где $P_{ном}$, кВт – номинальная (установленная) мощность электрооборудования помещения; Y_2 – коэффициент использования установленной мощности, учитывающий превышение номинальной мощности над фактически необходимой; Y_3 – коэффициент загрузки, т.е. отношение величины среднего потребления мощности (во времени) к максимально необходимой; Y_4 – коэффициент одновременности работы оборудования.

При ориентировочных расчетах произведение всех четырех коэффициентов можно принимать равным:

$$y_1 \times y_2 \times y_3 \times y_4 = 0{,}25 \quad (1.13)$$

Определяем количество тепла, выделяемого системой освещения

$$Q_{осв} = 860 \times P_{осв} \times \alpha\beta \times \cos(\varphi), \quad (1.14)$$

где α – коэф. перевода электрической энергии в тепловую для лампы накаливания α = 0,92 – 0,97, люминесцентной лампы α = 0,46 – 0,48; b – коэффициент одновременности работы (при работе всех светильников b = 1); cos (φ) = 0,7 – 0,8 – коэффициент мощности; $P_{осв}$, кВт – мощность осветительной установки.

Определяем количество тепла, выделяемого находящимися в помещении людьми

$$Q_{л} = N \times q_{л}, \quad (1.15)$$

где N – количество людей в помещении; $q_л$, ккал/ч – тепловыделения одного человека табл. 1.6 прил. 1.

Определяем количество тепла, вносимого за счет солнечной радиации

$$Q_p = K \times S \times q_{ост}\,, \qquad (1.16)$$

где K – количество окон; S, м^2 – площадь одного окна; $q_{ост}$, ккал/ч – солнечная радиация через остекленную поверхность табл. 1.7 прил. 1.

Определяем теплоотдачу, происходящую естественным путем. Если нет дополнительных условий, то можно считать ориентировочно, что $Q_{отд}$ = $Q_р$ для холодного и переходного периодов года (среднесуточная температура наружного воздуха ниже +10 ^{o}C). Для теплого периода года (среднесуточная температура воздуха выше +10 ^{o}C) принимаем $Q_{отд}$ = 0.

Общий вывод: Среди полученных расчетных значений потребного воздухообмена для вредных веществ и удаления избыточного тепла выбирается наибольшее значение потребного воздухообмена.

Приложение 1

Таблица 1.1

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест (ГН 2.1.6.1338-03)

Наименование вредных веществ	ПДКм.р., мг/м^3	ПДКс.с., мг/м^3	Агрегатн состояние
Азота диоксид	0,085	0,04	п
Азота оксид	0,6	0,06	п
Акролеин	0,03	0,03	п
Амилацетат	0,10	0,10	п
Аммиак	0,2	0,04	п
Ацетон	0,35	0,35	п
Бензин (углеводороды)	5,0	1,5	п
Бензол	1,5	0,1	п
Бутан	200	-	п
Бутилацетат	0,1	0,1	п
Винилацетат	0,15	0,15	п
Дихлорэтан	3,0	1,0	п
Ксилол	0,2	0,2	п
Марганец и его соединения	0,01	0,001	а
Метилацетат	0,07	0,07	п
Мышьяк и его неорг. соединения	-	0,003	а
Озон	0,16	0,03	п
Пыль (кремнесодержащая – более 70 %)	0,15	0,05	а
Пыль нетоксичная (фиброгенного действия)	0,5	0,15	а
Ртути хлорид (сулема)	-	0,0003	а
Сажа	0,15	0,05	а
Свинец и его соединения	0,001	0,0003	а
Сернистый ангидрид	0,5	0,15	п
Серная кислота	0,3	0,1	а

Продолжение табл. 1.1

Наименование вредных веществ	ПДКм.р., мг/м^3	ПДКс.с., мг/м^3	Агрегатн состояние
Сероводород	0,008	-	п
Сероуглерод	0,03	0,005	п
Спирт бутиловый	0,16	-	п
Спирт изобутиловый	0,1	0,1	п
Спирт метиловый	1,0	0,5	п
Спирт этиловый	5	5	п
Стирол	0,04	0,002	п
Толуол	0,6	0,6	п
Углерода оксид	5,0	3,0	п
Фенол	0,01	0,003	п
Фтористые соединения (газообразные)	0,02	0,005	п
Хлор	0,1	0,03	п
Хлористый водород	0,2	0,2	п
Этилацетат	0,1	0,1	п

Примечание: п – пары и/или газы; а – аэрозоль

Таблица 1.2

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухерабочей зоны (ГОСТ 12.1.005-88)

Наименование вредных веществ	ПДК., мг/м^3	Класс опасности	Агрегатн. состояние
Азота диоксид	2,0	3	п
Азота оксиды	5,0	3	п
Акролеин	0,2	2	п
Амилацетат	100	4	п
Аммиак	20	4	п
Ацетон	200	4	п
Бензин (углеводороды)	100	4	п
Бензол	15/5	2	п
Бутан	300	4	п
Бутилацетат	200	4	п
Винилацетат	10,0	4	п
Дихлорэтан	10,0	2	п
Ксилол	50,0	3	п
Марганец и его соединения (от 2-30 %)	0,1	2	а
Метилацетат	100	4	п
Мышьяк и его неорг. соединения	0,04/0,01	2	а
Озон	0,1	1	п
Пыль (кремнесодержащая – более 70 %)	1,5	4	а
Пыль нетоксичная (фиброгенного действия)	4,0	4	а
Ртути хлорид (сулема)	0,2/0,05	1	а
Сажа	4,0	3	а
Свинец и его соединения	0,01/0,005	1	а
Серная кислота	1,0	2	а
Сернистый ангидрид	10	3	п
Сероводород	10,0	3	п

Продолжение табл. 1.2

Наименование вредных веществ	ПДК., мг/м^3	Класс опасности	Агрегатн. состояние
Сероуглерод	1,0	3	п
Спирт бутиловый	10,0	3	п
Спирт изобутиловый	10,0	3	п
Спирт метиловый	5,0	3	п
Спирт этиловый	1000	4	п
Стирол	30/10	3	п
Толуол	50	3	п
Углерода оксид	20	4	п
Фенол	0,3	2	п
Фтористые соединения (газообразные)	0,5/0,1	2	п
Хлор	1,0	2	п
Хлористый водород	5,0	1	п
Этилацетат	200	4	п

Примечание: значение в числителе – максимально разовые; в знаменателе – среднесменные

Таблица 1.3

Расходы лакокрасочных материалов на один слой покрытия изделий и содержание в них летучих растворителей

Наименование лакокрасочных материалов/способ нанесения краски	Расход лакокрасочных материалов, *A*, г/м^2	Содержание летучей час- ти, *m*, %
Нитролаки и краски		
Бесцветный аэролак /кистью	200	92
Цветные аэролаки/распыление пульверизатором	180	75
Нитрошпаклевка /кистью	100-180	10-35
Нитроклей /кистью	160	80-85
Масляные лаки и эмали		
Окраска распылением	60-90	35

Таблица 1.4

Количество углекислоты, выделяемой человеком при разной работе

Возраст человека и характер работы	Количество CO_2	
	в л/ч	в г/ч
Взрослые:		
при физической работе	45	68
при легкой работе (в учреждениях)	23	35
в состоянии покоя	23	35
Дети до 12 лет	12	18

Таблица 1.5

Предельно-допустимые концентрации углекислоты

Наименование помещений	Количество CO_2	
	в л/ч	в г/кг
Для постоянного пребывания людей (жилые ком.)	1	1,5
Для пребывания детей и больных	0,7	1
Для учреждений	1,25	1,75
Для кратковременного пребывания людей	2	3

Таблица 1.6

Количество тепловыделений одним человеком при различной работе

Категория тяжести работы		Количество тепловыделений $q_л$, ккал/ч в зависимости от окружающей температуры воздуха			
		15 ºС	20 ºС	25 ºС	30 ºС
Легкая	I	100	70	50	30
Средней тяжести	II-а	100	70	60	30
Средней тяжести	II-б	110	80	70	35
Тяжелая	III	110	80	80	35

Таблица 1.7

Солнечная радиация через остекленную поверхность

	Солнечная радиация, $q_{ост}$, ккал/ч от стороны света и широты, град.														
	ЮГ			ЮГО-ВОСТОК ЮГО-ЗАПАД				ВОСТОК ЗАПАД				СЕВЕР, СЕВЕР. ВОСТОК СЕВЕРО-ЗАПАД			
	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65
Окна с двойным остеклением и деревянными рамами	125	125	145	85	110	125	145	125	125	145	145	65	65	65	60
Окна с двойным остеклением и металлическими рамами	160	160	180	110	140	160	180	160	160	180	180	80	80	80	70
Фонарь с двойным остеклением и металлическими переплет.	130	160	170	110	140	170	170	160	160	180	180	85	85	85	70

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоиздат, 1982. – 342 с.

2. Каменев П.Н. Отопление и вентиляция. Часть II. Вентиляция. – М.: Издательство литературы по строительству, 1966. – 289 с.

3. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

4. ГН2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2. ОЦЕНКА РИСКА

Цель практического занятия - закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Основы теории безопасности: системный анализ безопасности», и формирование практических навыков расчета индивидуального и группового (социального) риска в конкретных ситуациях.

Общие сведения. Опасность – одно из центральных понятий безопасности жизнедеятельности (БЖД).

Опасность хранят все системы, имеющие энергию, химически или биологически активные компоненты, а также характеристики (параметры), несоответствующие условиям жизнедеятельности человека. Можно сказать, что опасность – это риск неблагоприятного воздействия.

Практика свидетельствует, что абсолютная безопасность недостижима. Стремление к абсолютной безопасности часто вступает в антагонистические противоречия с законами техносферы.

В сентябре 1990 г. в г. Кельне состоялся первый Всемирный конгресс по безопасности жизнедеятельности человека как научной дисциплине. Девиз конгресса: «Жизнь в безопасности». Участники конгресса постоянно оперировали понятием «риск».

Возможны следующие определения риска:

1. Это количественная оценка опасности, вероятность реализации опасности;

2. При наличии статистических данных, это частота реализации опасностей.

Различают опасности реальные и потенциальные. В качестве аксиомы принимаются, что любая деятельность человека потенциально опасна. Реализация потенциальной опасности происходит через ПРИЧИНЫ и приводит к НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫМ ПОСЛЕДСТВИЯМ.

Сейчас перед специалистами ставится задача – не исключение до нуля безопасности (что в принципе невозможно). А достижение заранее заданной величины риска реализации опасности. При этом сопоставлять затраты и получаемую от снижения риска выгоду. Во многих западных странах для более объективной оценки риска и получаемых при этом затрат и выгод, вводят финансовую меру человеческой жизни. Заметим, что такой подход имеет противников, их довод – человеческая жизнь свята, бесценна и какие-то финансовые оценки недопустимы. Тем не менее, по зарубежным исследованиям, человеческая жизнь оценивается, что позволяет более объективно рассчитывать ставки страховых тарифов при страховании и обосновывать суммы выплат.

Поскольку абсолютная безопасность (нулевой риск) невозможна, современный мир пришел к концепции приемлемого (допустимого) риска.

Суть концепции заключается в стремлении к такой безопасности, которую принимает общество в данное время. При этом учитывается уровень технического развития, экономические, социальные, политические и др. возможности. Приемлемый риск – это компромисс между уровнем безопасности и возможностями ее достижения. Это можно рассмотреть в следующей ситуации. После крупной аварии на Чернобыльской АЭС, правительство СССР решило повысить надежность всех ядерных реакторов. Средства были взяты из госбюджета и, следовательно, уменьшилось финансирование социальных программ здравоохранения, образования и культуры, что в свою очередь привело к увеличению социально-экономического риска. Поэтому следует всесторонне оценивать ситуацию и находить компромисс – между затратами и величиной риска.

Переход к «риску» дает дополнительные возможности повышения безопасности техносферы. К техническим, организационным, административным добавляются и экономические методы управления риском (страхование, денежные компенсации ущерба, платежи за риск и

др.). Есть здравый смысл в том, чтобы законодательно ввести квоты за риск. При этом возникает проблема расчета риска: статистический, вероятностный, моделирование, экспертных оценок, социологических опросов и др. Все эти методы дают приблизительную оценку, поэтому целесообразно создавать базы и банки данных по рискам в условиях предприятий, регионов и т.д.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с общими сведениями. Записать определения.
2. Выполнить практические задачи.

Практические задачи

Задача 1. В таблице 2.0 приведен ряд профессий по степени индивидуального риска фатального исхода в год. Используя данные табл.1 методом экспертных оценок охарактеризуйте вашу настоящую деятельность и условия вашей будущей работы.

Таблица 2.0

Классификация профессиональной безопасности

Категория	Условия профессиональной деятельности	Риск смерти (на человека в год)	Профессия
1	Безопасные	$1 \cdot 10^{-4}$	Текстильщики, обувщики, работники лесной промышленности, бумажного производства и др.
2	Относительно безопасные	$1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$	Шахтеры, металлурги, судостроители и др.
3	Опасные	$1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-2}$	Рыбопромысловики, верхолазы, трактористы и др.
4	Особо опасные	больше $1 \cdot 10^{-2}$	Летчики-испытатели, летчики реактивных самолетов.

После обсуждения письменно сформулируйте свою оценку.

Для решения следующих задач используйте формулу определения индивидуального риска

$$P = \frac{h}{H}, \qquad (2.1)$$

где Р – индивидуальный риск (травмы, гибели, болезни и пр.); h – количество реализации опасности с нежелательными последствиями за определенный период времени (день, год и т.д.); Н – общее число участников (людей, приборов и пр.), на которых распространяется опасность.

Пример решения задачи по формуле (2.1).

Пример. Задача 1. Ежегодно неестественной смертью гибнет 250 тыс. человек. Определить индивидуальный риск гибели жителя страны при населении в 150 млн. человек.

Решение.

Рж = $2{,}5 \cdot 10^5 / 1{,}5 \cdot 10^8 = 1{,}7 \cdot 10^{-3}$

Или будет 0,0017. Иначе можно сказать, что ежегодно примерно 17 человек 10000 погибает неестественной смертью. Если пофантазировать и предположить, что срок биологической жизни человека равен 1000 лет, то по нашим данным оказывается, что уже через 588 лет (1:0,0017) вероятность гибели человека неестественной смертью близка к 1 (или 100%).

Примечание. Здесь и в задачах №2,3 данные приближены к России.

Задача 2. Опасность гибели человека на производстве реализуется в год 7 тыс. раз. Определить индивидуальный риск погибших на производстве при условии, что всего работающих 60 млн. человек. Сравните полученный результат с вашей экспертной оценкой из задачи 1.

Задача 3. Определить риск погибших в дорожно-транспортном происшествии (ДТП), если известно, что ежегодно гибнет в ДТП 40 тыс. человек при населении 150 млн. человек.

Задача 4. Используя данные индивидуального риска фатального

исхода в год для населения США (данных по России нет), определите свой индивидуальный риск фатального исхода на конкретный год. При этом можно субъективно менять коэффициенты и набор опасностей.

Таблица 2.1

Индивидуальный иск гибели в год

Причина	Риск	Причина	Риск
Автомобильный транспорт	$3 \cdot 10^{-4}$	Воздушный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$
Падения	$9 \cdot 10^{-5}$	Падающие предметы	$6 \cdot 10^{-6}$
Пожар и ожог	$4 \cdot 10^{-5}$	Электрический ток	$6 \cdot 10^{-6}$
Утопление	$3 \cdot 10^{-5}$	Железная дорога	$4 \cdot 10^{-6}$
Отравление	$2 \cdot 10^{-5}$	Молния	$5 \cdot 10^{-7}$
Огнестрельное оружие	$1 \cdot 10^{-5}$	Все прочие	$4 \cdot 10^{-5}$
Станочное оборудование	$1 \cdot 10^{-5}$	Ядерная энергетика	$2 \cdot 10^{-10}$
Водный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$	(пренебрегаемо мал. риск)	

Риск общий для американца: $P_{общ} = 6 \cdot 10^{-4}$

Сравнить полученный результат с результатом примера решения.

Задачи на риск гибели неестественной смертью в России и с риском гибели в год для американца ($P_{общ}$).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Русак О.Н. Труд без опасности. Л. «Лениздат», 1986, 191 с.

2. Береговой Г.Т. и др. Безопасность космических полетов. М., «Машиностроение», 1977, 320 с.

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Цель практического занятия :закрепление теоретических знаний, полученных при изучении раздела “Гелиофизические и метеорологические фактора: микроклимат производственных помещений”, и формирование практических навыков расчета метеорологических условий в производственном помещении и гигиенической оценки параметров микроклимата.

Общие сведения:

Одним из основных условий эффективной производственной деятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях. Параметры микроклимата оказывают существенное влияние на терморегуляцию организма человека и могут привести кпереохлаждение или перегреву тела

Микроклимат производственных помещений - это климат внутренней среды этих помещений, определяемый действующими на организм человека факторами: сочетанием температуры воздуха, относительной влажности, скорости движения воздуха, интенсивности теплового облучения, температуры поверхности ограждающих конструкций (стены, пол, потолок, технологическое оборудование и т.д

Под рабочей зоной понимается пространство высотой до 2м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания рабочих.

Причиной ряда заболеваний является местное и общее охлаждение. Переохлаждение организма ведет к простудным заболеваниям: ангине, катару верхних дыхательных путей, пневмонии. Установлено, что при

переохлаждении ног и туловища возникает спазм сосудов слизистых оболочек дыхательного тракта.

Перегревание возникает при избыточном накоплении тепла в организме, которое возникает при действии повышенных температур. Основными признаками перегревания являются повышение температуры тела до 38°Си более, обильное потоотделение, слабость, головная боль, учащение дыхания и пульса, изменение артериального давления и состав крови, шум в ушах, искажение цветового восприятия

Тепловой удар – это быстрое повышение температуры тела 40°С и выше. В этом случае падает артериальное давление, потоотделение прекращается, человек теряет сознание.

Организм человека обладает свойством терморегуляции – поддержание температуры тела в определенных границах (36,1…37,2°С) Терморегуляция обеспечивает равновесие между количеством тепла, непрерывно образующегося в организме человека в процессе обмена веществ, теплопродукцией и излишком тепла, непрерывно выделяемого в окружающую среду, - теплоотдачей, т.е сохраняет тепловой баланс организма человека. Количество выделившейся теплоты меняется от 8Вт до 50 Вт.

Теплопродукция. Тепло вырабатывается всем организмом, но в наибольшей степени в мышцах и печени. В процессе работы в организме происходят различные биохимические процессы, связанные с деятельностью мышечного аппарата и нервной системы. Энергозатраты человека, выполняющего различную работу, могут быть классифицированы на категории.

Разграничение работ по категориям осуществляется на основе интенсивности общих энергозатрат организма: легкие физические работы, средние физические работы, тяжелые физические работы.

К категории 1а относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 139 Вт, выполняемые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

К категории 1б относятся работы с интенсивностью энергозатрат 140…174 Вт, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (в полиграфической промышленности, на часовом, швейном производствах, в сфере управления)

К категории 2а относятся работы с интенсивностью энергозатрат 233…232 Вт, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой, перемещением мелких изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения.

К категории 2б относятся работы с интенсивностью энергозатрат 233…290 Вт, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.

К категории 3 относятся работы с интенсивностью энергозатрат более 290 Вт, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий.

Теплоотдача. Количество тепла, отдаваемого организмом человека, зависит от температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Теплоотдача осуществляется путем радиации, конвекции, испарения пота и дыхания. Для человека, находящегося в состояние покоя и одетого в обычную комнатную одежду, соотношение составляющих теплоотдачи имеет следующие распределения, % радиацией – 45, конвекцией – 30, испарением и дыханием – 25.

Основное значение имеет регулирование теплоотдачи, так как она является наиболее изменчивой и управляемой. Комфортные тепло ощущения у человека возникают при наличии теплового баланса организма, а также при условии его некоторого нарушения. Это обеспечивается тем, что в организме человека имеется некоторый резерв тепла, который используется им в случае охлаждения. Этот потенциальный запас тепла составляет в среднем 8360 кДж и находится главным образом во внешних слоях тканей организма на глубине 2-3

см от кожи. При известном уменьшении запаса тепла у человека появляются субъективно ощущения «прохлады», которые, если охлаждение продолжается, сменяются ощущениями «холодно», «очень холодно»

Действующими нормативными документами, регламентирующими метеорологические условия производственной среды, являются ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Этими документами установлены влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений с учетом избытков явного тепла, тяжести выполняемой работы и сезонов года.

В соответствии с вышеуказанным стандартом теплым периодом года считается сезон, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха +10 °С.

Допустимыми считаются такие параметры микроклимата, которые при длительном воздействии могут вызывать напряжения реакции терморегуляции человека, но к нарушению состояния здоровья не приводят.

Оптимальными являются такие микроклиматические параметры, которые не вызывают напряжения реакций терморегуляции и обеспечивают высокую работоспособность человека.

Расчет показателей микроклимата базируются на опытных данных о давлении, температуре и скорости движения воздуха на рабочем месте полученных при замерах на нем с помощью соответствующих приборов

Показатели микроклимата вычисляются в следующей последовательности:

1. Атмосферное давление В, Па, на рабочем месте, измеренное с помощью барометра-анероида БАММ-1

$$B = B_п + B_ш + B_т + B_д , \qquad (3.1)$$

где В– исправленное значение замеренного давления, Па; Вп – отсчет по прибору, Па; Вш – шкаловая поправка;Вт – температурная поправка, равная произведению температуры прибора на удельную температуру поправки прибора; Вд – добавочная поправка, Па.



Рис. 3.1 Барометр-анероид «БААМ-1»

Барометр-анероид «БААМ-1» измеряет атмосферное давление в наземных условиях в диапазоне температур от 0 до +40 С° и при относительной влажности воздуха более 80%

2. Температура воздушной среды измеряется с помощью ртутных или спиртовых термометров, а также с помощью термографов, обеспечивающих непрерывную запись температуры на ленте за определенный период времени. Температуру воздушной среды можно измерить также с помощью психрометров и термометров

3. Влажность воздуха – абсолютная и относительная определяется с помощью психрометров. Психрометр состоит из сухого и влажного термометров. Резервуар влажного термометра покрыт тканью, которая опущена в мензурку с водой. Испаряясь, вода охлаждает влажный термометр, поэтому его показания всегда ниже показания сухого.

Психрометры бывают типа Августа (Рис 3.2) и переносными, типа Ассмана (Рис 3.3). Психрометр Ассмана является более совершенным и точным прибором по сравнению с психрометром Августа. Принцип его устройства тот же, но термометры заключены в металлическую оправу, шарики термометра находятся в двойных металлических гильзах, а в головке прибора помещается вентилятор с постоянно скоростью 4 м/с.

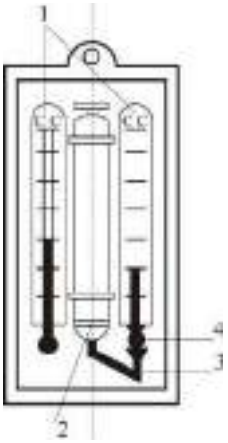


Рис. 3.2 Психрометры Августа

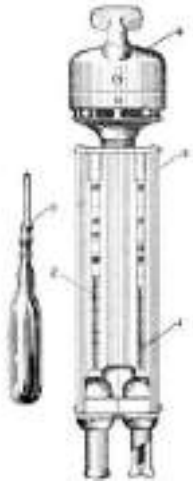


Рис. 3.3 Психрометр Ассмана

Влажность воздуха может быть рассчитана: 1) по давлению водяного пара, находящегося в воздухе или 2) по плотности водяного пара

При первом способе сначала определяется давление водяного параЮ находящегося в воздухе при данной температуре

$$P_{в.п} = P_{н.в} - c(T_c - T_B)B \quad (3.2)$$

где Рн.в– давление насыщенного водяного пара при температуре tв, зафиксированной влажным термометром, Па;с–коэффициент психрометра, зависящий от скорости движения воздуха около шарика мокрого термометра (при скорости движения воздуха до 4 м/с принимают с = 0.00074, свыше 4 м/с – 0,00066) tc и tв – температура сухого и влажного термометра,В–

барометрическое давление воздуха в момент измерения температур психрометром, Па

Определив порациональнее давление водяного пара, находят относительную влажность воздуха

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%, \quad (3.3)$$

где $P_{н.с}$– давление насыщенного водяного пара при температуре t_c, зафиксированной влажным термометром,

При расчете влажности воздуха по плотности водяного пара определяются:

а) абсолютная влажность воздуха (масса водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре)

$$F = \frac{(1000 * P_{в.п})}{(461{,}5(273 + t_c))}, \quad (3.4)$$

где 461,5 – удельная газовая постоянная водяного пара Дж/(кг *К);

б) максимальная абсолютная влажность воздуха

$$A_{max} = \frac{1000 * P_{н.с}}{461{,}5 * (273 + t_c)}, \quad (3.5)$$

в) относительная влажность воздуха φ

$$\varphi = \frac{A}{A_{max}} * 100, \quad (3.6)$$

Таблица 3.0

Давление насыщенного водяного пара Р, Па при температуре воздуха

t, С	Р, Па	t, С	Р, Па	t, С	Р, Па	t, С	Р, Па
0	611	10	1228	20	2328	30	4242
1	657	11	1312	21	2486	31	4493
2	705	12	1403	22	2644	32	4754
3	759	13	1497	23	2809	33	5030
4	813	14	1599	24	2894	34	5320
5	872	15	1705	25	3168	35	5624
6	935	16	1817	26	3361	36	5941

7	1001	17	1937	27	3565	37	6275
8	1073	18	2064	28	3780	38	6625
9	1148	19	2197	29	4005	39	6991

Значение относительной влажности φ, найденного описанными способами, может быть проверено по данным психометрической таблицы

4. Скорость движения воздуха измеряется с помощью крыльчатых или чашечных анемометров (Рис 3.4). Крыльчатый анемометр принимается для измерения скорости воздуха до 10 м/с, а чашечный – до 30м/с. Принцип действия анемометров обоих типов основан на том, что частоты вращения крыльчатки тем больше, чем больше скорость движения воздуха. Вращение крыльчатки передается на счетный механизм. Разница в показаниях до и после измерения, деленная на время наблюдения, показывает число делений в 1 с. Специальный тарировочный паспорт, предлагаемый к каждому прибору позволяет по вычисленной величине делений определить скорость движения воздуха.



Рис 3.4 Чашечный анемометр

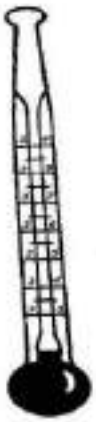


Рис. 3.5 Кататермометр

Скорость движения воздуха в интервале величин от 0.1 до 0.5 м/с можно определить с помощью кататермометра (Рис.3.5). Шаровой кататермометр представляет собой стартовый термометр с двумя резервуарами: шаровым внизу и цилиндрическим вверху. Шкала кататермометра имеет давление от 31 до 41 градуса. Для работы с этим прибором его предварительно нагревают на водяной бане, затем вытирают насухо и помещают в исследуемое место. По величине падения столба спирта в единицу времени на кататермометре при его охлаждении судят о скорости движения воздуха. Для измерения малых скоростей (от 0.03 до 5 м/с) при температуре в производственных помещениях не ниже 10С применяется термоанемометр. Это электрический прибор на полупроводниках, принцип его действия основан на измерении величины сопротивления датчика при изменении температуры и скорости движения воздуха.

Таблица 3.1

Значения относительной влажности

t_c °C	Разность показаний сухого и влажного термометров t_c - t_b °C									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Относительная влажность φ, %									
0	100	81	63	45	28	11				

1	100	83	65	48	32	16				
2	100	84	68	51	35	20				
3	100	84	69	54	39	24	10			
4	100	85	70	56	42	28	14			
5	100	86	72	58	45	32	19	6		
6	100	86	73	60	47	35	23	10		
7	100	87	74	61	49	37	26	14		
8	100	87	75	63	51	40	29	18	7	
9	100	88	76	64	53	42	31	21	11	
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5

Продолжение табл. 3.1

11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41

28	100	93	85	78	71	65	59	52	48	42
29	100	93	86	79	72	66	60	54	49	43
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44

Скорость движения воздуха V, м/с , при замере ее анемометром АСО-3 подсчитывается по формуле

$$V = an + b, \quad (3.7)$$

где n число делений в 1 с; $n = \frac{n_к - n_н}{t_{зам}}$; $n_н$ и $n_к$ – начальный и конечный отсчеты по анемометру; t зам – продолжительность замера по прибору.

При выполнении настоящего практического занятия рекомендуется использовать формулу:

$$V = 0{,}45n + 0{,}01$$

5. Гигиеническая оценка результатов расчета параметров микроклимата: производится по санитарным нормам, приведенным в ГОСТ 12.1.005-88.

Таблица 3.2

Оптимальные нормы температуры, относительно влажности и скорости движения воздуха по рабочей зоне производственных помещений

Период Года	Категория Работ	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха м/с не более
Холодный (температура наружного воздуха ниже +10°С)	Легкая – 1	22-24	40-60	0,1
	Легкая – 1б	21-23	40-60	0,1
	Средней тяжести – Па	18-20	40-60	0,2
	Средней тяжести – Пб	17-19	40-60	0,2
	Тяжелая – III	16-18	40-60	0,3

Теплый (температура наружного воздуха +10°С и выше)	Легкая – 1а	23-25	40-60	0,1
	Легкая – 1б	22-24	40-60	0,2
	Средней тяжести – Па	21-23	40-60	0,3
	Средней тяжести – Пб	20-22	40-60	0,3
	Тяжелая - III	18-20	40-60	0,4

Пример расчета:

Исходный данные: B_n= 87937 Па,$B_ш$ = -50 Па, t_c = 22 °С, t_c = 16 °С, $\Delta t = -\frac{10Па}{°С}$, $B_д$= +100 Па, $n_н$=6000, t зам= 200с, период года – теплый.

Решение:

1. Атмосферное давление на рабочем месте (при температурной поправке)

$$B_т = t_c * \Delta t = 22(-10) = -220\ Па$$

$$B = B_n + B_ш + B_т + B_д = 87837 - 50 - 220 + 110 = 87667\ Па.$$

2. Скорость движения воздуха по исходным данным, полученным при помощи анемометра АСО-3. При числе давлений в 1с

$$n = \frac{n_к - n_н}{t_{зам}} = 6040 - \frac{6000}{200} = 0{,}2\ дел/с$$

Скорость движения воздуха составляет;

$$V=0{,}45n + 0{,}01 = 0{,}45 * 0{,}2 + 0{,}01 = 0{,}10\ м/с$$

3. Относительная влажность воздуха по давлению водяного пара. При давлении насыщенного водяного пара при температуре сухого термометра Рн.с = 2644 Па и температуре влажного термометра Р н.в = 1817 Па и парциальном давлении водяного пара в воздухе:

$$P_{в.п} = P_{н.в} - C(t_c - t_в) * B = 1817 - 0{,}00074 * (22 - 16) * 87837 = 1427\ Па$$

относительная влажность воздуха:

$$\varphi = \frac{P_{в.п}}{P_{н.с}} 100 = \frac{1427}{2644} 100 = 54\%$$

3б. Относительная влажность воздуха по плотности (массе) водяного пара. При абсолютной влажности воздуха:

$$A = \frac{1000 * P_{в.п}}{461{,}5(273 + t_c)} = \frac{1000 * 1527}{461{,}5(273 + 22)} = 10{,}48 \text{ г/м}^3$$

И максимальной влажности воздуха:

$A_{max} = \frac{1000 * P_{н.с}}{461{,}5(273+t_c)} = \frac{1000*2644}{461{,}5(273+22)} = 19{,}42 \text{ г/м}^3$относительная влажность воздуха равна:

$$\varphi = \frac{A}{A_{max}} 100 = \frac{10{,}48}{19{,}42} 100 = 54\%$$

3в. Правильность произведенных подсчетов φ подтверждают данные таблицы. При разности показаний сухого и влажного термометров Тс – Тв = 22 – 16 = 6 ℃ относительная влажность воздуха φравна 54%

Варианты заданий

Для выполнения задания даются следующие показатели: отсчет по барометру Вп Температура воздуха по сухому (Тс) и влажному (Тв) термометрам психрометра, начальный (Nн) и конечный (Nк) отсчеты по анемометру, продолжительность замера скорости движения воздуха Тзам, период года (холодный, теплый) Для отсчета скорости движения воздуха использовать формулу

$$V = 0{,}45n + 0{,}01$$

Интенсивность теплового излучения на рабочем месте полагать равной 50 Вт/м^2. Числовые значения исходных данных приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Числовые значения поправок к барометру

вариант	Вв, Па	Вш, Па	$\Delta t, Па/°С$	Ва, Па	Тс, °С	Тв,°С	Nн	Nк	Т зам, °С	Период года
1	110146	-100	-10	+100	23	18	6000	6246	140	Холодный
2	105752	-100	-10	+100	22	16	6107	6138	155	То же
3	97989	+75	-10	+100	18	13	6357	6407	160	То же
4	90498	+25	-10	+100	17	11	6841	6909	170	То же
5	94232	+150	-10	+100	16	11	6944	7051	200	То же
6	103379	-50	-10	+100	24	17	6107	6387	150	Теплый
7	107509	-100	-10	+100	23	17	6305	6696	187	То же
8	89371	0	-10	+100	22	15	6421	6501	190	То же
9	94263	+150	-10	+100	20	15	6725	6830	175	То же
10	96946	+100	-10	+100	19	12	6100	6176	11	То же

Порядок выполнения работы

1. Расчет и оформление практической работы провести в соответствии с примером расчета. Варианты заданий определяются пр-ем.

2. Результаты расчетов микроклимата на рабочем месте в производственном помещении занести в таблицу.

Таблица 3.4

Пример заполнения таблицы

Температура воздуха		Относительная влажность %		Скорость движения воздуха	
Фактическая данная	Оптимальная по нормам	Фактическая рассчитанная	Оптимальная по нормам	Фактическая рассчитанная	Оптимальная по нормам

3. На основании полученных результатов определить категорию работ, в соответствии с периодом года.

4. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под микроклиматом производственных помещений?
2. Опишите характер действия климатических факторов на организм человека.
3. В чем состоит нормирование воздействий климатических факторов на человека?
4. Как определяют давление, температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха?
5. Назовите способы и средства нормализации микроклимата на рабочих местах.

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЙ И БОРЬБА С ИЗБЫТОЧНЫМ ТЕПЛОМ В ШАХТАХ

Цель практического занятия - закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Комфортные условия жизнедеятельности», и овладение методикой расчета тепловыделений в выработки глубоких шахт и выбора технических решений по борьбе с избыточным теплом.

Общие сведения. Климатические условия в подземных выработках, особенно в глубоких шахтах, как правило, отличаются от климатических условий на земной поверхности. Микроклимат горных выработок (т. е. действующее в них на организм человека сочетание температуры, влажности, скорости движения воздуха, его давления и температуры окружающих поверхностей) в значительной степени зависит от теплообменных процессов, происходящих на пути движения воздуха. Под воздействием этих процессов температура шахтного воздуха в выработках существенно повышается с увеличением глубины ведения горных работ.

Нагревание воздуха, движущегося по горным выработкам, происходит в результате:

- теплообмена между потоком шахтного воздуха и окружающим выработки массивом горных пород, т. е. охлаждения пород;
- естественного адиабатического сжатия воздуха при движении его вниз по вертикальным и наклонным выработкам;
- изменения содержания влаги в воздухе;
- теплообмена между воздухом и подземной водой, текущей по выработкам;
- окисления угля, угольной пыли, сульфидных руд, крепежного леса и некоторых других веществ;
- охлаждения отбитых и транспортируемых масс угля и породы;
- работы горных машин и механизмов;
- выделения тепла осветительными установками, электрическими кабелями, трубопроводами сжатого воздуха, телом человека, а также действия других второстепенных факторов.
- Вызванное перечисленными факторами приращение температуры шахтного воздуха (оС = К), может быть определено из выражения

$$\Delta t = \frac{\Sigma Q_i}{C_p \rho V}, \qquad (4.1)$$

где $\sum Q_i$ - суммарное количество теплоты, идущее на нагревание воздуха, кДж/ч; C_p - удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/(кг·К); ρ - плотность воздуха, кг/м^3; V - объемный расход воздуха, м^3/ч.

Шахтный воздух уже при температуре свыше 25 °С оказывает отрицательное тепловое воздействие на физиологию и гигиену труда подземных рабочих. При задержке отдачи телом человека накопившегося в нем тепла возникает перегрев организма, осложняющий протекание жизненных процессов. Чрезмерный перегрев организма вызывает ухудшение самочувствия человека, приводит к серьезным заболеваниям (в наиболее тяжелых случаях - к

тепловому удару, или стрессу, или даже к смерти), увеличивает вероятность травматизма, снижает производительность труда.

Изменение температуры воздуха (и других параметров микроклимата) в подземных выработках оказывает влияние также на физико-механические свойства горных пород и на безопасное состояние сооружений и выработок.

Расчет выделения теплоты в выработки глубоких шахт ведется по следующим зависимостям.

1. Тепловыделение при охлаждении горных пород. Количество теплоты $Q_{охл}$, кДж/ч, выделяющееся вследствие охлаждения окружающих выработку горных пород, описывается уравнением Ньютона для конвективного теплообмена

$$Q_{охл} = K_{\tau} P l (t_{п} - t_{в}), \qquad (4.2)$$

где K_{τ} - коэффициент нестационарного теплообмена между массивом горных пород и воздухом, кДж/(м^2·ч·К) (рассчитывается по формуле, приводимой ниже); P и l - периметр и длина выработки, м; $t_{п}$ - естественная температура неохлажденных пород на данной глубине, (°С = K, расчет приводится ниже); $t_{в}$= $t_{пб}$ - допустимая температура воздуха в выработке, °С (принимается согласно Правилам безопасности).

Коэффициент K_{τ}, кДж/(м^2·ч·К) определяется по формуле

$$K_{\tau} = \frac{\lambda}{1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 R_э}} \cdot \left[\frac{1}{2R_э} + \frac{1}{\sqrt{\pi a \tau (1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 R_э})}} \right], \qquad (4.5)$$

где λ - коэффициент теплопроводности породы, кДж/(м·ч·К) (принимается по табл. 3.1); α_0 - суммарный коэффициент теплоотдачи от стен шахтной выработки к воздуху, кДж/(м^2·ч·К) (расчет ниже); $R_э$ - эквивалентный радиус выработки, м: $R_э = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = 0.564\sqrt{S}$, a - коэффициент температуропроводности

породы, м^2/ч: $\alpha = \frac{\lambda}{c_п \cdot \rho_п}$ (принимается по табл. 3.1); $c_п$ - удельная теплоемкость породы, кДж/(кг·К) (принимается по табл. 3.1); $\rho_п$ - плотность породы, кг/м^3 (принимается по табл. 3.1); τ - расчетное время процесса теполообмена, ч (например, при длительности процесса теплообмена 4 года значение τ = 4·365·24 = = 35040 ч).

Таблица 4.0

Тепловая характеристика пород

Порода	ρ, кг/м^3	$c_п$, кДж/(кг·К)	λ, кДж/(м·ч·К)	a, м^2/ч
Песчаник (Центральный Донбасс)	2475	0,854	9,211	0,00436
Глинистые и песчанистые сланцы (там же)	2450	0,904	6,363	0,00287
Уголь (там же)	1225	1,184	1,051	0,00073
Бурый уголь (Челябинский бассейн)	1210	1,130	0,913	0,00067
Каменный уголь (Карагандинский бассейн)	1275	1,055	0,963	0,00072
Углистый сланец	1765	1,021	3,006	0,00167
Глинистый сланец	2433	0,992	3,354	0.00139
Змеевик	2690	0,950	5,694	0,00223
Гранит	2722	0,917	7,972	0.00319
Серный колчедан (Дегтярское месторождение)	4620	0,908	15,010	0,00358
Медный колчедан (там же)	4716	0,862	15,165	0,00373

Суммарный коэффициент теплоотдачи с поверхности горной выработки α_0, кДж/(м^2·ч·К), находится их выражения

$$\alpha_0 = \alpha_к + \alpha_и,$$

где $\alpha_к$ - конвективный коэффициент теплоотдачи от стен выработки к воздуху, кДж/(м^2·ч·К)

$$\alpha_к = 2{,}9 \cdot 4{,}1868 \frac{V^{0.8}}{Д_э^{0,2}} = 12{,}14 \frac{V^{0.8}}{Д_э^{0,2}}$$

где v - скорость движения воздуха в выработке, м/с; $Д_э$ - эквивалентный диаметр выработки, м: $Д_э = \frac{4S}{P}$; $\alpha_и$ - коэффициент, учитывающий испарения влаги с мокрых стен выработки, кДж/(м^2·ч·К)

$\alpha_и = 1{,}3\beta \cdot r$,

где β - коэффициент массоотдачи (коэффициент испарения), кг/(м^2·ч·К), принимается равным 0,01 - для стволов, 0,15 - для капитальных выработок, 0,03 - для лав; r - теплота парообразования воды, принимается r = 2256 кДж/кг.

Температура горных пород в массиве $t_п$, ºС, на заданной глубине H, м, от земной поверхности определяется по формулам:

$$t_п = h \cdot t_н + \frac{H - H_0}{Г_{ст}} \text{ или } t_п = h \cdot t_н + (H - H_0)\delta, \qquad (4.6)$$

где $t_п$ - температура пород нейтрального слоя (зоны с постоянной температурой пород) в данной местности; принимается примерно равной среднегодовой температуре воздуха на земной поверхности в данном районе, ºС; $t_н$ = 8,5; 2,5; 2,5; 3,0 °С для условий соответственно Донбасса, Кузбасса, Караганды и Мосбасса; H_0 - глубина (толщина) нейтрального слоя, м: H_0 = 20-40 м; $Г_{ст}$ - геотермическая ступень данного района, м/ºС: в среднем $Г_{ст}$ составляет для угольных месторождений 30–40 м/ ºС, рудных 50-140 м/ ºС, нефтяных 15-20 м/ ºС; δ - геотермический градиент, ºС/м.

2. Тепловыделение при сжатии воздуха. Количество теплоты $Q_{сж}$, кДж/ч, выделяющееся при движении воздуха вниз по вертикальным и наклонным выработкам, определяется выражением

$$Q_{сж} = 9{,}81 \cdot \rho \frac{V_в \cdot H}{1000} = 0{,}00981 \cdot \rho \cdot V_в \cdot H, \qquad (4.7)$$

где ρ - плотность воздуха, кг/м^3; $V_в$ - количество воздуха, проходящего по выработке (объемный часовой расход воздуха), м^3/ч: $V_в = 3600 \cdot v \cdot S$;

v - скорость движения воздуха в выработке, м/с; S - площадь поперечного сечения выработки, м^2; H - глубина расположения выработки, м; для наклонной выработки

$$H = l_н \cdot sin\,\psi, \tag{4.8}$$

где $l_н$ - длина наклонной выработки; ψ - угол наклона выработки, град.

3. Тепловыделение при окислительных процессах. Количество теплоты $Q_{ок}$, кДж/ч, образующееся при окислении угля, угленосных сланцев, сульфидных руд и древесины, подсчитывается по формуле А. Ф. Воропаева

$$Q_{ок} = q_{ок} \cdot V^{0,8} \cdot P \cdot l, \tag{4.9}$$

где $q_{ок}$ - тепловыделение в результате окислительных процессов, приведенное к скорости движения воздуха в выработке, V = 1 м/с, кДж/(м^2·ч); $q_{ок}$ можно принимать равным 12-21 кДж/(м^2·ч).

4. Тепловыделение от местных источников. К местным источникам теплоты относят электродвигатели, трансформаторы, светильники, электрические кабели, трубопроводы сжатого воздуха, пневматические двигатели, другие тепловыделяющие машины, механизмы и устройства, а также работы, производимые с применением бетона на участке выработки или в призабойной зоне, когда тепло выделяется при его отвердении.

Расчетные формулы для определения количества теплоты от местных источников имеют следующий вид:

4.1. Тепловыделение при работе ***электродвигателей*** горных машин и освещения $Q_{эд}$, кДж/ч

$$Q_{эд} = \frac{3600 \cdot N_{потр} \cdot k_з}{\eta_э}, \tag{4.10}$$

где $N_{потр}$ - потребляемая мощность электродвигателей и осветительных установок, кВт; $k_з$ - коэффициент загрузки оборудования во времени: $k_з$ = 0,8; $\eta_э$ - к. п. д. электродвигателя: $\eta_э$ = 0,95.

4.2. Тепловыделение в выработку (ствол, уклон, бремсберг и др.) при эксплуатации ***лебедок*** $Q_л$, кДж/ч:

- при подъеме груза лебедкой $Q_{лп} = 3600 \cdot N_л \cdot k_з(1 - \eta_м)$;

- при спуске груза лебедкой $Q_{лс} = 3600 \cdot N_л \cdot k_з$.

где $N_л$ - установленная мощность электродвигателя лебедки, кВт; $\eta_м$ - механический к. п. д.: $\eta_м = 0,8$.

4.3. Тепловыделение при работе ***трансформатора*** $Q_{тр}$, кДж/ч

$$Q_{тр} = 3600 \cdot N_{тр} \cdot p_{тр}, \quad (4.11)$$

где $N_{тр}$ - мощность трансформатора, кВт; $p_{тр}$ - тепловые потери трансформатора: $p_{тр} = 0,04 \div 0,05$.

4.4. Тепловыделение при затвердевании монолитной ***бетонной крепи*** $Q_б$, кДж/ч

$$Q_б = q_б \cdot P \cdot l_ц, \quad (4.12)$$

где $q_б$ - удельное выделение теплоты при отвердевании бетона, кДж/(м^2·ч); принимается $q_б = 200 \div 400$ кДж/(м^2/ч); P - периметр выработки, м; $l_ц$ - длина участка бетонирования, контактирующего с вентиляционной струей за один цикл проходки, м.

4.5. Тепловыделение при ***взрыве ВВ***. В выработке большого сечения при использовании более 100 кт ВВ тепловыделение при взрыве $Q_{взр}$, кДж/ч, рассчитывается по формуле

$$Q_{взр} = 0,8 \cdot q_{взр} \cdot m_з, \quad (4.13)$$

где $q_{взр}$ - удельное тепловыделение при взрыве 1 кг ВВ, кДж/кт; $m_з$ - масса заряда, кг.

Таблица 4.1

Рекомендуемые значения $q_{взр}$ для применяемых ВВ

Аммонит ПЖВ-20	3360		Аммонит АП-5ЖВ	3780

Угленит Э-6	2570		Аммонит скальный №1	5400
Победит ВП-4	3810		Аммонит № 6 ЖВ	4290
Аммонит АП-4ЖВ	3560		Игданит	3790

4.6. Тепловыделение при работе шахтных ***вентиляторов*** происходит в результате работы электродвигателя, внутренних потерь энергии в вентиляторе и аэродинамического сжатия воздуха. Количество теплоты $Q_{вен}$, кДж/ч, поступающее в выработку при работе вентилятора, выражается формулой

$$Q_{вен} = 3600 \cdot V_{вс} \frac{h_в}{1000\eta_{ву}} = 3{,}6 \cdot V_{вс} \frac{h_в}{\eta_{ву}}, \quad (4.14)$$

где $V_{вс}$ - количество воздуха, проходящего по выработке (секундный расход), м^3/с; $h_в$ - депрессия выработки, Па;

$$h_в = \alpha_в \cdot P \cdot l \frac{v^2}{S}, \quad (4.15)$$

где $\alpha_в$ - коэффициент аэродинамического сопротивления трения выработки, Н·с^2/м^4 = Па· с^2/м^2; P, l, S - периметр, длина и площадь поперечного сечения выработки, м, м, м^2; v - средняя скорость движения воздуха по выработке, м/с;

$$\eta_{ву} = \eta_в \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_п, \quad (4.16)$$

$\eta_в$ = 0,6÷0,8; $\eta_{дв}$ = 0,85÷0,95 и $\eta_п$ - к. п. д. соответственно вентиляторной установки, вентилятора, двигателя и редукторной ($\eta_п$ = 1) или ременной ($\eta_п$ = = 0,9÷0,95) передач.

Подставляя (4.15) в (4.16) и учитывая, что

$$V_{вс} = v \cdot S \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.17)$$

получим (кДж/ч)

$$Q_{вен} = 3{,}6 \cdot \alpha_в \cdot P \cdot l \frac{v^3}{\eta_{ву}}. \quad (4.18)$$

4.7. Тепловыделение при работе ***людей*** $Q_л$, кДж/ч

$$Q_л = q_л \cdot n_л, \quad (4.19)$$

где $q_л$ - количество теплоты, выделяемое работающим человеком, кДж/ч·чел $q_л$ = 1050÷2500 кДж/ч·чел.; $n_л$ - число одновременно работающих людей в выработке.

5. Общее тепловыделение в выработку $Q_{общ}$, кДж/ч, находится суммированием всех частных выделений теплоты

$$Q_{общ} = \sum_{i=1}^{n} Q_i \quad (4.20)$$

Способы искусственного охлаждения шахтного воздуха

Целью искусственного охлаждения шахтного воздуха является отвод определенного («излишнего») количества теплоты от него при помощи охлаждающего вещества. Тепло от воздуха можно отвести путем соприкосновения последнего с какой-либо холодной поверхностью или путем смешения его с газообразной струей, имеющей температуру ниже температуры воздуха.

Борьба с избыточным выделением теплоты в горные выработки ведется по нескольким направлениям:

- предохранение воздуха от нагревания при его движении к местам потребления;
- охлаждение воздуха без применения специальных холодильных машин;
- охлаждение воздуха с применением холодильных машин (кондиционирование).

Способы предупреждения нагревания шахтного воздуха включают в себя следующее:

- увеличение количества подаваемого в выработки воздуха путем повышения мощности вентиляторных установок, увеличения скорости движения воздуха, расширения сечений воздухоподающих выработок;

- замена машин с электроприводам машинами с пневматическим приводом;
- тепло- и гидроизоляция стен выработок;
- теплоизоляция и тщательное уплотнение воздухоподающих трубопроводов;
- предупреждение возникновения интенсивных окислительных процессов;
- сокращение пути движения воздуха к местам потребления путем выбора соответствующей схемы проветривания, проведения дополнительных выработок и скважин;
- подача воздуха к местам потребления по специально пройденным выработкам, где скорость движения воздуха может быть существенно увеличена;
- замена восходящего проветривания очистных выработок нисходящим проветриванием (при соблюдении соответствующих требований ПБ).

Для предотвращения нагревания воздуха без применения холодильных машин используются следующие способы:

- осушение воздуха сорбентами, т. е. веществами, способными поглощать влагу из воздуха (например, хлористым кальцием);
- охлаждение воздуха льдом;
- охлаждение воздуха жидким воздухам, при испарении которого поглощается значительное количество теплоты;
- охлаждение воздуха сжатым воздухам (например, от пневмо-кондиционеров);
- охлаждение воздуха водой: путем непосредственного соприкосновения охлаждающей воды с воздухом либо через поверхность труб, где воздух охлаждается в специальных теплообменниках;

- пропускание воздуха через тепловыравнивающие каналы путем подвода воздуха к стволу по горизонтальным выработкам, пройденным на глубине среднегодовой температуры.

Наиболее эффективным является искусственное охлаждение воздуха в системах кондиционирования: в компрессорных и абсорбционных холодильных установках. Холодильные установки бывают передвижные и стационарные. Передвижные установки предназначены для охлаждения воздуха в тупиковых выработках или в отдаленных очистных забоях. Стационарные установки располагаются как на земной поверхности, так и в подземных условиях.

Хладопроизводительность (холодильная мощность) **отечественных шахтных холодильных агрегатов и кондиционеров составляет:**

- передвижных кондиционеров ВК-230 - 230 кВт, КПШ-3 – 105 кВт, КПШ-40 - 47 кВт, КПШ-40П с пневмоприводом - 52 кВт;
- турбокомпрессионных холодильных машин ШХТМ-1300 - 1500 кВт, ХТМФ-235М-2000 - 2325 кВт, ХТМФ-248-4000 - 4650 кВт;
- поршневой холодильной машины МФ-220-1РШ - 255 кВт;
- абсорбционной холодильной машины АБХА-2500-2В – 2800 кВт.

Для стационарной работы на поверхности используются машины ХТМФ-235-2000, ХТМФ-248-4000, АБХА-2500-2В, а машины ШХТМ-1300 и МФ-220-1РШ устанавливаются на глубоких горизонтах.

Охлаждение шахтного воздуха с применением холодильных машин становится необходимым, когда общее тепловыделение в выработку $Q_{общ}$ превышает тепловыделение в нее, допускаемое Правилами безопасности, $Q_{пб}$, т. е. при условии

$$Q_{общ} > Q_{пб}.$$

Поскольку эти количества теплоты описываются формулами:

$$Q_{общ} = c_р \cdot \rho \cdot V_{теп} \cdot (t_{пб} - t_н) \text{ и } Q_{пб} = c_р \cdot \rho \cdot V_в \cdot (t_{пб} - t_н),$$

то критерий необходимости кондиционирования воздуха в выработке может быть записан в виде соотношения

$$V_{теп} > V_в,$$

где $V_{теп}$ - количество воздуха, которое необходимо подать в выработку по тепловому фактору без охлаждения воздуха, м^3/ч;

$$V_{теп} = \frac{Q_{общ}}{c_р \cdot \rho \cdot \Delta t'} \quad (4.21)$$

где $c_р$ - удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/(кг·К) $c_р$ = 0,241 ккал/(кг·К)·4,1868 кДж/ккал = 1,009 кДж/(кг·К); ρ - плотность воздуха, кг/м^3; Δt - перепад температур между выходящим (отработанным) и входящим (свежим) воздухам, проходящим по выработке, К (°С):

для стволов $\Delta t = t_в - t_н$, для подземных выработок $\Delta t = t_п - t_в$.

При необходимости кондиционирования воздуха следует выбрать тип кондиционера, рассчитать потребное количество кондиционеров и проверить правильность их установки.

Требуемая хладопроизводительность кондиционера $N_к'$, кВт, находится по формуле

$$N_к^/ = \frac{c_h \cdot \rho \cdot V_d (t_н - t_{пб})}{3600} \quad (4.22)$$

К установке принимают кондиционер хладопроизводительностью

$$N_К \geq N_К^/$$

При установке кондиционера в выработке (обычно одного) температура смеси за кондиционером $t_{см}$, °С (=К), определяется соотношением

$$t_{см} = t_п - 3600\frac{N_К}{C_р \cdot \rho \cdot V_в} \quad (4.23)$$

Достаточность установки кондиционера проверяется по условию

$$t_{см} < t_в$$

Если $t_{см} > t_в$, то необходимо установить более мощный кондиционер.

Пример расчета. Исходные данные:

выработка - ствол шахты,

$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 38{,}5$ м^2,

$r_э = 3{,}5$ м,

$d = d_э = 7$ м,

$P = \pi \cdot d = 22$ м,

$l = H = 1200$ м,

$\alpha = 0^o$,

$H_0 = 20$ м,

$\delta = \frac{1}{\Gamma_{ст}} = 0{,}035$ м/^{o}C,

порода - песчаник,

$\rho_п = 2400$ кг/м^3,

$c_п = 0{,}858$ кДж/(кг·К),

$\lambda = 9{,}21$ кДж/(м·ч·К),

$a = \frac{\lambda}{c_п \cdot \rho_п} = 0{,}00477$ м^2/ч,

v = 2 м/с,

$\tau = 7$ лет $= 7 \cdot 365 \cdot 24 = 61320$ ч,

$t_н = 8{,}5$ ^{o}C,

$t_в = t_{пб} = 24$ ^{o}C,

$N_{потр} = 100$ кВт,

$N_п = 90$ кВт,

$\alpha_б = 0{,}0040$ кгс·с^2/м^4 =

$= 0{,}0392$ Па· с^2/м^2,

$N_{тр} = 100$ кВт,

$n = 7$ человек.

Для обеспечения возможности выполнения расчета тепловыделений по приведенным выше формулам принимаем дополнительно следующие данные (параметры):

$\beta = 0{,}01$ кг/(м^2·ч·К),

$r = 2256$ кДж/кг,

$\rho = 1{,}25$ кг/м^3,

$q_{ок} = 16$ кДж/(м^2·ч),

$\kappa_з = 0{,}8$,

$\eta_{дв} = 0{,}95$,

$P_{тр} = 0{,}05$,

$q_б = 200$ кДж/(м^2·ч),

$l_ц = 5$ м,

$q_п = 2000$ кДж/(ч·чел),

$\eta_{ву} = \eta_у \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_п = 0{,}7 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}95 = 0{,}56$,

$c_р = 1{,}009$ кДж/(кг·К).

Подсчитываем количества теплоты, выделяющиеся в выработку.

1. Тепловыделение при охлаждении горных пород

$$\alpha_k = 12.4 \cdot \frac{V^{0.8}}{d_э{}^{0.2}} = 12.4 \cdot \frac{2^{0.8}}{7^{0.2}} = 14.32, \text{кДж/(м}^2\text{·ч·К;}$$

$$\alpha_и = 1.3 \cdot \beta \cdot r = 1{,}3 \cdot 0{,}001 \cdot 2256 = 29{,}33, \text{ кДж/(м}^2\text{·ч·К);}$$

$$\alpha_0 = \alpha_k + \alpha_и = 14{,}32 + 29{,}33 = 43{,}65, \text{ кДж/(м}^2\text{·ч·К);}$$

$$K_т = \frac{\lambda}{1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 \cdot R_э}} \cdot \left[\frac{1}{2R_э} + \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot a \cdot \tau}\left(1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 \cdot R_э}\right)}\right] =$$

$$\frac{9{,}211}{1+\frac{9{,}211}{2 \cdot 43{,}65 \cdot 3{,}5}} \cdot \left[\frac{1}{2 \cdot 3{,}5} + \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot 0{,}00447 \cdot 61320}\left(1+\frac{9{,}211}{2 \cdot 43{,}65 \cdot 3{,}5}\right)}\right] = 1{,}57,$$

кДж/(м^2·ч·К);

$$t_п = t_Н + (H - H_0)\delta = 8{,}5 + (1200 - 20)0{,}035 = 50\ °C;$$

$$Q_{охл} = K_т \cdot P \cdot l(t_п - t_в) = 1{,}57 \cdot 22 \cdot 1200(50 - 24) = 107764 \text{ кДж/ч.}$$

2. Тепловыделение при сжатии шахтного воздуха

$$V_и = 3600 \cdot v \cdot S = 3600 \cdot 2 \cdot 38{,}5 = 277200 \text{ м}^3\text{/ч;}$$

$$Q_{сж} = 0{,}00981 \cdot \rho \cdot V_В \cdot H = 0{,}00981 \cdot 1.25 \cdot 277200 \cdot 1200 = 4078998$$

кДж/ч.

3. Тепловыделение при окислительных процессах

$$Q_{ок} = q_{ок} \cdot V^{0,8} \cdot P \cdot l = 16 \cdot 2^{0,8} \cdot 22 \cdot 1200 = 735441 \text{ кДж/ч.}$$

4. Тепловыделение от местных источников:

- при работе электродвигателей горных машин и освещения

$$Q_{ЭД} = \frac{3600 \cdot N_{потр} \cdot K_з}{\eta_{ДВ}} = \frac{3600 \cdot 100 \cdot 0{,}8}{0{,}95} = 303158 \text{ кДж/ч;}$$

- при спуске груза лебедкой

$$Q_{ЛС} = 3600 \cdot N_п \cdot K_з = 3600 \cdot 90 \cdot 0{,}8 = 259200 \text{ кДж/ч;}$$

- при работе трансформатора

$$Q_{ТР} = 3600 \cdot N_{ТР} \cdot P_{ТР} = 3600 \cdot 100 \cdot 0{,}5 = 18000 \text{ кДж/ч;}$$

- при работе шахтных вентиляторов

$$Q_{ВБН} = 3{,}6 \cdot \alpha_В \cdot P \cdot l \frac{V^3}{\eta_{ВУ}} = 3{,}6 \cdot 0{,}0392 \cdot 22 \cdot 1200 \frac{2^3}{0{,}565} = 52751 \text{ кДж/ч;}$$

- при затвердевании монолитной бетонной крепи

$$Q_б = q_б \cdot P \cdot l_ц = 200 \cdot 22 \cdot 5 = 22000 \text{ кДж/ч;}$$

- при работе людей

$$Q_Л = q_л \cdot n_л = 2000 \cdot 7 = 14000 \text{ кДж/ч.}$$

5. Общее тепловыделение в ствол

$$Q_{общ} = \sum_{i-1}^{n} Q_i = Q_{охл} + Q_{сж} + Q_{ок} + Q_{эд} + Q_{лс} + Q_{тр} + Q_{вен} + Q_б + Q_л = 1077648 + 4078998 + 735441 + 303158 + 259200 + 18000 + 52751 + 22000 + 14000 = 6561196$$

кДж/ч.

Находим количество воздуха, необходимое для проветривания выработки по тепловому фактору без охлаждения воздуха

$$V_{теп} = \frac{Q_{общ}}{C_р \cdot \rho (t_{пб} - t_Н)} = \frac{6561196}{1{,}009 \cdot 1{,}25(24-8{,}5)} = 335611 \text{ м}^3\text{/ч.}$$

Проверяем условие достаточности расхода воздуха по тепловому фактору $V_{теп} \langle V_в$.

В рассматриваемом случае это условие не выполняется, так как

$$V_{теп} = 335611 < V_В = 277200$$

Следовательно, требуется искусственное охлаждение воздуха при помощи холодильных машин.

Определяем требуемую хладопроизводительность холодильной машины

$$N_к = \frac{C_р \cdot \rho \cdot V_В (t_П - t_{пб})}{3600} = \frac{1{,}009 \cdot 1{,}25 \cdot 277200(50-24)}{3600} = 2525 \text{ кВт.}$$

Принимаем $N_к$ = 2550 кВт. Температура смеси теплого и охлажденного воздуха за кондиционером составит

$$t_{см} = t_п - \frac{3600 \cdot N_k}{c_р \cdot \rho \cdot V_В} = 50 - \frac{3600 \cdot 2550}{1{,}009 \cdot 1{,}25 \cdot 277200} = 23{,}7$$

что удовлетворяет требованиям ПБ.

Варианты заданий

Перечень вариантов заданий к расчету тепловыделений в горные выработки приведен в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Исходные данные для расчетов тепловыделений

	Величины	Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Выработка	Штрек		Уклон		Квершлаг		Бремберг		Ствол	
2	S, м^2	8	10	7	6	12	14	10	12	44,2	33,2
3	P, м	11,8	13,2	11,0	10,2	14,4	15,6	13,2	14,4	23,6	20,4
4	L, м	900	1000	300	500	700	600	1000	900	1100	1200
5	α, °	6	8	40	50	10	8	15	20	90	90
6	H, м	800	900	600	700	1000	800	1200	1500	1100	1200

Продолжение табл. 4.2

7	H_0, м	20	21	22	23	24	25	30	35	28	30
8	$\Gamma_{ст}$, м/°С	30	25	26	27	31	29	32	28	34	27
9	Порода	Бурый уголь	Каменный уголь	Каменный уголь	Каменный уголь	Песчаник	Песчаник	Каменный уголь	Каменный уголь	Глинистый и песчанистый сланец	Песчаник
10	V, м/с	0,5	0,75	1,0	1,5	1,0	2,0	1,5	2,0	1,0	0,5
11	τ, м/с	3	2	6	8	5	9	10	7	6	4
12	$t_н$, °С	8,5	2,5	3,0	2,5	7,5	8,3	7,9	4,2	8,0	7,5
13	$t_в = t_{пб}$, °С	24	23	20	25	23	25	24	26	24	23
14	$N_{потр}$, кВт	70	60	50	40	100	90	50	50	100	100
15	$N_л$, кВт	-	-	50	50	-	-	-	-	-	100

16	$N_{тр}$, кВт	5	10	-	-	5	5	5	5	10	10
17	$\alpha_в$, Па·с^2/м^2	0,017	0,019	0,018	0,016	0,015	0,014	0,013	0,020	0,049	0,049
18	$n_л$, чел.	7	6	3	3	6	5	6	6	5	8

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте климатические условия в горных выработках глубоких шахт.

2. Как осуществляется теплоотдача тела человека в окружающую среду?

3. Какой микроклимат в выработках глубоких шахт считается допустимым?

4. Перечислите виды (формы) нагревания воздуха, движущегося по горным выработкам.

5. Как выполняется тепловое кондиционирование воздуха в горных выработках?

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. ЦВЕТА СИГНАЛЬНЫЕ И ЗНАКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Цель работы – ривить практические навыки в применении сигнальных цветов и знаков безопасности; изучить назначение, характеристики и порядок применения сигнальных цветов и знаков безопасности.

Теоретические положения.

Для предупреждения многих несчастных случаев на производстве и в быту эффективным средством является цветовое оформление машин, приборов, помещений и рациональное применение сигнальных цветов и знаков безопасности, которые устанавливает ГОСТ Р 12.4.026–01 [1].

Различают прямое психологическое воздействие цвета на челове- ка, вызывающее, например, чувство радости или печали, создающее впе- чатление легкости или тяжести какого-либо предмета, удаленности или близости его, и вторичное воздействие, связанное с ассоциациями. Напри- мер, красный, оранжевый и желтый цвета ассоциируются с огнем, солн- цем, т. е. теплом. Такие цвета создают впечатление тепла и называются те- плыми цветами. Белый, голубой, зеленый и некоторые другие цвета ассо- циируются с холодом и называются холодными цветами.

Сигнальные цвета применяются для окраски поверхностей конст- рукций, приспособлений и элементов производственного оборудования, которые могут служить источником опасности для работающих.

ГОСТом установлены красный, желтый, зеленый и синий сигналь- ные цвета. Для усиления контраста сигнальных цветов они применяются на фоне контрастных цветов. Контрастные цвета применяются также для выполнения символов и поясняющих надписей.

Красный сигнальный цвет применяется: для запрещающих знаков; надписей и символов на знаках пожарной безопасности, обозначений от-

ключающих устройств механизмов и машин, в том числе аварийных; внутренних поверхностей открывающихся кожухов и корпусов, ограждающих движущиеся элементы механизмов и машин и их крышек; рукояток кранов аварийного сброса давления; корпусов масляных выключателей, находя- щихся в рабочем состоянии под напряжением, и обозначения пожарной техники.

Желтый сигнальный цвет используется: для предупреждающих знаков элементов строительных конструкций, которые могут явиться причиной получения травм (низкие балки, выступы и перепады в полости пола, малозаметные ступени, пандусы), мест, в которых существует опасность падения, сужений проездов, колонн, стоянок и опор производствен- ного оборудования (открытые движущиеся части оборудования); кромок штампов, прессов, ограждающих конструкций площадок для работ, проводимых на высоте, и т. п. элементов внутрицехового и межцехового транспорта, подъемно-транспортного оборудования и строительно-дорожных машин, кабин и ограждений кранов, боковых поверхностей электрокаров, погрузчиков, тележек и постоянных и временных ограждений или элементов ограждений, устанавливаемых на границах опасных зон, у проемов, ям, котлованов, выносных площадок, постоянных и временных ограждений лестниц, перекрытий строящихся зданий; балконов и других мест, где возможно падение с высоты, емкостей, содержащих вещества с опасными и вредными свойствами, на которые предупреждающую окраску наносят в виде полосы шириной 50–100 мм в зависимости от размещения емкости; границ подходов к эвакуационным или запасным выходам.

Зеленый сигнальный цвет применяется для предписывающих знаков дверей и светового табло эвакуационных или запасных выходов, сигнальных ламп.

Синий сигнальный цвет используется для указательных знаков. Символ на знаках безопасности – это простое, всем понятное изображение характера опасности, мер предосторожности, инструктивных указаний или информации

по безопасности. Знаки должны быть установлены в местах, пребывание в которых связано с возможной опасностью для работающих, а также на производственном оборудовании, являющемся источником такой опасности. Знаки безопасности, устанавливаемые на воротах и входных дверях помещений, обозначают, что зона их действия – все помещение. При необходимости ограничения зоны действия знака приводятся соответствующие указания с вышеуказанным ГОСТом. Они контрастно выделются на окружающем их фоне и находятся в поле зрения людей, для которых предназначены. На местах и участках, являющихся временно опасными, устанавливаются переносные знаки и временные ограждения, окрашенные в сигнальный цвет. Всего предусмотрено четыре группы знаков безопасности:

1 запрещающий (в виде круга);

2 предупреждающий (в виде треугольника);

3 предписывающий (в виде квадрата);

4 указательный (в виде вертикального прямоугольника).

Для более полного усвоения формы символов на знаках и мест их установки следует дополнительно изучить раздел 3 ГОСТ Р 12.4.026-01 [1]. Для этого ниже дается необходимая выдержка из данного ГОСТа.

Стандарт не распространяется:

- на цвета, применяемые для световой сигнализации всех видов транспорта, транспортных средств и дорожного движения;
- цвета, знаки и маркировочные щитки баллонов, трубопроводов, емкостей для хранения и транспортирования газов и жидкостей;
- дорожные знаки и разметку, путевые и сигнальные знаки железных дорог, знаки для обеспечения безопасности движения всех видов транспорта (кроме знаков безопасности для подъемно-транспортных меха- низмов, внутризаводского, пассажирского и общественного транспорта);
- знаки и маркировку опасных грузов, грузовых единиц, требующих специальных условий транспортирования и хранения;

- знаки для электротехники.

Назначение сигнальных цветов, знаков безопасности и сигнальной разметки состоит в обеспечении однозначного понимания определенных требований, касающихся безопасности, сохранения жизни и здоровья людей, снижения материального ущерба без применения слов или с их минимальным количеством.

Сигнальные цвета, знаки безопасности и сигнальную разметку следует применять для привлечения внимания людей, находящихся на производственных, общественных объектах и в иных местах, к опасности, опасной ситуации, предостережения в целях избегания опасности, сообщения о возможном исходе в случае пренебрежения опасностью, предписания или требования определенных действий, а также для сообщения необходимой информации.

Применение сигнальных цветов, знаков безопасности и сигнальной разметки на производственных, общественных объектах и в иных местах не заменяет необходимости проведения организационных и технических мероприятий по обеспечению условий безопасности, использования средств индивидуальной и коллективной защиты, обучения и инструктажа по технике безопасности.

Размещение (установку) знаков безопасности на оборудовании, машинах, механизмах должна проводить организация-изготовитель. При необходимости дополнительное размещение (установку) знаков безопасности на оборудовании, машинах, механизмах, находящихся в эксплуатации, проводит эксплуатирующая их организация.

Графические символы и поясняющие надписи на знаках безопасности отраслевого назначения, не предусмотренные настоящим стандартом, необходимо устанавливать в отраслевых стандартах, нормах, правилах с соблюдением требований настоящего стандарта.

Назначение и правила применения сигнальных цветов.

Стандарт устанавливает следующие сигнальные цвета: красный, желтый, зеленый, синий. Для усиления зрительного восприятия цветографических изображений знаков безопасности и сигнальной разметки сигнальные цвета следует применять в сочетании с контрастными цветами – белым или черным. Контрастные цвета необходимо использовать для выполнения графических символов и поясняющих надписей.

Сигнальные цвета необходимо применять:

- для обозначения поверхностей, конструкций (или элементов конструкций), приспособлений, узлов и элементов оборудования, машин, механизмов и т. п., которые могут служить источниками опасности для лю- дей, поверхности ограждений и других защитных устройств, систем бло- кировок и т. п.;
- обозначения пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов;
- знаков безопасности, сигнальной разметки, планов эвакуации и других визуальных средств обеспечения безопасности;
- светящихся (световых) средств безопасности (сигнальные лампы, табло и др.);
- обозначения пути эвакуации.

Смысловое значение, область применения сигнальных цветов и соответствующие им контрастные цвета установлены в табл. 5.0.

Красный сигнальный цвет следует применять:

- для обозначения отключающих устройств механизмов и машин, в том числе аварийных;
- внутренних поверхностей крышек (дверец) шкафов с открытыми токоведущими элементами оборудования, машин, механизмов и т. п. (если оборудование, машины, механизмы имеют красный цвет, то внутренние поверхности крышек (дверец) должны быть окрашены лакокрасочными

материалами желтого сигнального цвета);

- рукояток кранов аварийного сброса давления;

- корпусов масляных выключателей, находящихся в рабочем состоянии под напряжением;

- обозначения различных видов пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов, требующих оперативного опознания (пожарные машины, наземные части гидрант-колонок, огнетушители, баллоны, устройства ручного пуска систем (установок) пожарной автоматики, средств оповещения, телефоны прямой связи с пожарной охраной, насосы, пожарные стенды, бочки для воды, ящики для песка, а также ведра, лопа- ты, топоры и т. п.);

- окантовки пожарных щитов белого цвета для крепления пожарного инструмента и огнетушителей. Ширина окантовки – 30–100 мм (допускается выполнять окантовку пожарных щитов в виде чередующихся наклонных под углом 45–60° полос красного сигнального и белого контра- стного цветов);

- орнаментовки элементов строительных конструкций (стены, колонны) в виде отрезка горизонтально расположенной полосы для обозначения мест нахождения огнетушителя, установки пожаротушения с ручным пуском, кнопки пожарной сигнализации и т. п. Ширина полос – 150–300 мм. Полосы должны располагаться в верхней части стен и колонн на высоте, удобной для зрительного восприятия с рабочих мест, проходов и т. п. В состав орнаментовки, как правило, следует включать знак пожарной безопасности с соответствующим графическим символом средства противопожарной защиты;

- сигнальных ламп и табло с информацией, извещающей о нару- шении технологического процесса или нарушении условий безопасности:

«Тревога», «Неисправность» и др.;

- обозначения захватных устройств промышленных установок и промышленных роботов;

Таблица 5.0

Смысловое значение, область применения сигнальных цветов и соответствующие им контрастные цвета

Сигнальный цвет	Смысловое значение	Область применения	Контрастный цвет
Красный	Непосредственная опасность Аварийная или опасная ситуация Пожарная техника, средства противо-пож. защиты, их элементы	Запрещение опасного поведения или действия.Обозначение непо-средственной опасности Сообщение об аварийном отключении или аварийном состоянии оборудования (техноло- гического процесса) Обозначение и определение мест нахождения пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов	Белый
Желтый	Возможная опас-ность	Обозначение возможной опасно- сти, опасной ситуации. Преду- преждение о возможной опасно-сти	Черный
Зеленый	Безопасность, безопасные усло-вия	Сообщение о нормальной работе оборудования, нормальном со- стоянии технологического про-цесса	Белый
	Помощь, спасение	Обозначение пути эвакуации, аптечек, кабинетов, средств по оказанию первой медицинской помощи	
Синий	Предписание во избежание опасно-сти	Требование обязательных дейст- вий в целях обеспечения безо-пасности	Белый
	Указание	Разрешение определенных дей-ствий	

- обозначения временных ограждений или элементов временных ограждений, устанавливаемых на границах опасных зон, участков, территорий, ям, котлованов, временных ограждений мест химического, бактериологического и радиационного загрязнения, а также ограждений других мест, зон, участков, вход на которые временно запрещен.

Поверхность временных ограждений должна быть целиком окра- шена красным сигнальным цветом или иметь чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы красного сигнального и белого контрастного цветов. Ширина полос – 20–300 мм при соотношении ширины полос крас- ного и белого цветов от 1:1 до 1,5:1,0;

- запрещающих знаков безопасности и знаков пожарной безопасности.

Не допускается использовать красный сигнальный цвет:

- для обозначения стационарно устанавливаемых средств противопожарной защиты (их элементов), не требующих оперативного опознания (пожарные извещатели, пожарные трубопроводы, оросители установок пожаротушения и т. п.);

- на пути эвакуации во избежание путаницы и замешательства (кроме запрещающих знаков безопасности и знаков пожарной безопасности).

Желтый сигнальный цвет следует применять:

а) для обозначения элементов строительных и иных конструкций, которые могут явиться причиной получения травм работающими: низких балок, выступов и перепадов в плоскости пола, малозаметных ступеней, пандусов, мест, в которых существует опасность падения (кромки погрузочных платформ, грузовых поддонов, неогражденных площадок, люков, проемов и т. д.), сужений проездов, малозаметных распорок, узлов, колонн, стоек и опор в местах интенсивного движения внутризаводского транспорта и т. д.;

б) обозначения узлов и элементов оборудования, машин и механизмов, неосторожное обращение с которыми представляет опасность для людей:

открытых движущихся узлов, кромок оградительных устройств, не полностью закрывающих движущиеся элементы (шлифовальные круги, фрезы, зубчатые колеса, приводные ремни, цепи и т. п.), ограждающих конструкций площадок для работ, проводимых на высоте, а также постоянно подвешенных к потолку или стенам технологической арматуры и механизмов, выступающих в рабочее пространство;

в) обозначения опасных при эксплуатации элементов транспортных средств, подъемно-транспортного оборудования и строительно-дорожных машин, площадок грузоподъемников, бамперов и боковых поверхностей электрокаров, погрузчиков, тележек, поворотных платформ и боковых поверхностей стрел экскаваторов, захватов и площадок автопогрузчиков, рабочих органов сельскохозяйственных машин, элементов грузоподъемных кранов, обойм грузовых крюков и др.;

г) подвижных монтажных устройств, их элементов и элементов грузозахватных приспособлений, подвижных частей кантователей, траверс, подъемников, подвижных частей монтажных вышек и лестниц;

д) внутренних поверхностей крышек, дверец, кожухов и других ограждений, закрывающих места расположения движущихся узлов и элементов оборудования, машин, механизмов, требующих периодического доступа для контроля, ремонта, регулировки и т. п.

Если указанные узлы и элементы закрыты съемными ограждениями, то окрашиванию лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета подлежат сами движущиеся узлы, элементы и (или) поверхности смежных с ними неподвижных деталей, закрываемые ограждениями;

е) постоянных ограждений или элементов ограждений, устанавливаемых на границах опасных зон, участков, территорий: у проемов, ям, котлованов, выносных площадок, постоянных ограждений лестниц, балконов, перекрытий и других мест, в которых возможно падение с высоты.

Поверхность ограждения должна быть целиком окрашена

лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета или иметь чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы желтого сигнального и черного контрастного цветов.

Ширина полос – 20–300 мм при соотношении ширины полос желтого и черного цвета от 1:1 до 1,5:1,0;

ж) обозначения емкостей и технологического оборудования, содержащих опасные или вредные вещества.

Поверхность емкости должна быть целиком окрашена лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета или иметь чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы желтого сигнального и черного контрастного цветов.

Ширина полос – 50–300 мм в зависимости от размера емкости при соотношении ширины полос желтого и черного цвета от 1:1 до 1,5:1,0;

з) обозначения площадей, которые должны быть всегда свободными на случай эвакуации (площадки у эвакуационных выходов и подходы к ним, возле мест подачи пожарной тревоги, возле мест подхода к средствам противопожарной защиты, средствам оповещения, пунктам оказания первой медицинской помощи, пожарным лестницам и др.).

Границы этих площадей должны быть обозначены сплошными линиями желтого сигнального цвета, а сами площади – чередующимися наклонными под углом 45–60° полосами желтого сигнального и черного контрастного цветов. Ширина линий и полос – 50 – 100 мм;

и) предупреждающих знаков безопасности.

На поверхность объектов и элементов, перечисленных в а) и в), допускается наносить чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы желтого сигнального и черного контрастного цветов. Ширина полос – 50– 300 мм в зависимости от размера объекта и расстояния, с которого должно быть видно предупреждение.

Если оборудование, машины и механизмы окрашены лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета, то перечисления б) и д), их узлы и

элементы должны быть обозначены чередующимися наклонными под углом 45–60° полосами желтого сигнального и черного контрастного цветов. Ширина полос – 20–300 мм в зависимости от размера узла (элемента) оборудования при соотношении ширины полос желтого и черного цветов от 1:1 до 1,5:1,0.

Для строительно-дорожных машин и подъемно-транспортного оборудования, которые могут находиться на проезжей части, допускается применять предупреждающую окраску в виде чередующихся красных и белых полос.

Синий сигнальный цвет следует применять:

- для окрашивания светящихся (световых) сигнальных индикаторов и других сигнальных устройств указательного или разрешающего назначения;
- предписывающих и указательных знаков безопасности.

Зеленый сигнальный цвет следует применять:

- для обозначения безопасности (безопасных мест, зон безопасного состояния);
- сигнальных ламп, извещающих о нормальном режиме работы оборудования, нормальном состоянии технологических процессов и т. п.;
- обозначения пути эвакуации;
- эвакуационных знаков безопасности и знаков безопасности медицинского и санитарного назначения.

Характеристики сигнальных и контрастных цветов.

Знаки безопасности следует размещать (устанавливать) в поле зрения людей, для которых они предназначены.

Знаки безопасности должны быть расположены таким образом, чтобы они были хорошо видны, не отвлекали внимания и не создавали неудобств при выполнении людьми своей профессиональной или иной деятельности, не загораживали проход, проезд, не препятствовали перемещению грузов.

Знаки безопасности, размещенные на воротах и на (над) входных(ми) дверях(ми) помещений, означают, что зона действия этих знаков

распространяется на всю территорию и площадь за воротами и дверями.

Размещение знаков безопасности на воротах и дверях следует выполнять таким образом, чтобы зрительное восприятие знака не зависело от положения ворот или дверей (открыто, закрыто). Эвакуационные знаки безопасности Е 22 «Выход» и Е 23 «Запасный выход» должны размещаться только над дверями, ведущими к выходу.

Знаки безопасности, установленные у въезда (входа) на объект (участок), означают, что их действие распространяется на объект (участок) в целом.

При необходимости ограничить зону действия знака безопасности соответствующее указание следует приводить в поясняющей надписи на дополнительном знаке.

Знаки безопасности, изготовленные на основе несветящихся материалов, следует применять в условиях хорошего и достаточного освеще- ния.

Знаки безопасности с внешним или внутренним освещением следует применять в условиях отсутствия или недостаточного освещения.

Световозвращающие знаки безопасности следует размещать (устанавливать) в местах, где отсутствует освещение или имеется низкий уровень фонового освещения (менее 20 лк по СНиП 23-05-95): при проведении работ с использованием индивидуальных источников света, фонарей (например, в туннелях, шахтах и т. п.), а также для обеспечения безопасности при проведении работ на дорогах, автомобильных трассах, в аэропортах и т. п.

Фотолюминесцентные знаки безопасности следует применять там, где возможно аварийное отключение источников света, а также в качестве элементов фотолюминесцентных эвакуационных систем для обеспечения самостоятельного выхода людей из опасных зон в случае возникновения аварий, пожара или других чрезвычайных ситуаций.

Для возбуждения фотолюминесцентного свечения знаков безопасности необходимо наличие в помещении, где они установлены, искусст- венного или естественного освещения.

Освещенность поверхности фотолюминесцентных знаков безопасности источниками света должна быть не менее 25 лк.

Основные и дополнительные знаки безопасности.

Основные знаки безопасности необходимо разделять на следующие группы: запрещающие знаки; предупреждающие знаки; знаки пожарной безопасности; предписывающие знаки; эвакуационные знаки и знаки медицинского и санитарного назначения; указательные знаки.

Геометрическая форма, сигнальный цвет, смысловое значение основных знаков безопасности должны соответствовать приведенным в табл. 5.1

Таблица 5.1

Геометрическая форма, сигнальный цвет, смысловое значение основных знаков безопасности

Группа	Геометрическая форма <*>	Сигнальный цвет	Смысловое значение
Запрещающие знаки	Круг с поперечной полосой	Красный	Запрещение опасного пове- дения или действия
Предупреждающие знаки	Треугольник	Желтый	Предупреждение о возмож- ной опасности. Осторож- ность. Внимание
Предписывающие знаки	Круг	Синий	Предписание обязательных действий во избежание опасности
Знаки пожарной безопасности <**>	Квадрат или прямоугольник	Красный	Обозначение и указание мест нахождения средств проти- вопожарной защиты, их эле- ментов
Эвакуационные знаки и знаки медицинского и санитарного назначения	Квадрат или прямоугольник	Зеленый	Обозначение направления движения при эвакуации. Спасение, первая помощь при авариях или пожарах. Надпись, информация для обеспечения безопасности
Указательные знаки	Квадрат или прямоугольник	Синий	Разрешение. Указание. Над- пись или информация

Примечание: <*> Рисунки не приводятся. <**> К знакам пожарной безопасности относят также:

- запрещающие знаки: P 01 «Запрещается курить», P 02 «Запрещается пользо- ваться открытым огнем», P 04 «Запрещается тушить водой», P 12 «Запрещается загромождать проходы (или) складировать» (табл. 5.2);

- предупреждающие знаки: W 01 «Пожароопасно. Легковоспламеняющиеся ве- щества», W 02 «Взрывоопасно», W 11

«Пожароопасно. Окислитель» (табл. 5.3).

Таблица 5.2

Запрещающие знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 01		Запрещается курить	Использовать, когда курение мо- жет стать причиной пожара. На дверях и стенах помещений, уча- стках, где имеются горючие и лег- ковоспламеняющиеся вещества, или в помещениях, где курить за- прещается
Р 02		Запрещается пользоваться от- крытым огнем и курить	Использовать, когда открытый огонь и курение могут стать при- чиной пожара. На входных дверях, стенах помещений, участках, ра- бочих местах, емкостях, производ- ственной таре
Р 03		Проход запрещен	У входа в опасные зоны, помеще- ния, участки и др.
Р 04		Запрещается тушить водой	В местах расположения электро- оборудования, складах и других местах, где нельзя применять воду при тушении горения или пожара
Р 05		Запрещается использовать в качестве питьевой воды	На техническом водопроводе и емкостях с технической водой, не- пригодной для питья и бытовых нужд
Р 06		Доступ посторонним запрещен	На дверях помещений, у входа на объекты, участки и т. п. для обо- значения запрета на вход (проход) в опасные зоны или для обозначе- ния служебного входа (прохода)

Продолжение таблицы 5.2

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 07		Запрещается движение средств наполь- ного транспорта	В местах, где запрещается применять средства напольного транс- порта (например, погрузчики или напольные транспортеры)
Р 08		Запрещается прикасаться. Опасно	На оборудовании (узлах оборудо- вания), дверцах, щитах или других поверхностях, прикосновение к которым опасно
Р 09		Запрещается прикасаться. Корпус под на- пряжением	На поверхности корпусов, щитов и т. п., где есть возможность пора- жения электрическим током
Р 10		Не включать!	На пультах управления и включе- ния оборудования или механизмов при ремонтных и пусконаладоч- ных работах
Р 11		Запрещается работа (присутствие) людей со стимуляторами сердечной деятельности	В местах и на оборудовании, где запрещено работать или находить- ся людям с вживленными стиму- ляторами сердечной деятельности
Р 12		Запрещается за- громождать про- ходы и (или) складировать	На пути эвакуации, у выходов, в местах размещения средств про- тивопожарной защиты, аптечек первой медицинской помощи и других местах
Р 13		Запрещается подъем (спуск) людей по шахтному стволу (запрещается транспортировка пассажиров)	На дверях грузовых лифтов и дру- гих подъемных механизмов

Продолжение табл. 5.2

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 14		Запрещается вход (проход) с животными	На воротах и дверях зданий, со- оружений, помещений, объектов, территорий и т. п., где не должны находиться животные, где запре- щен вход (проход) вместе с жи- вотными
Р 16		Запрещается работа (присутствие) людей, имеющих металлические имплантанты	На местах, участках и оборудова- нии, где запрещено работать или находиться людям с вживленными металлическими имплантантами
Р 17		Запрещается разбрызгивать воду	На местах и участках, где запре- щено разбрызгивать воду
Р 18		Запрещается пользоваться мобильным (сотовым) телефоном или переносной рацией	На дверях помещений, у входа на объекты, где запрещено пользоваться средствами связи, имею- щими собственные радиочастот- ные электромагнитные поля
Р 21		Запрещение (прочие опасности или опасные действия)	Применять для обозначения опасности, не предусмотренной настоящим стандартом. Знак необходимо использовать вместе с поясняющей надписью или с дополнительным знаком безопасности с поясняющей надписью
Р 27		Запрещается иметь при (на) себе металлические предметы (часы и т. п.)	При входе на объекты, на рабочих местах, оборудовании, приборах и т. п. Область применения знака может быть расширена
Р 30		Запрещается принимать пищу	На местах и участках работ с вредными для здоровья веществами, а также в местах, где прием пищи запрещен. Область применения знака может быть расшире- на

Окончание табл. 5.2

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 32		Запрещается подходить к элементам оборудования с маховыми движениями большой амплитуды	На оборудовании и рабочих местах по обслуживанию оборудования с элементами, выполняющими маховые движения большой амплитуды
Р 33		Запрещается брать руками. Сыпучая масса (непрочная упа- ковка)	На производственной таре, в складах и иных местах, где используют сыпучие материалы
Р 34		Запрещается пользоваться лифтом для подъема (спуска) людей	На дверях грузовых лифтов и других подъемных механизмах. Знак входит в состав группового знака безопасности «При пожаре лифтом не пользоваться, выходить по лестнице»

Таблица 5.3

Предупреждающие знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 01		Пожароопасно. Легковоспламеняющиеся ве- щества	Использовать для привлечения внимания к помещениям с легковоспламеняющимися веществами. На входных дверях, дверцах шкафов, емкостях и т. д.

Продолжение табл.5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 02		Взрывоопасно	Использовать для привлечения внимания к взрыво- опасным веществам, а так- же к помещениям и участ- кам. На входных дверях, стенах помещений, дверцах шкафов и т. д.
W 03		Опасно. Ядовитые ве- щества	В местах хранения, выделения, производства и применения ядовитых веществ
W 04		Опасно. Едкие и корро- зионные вещества	В местах хранения, выде- ления, производства и применения едких и корро- зионных веществ
W 05		Опасно. Радиоактивные вещества или ионизи- рующее излучение	На дверях помещений, дверцах шкафов и в других местах, где находятся и применяются радиоактивные вещества или имеется ионизирующее излучение. Допускается применять знак радиационной опасно- сти по ГОСТ 17925
W 06		Опасно. Возможно падение груза	Вблизи опасных зон, где используется подъемно-транспортное оборудование
W 07		Внимание. Автопогруз- чик	В помещениях и на участках, где проводятся погрузочно-разгрузочные работы

Продолжение табл. 5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 08		Опасность поражения электрическим током	На опорах линий электропередачи, электрооборудовании и приборах, дверцах силовых щитков, на элек-тротехнических панелях и шкафах, а также на ограж- дениях токоведущих частей оборудования, механизмов, приборов
W 09		Внимание. Опасность (прочие опасности)	Применять для привлече- ния внимания к прочим ви- дам опасности, не обозна- ченной настоящим стан- дартом. Знак необходимо использовать вместе с дополнительным знаком безопасности с поясняю- щей надписью
W 10		Опасно. Лазерное излу- чение	На дверях помещений, оборудовании, приборах и в других местах, где имеет- ся лазерное излучение
W 11		Пожароопасно. Окисли- тель	На дверях помещений, дверцах шкафов для привлечения внимания на наличие окислителя

Продолжение табл. 5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 12		Внимание. Электромагнитное поле	На дверях помещений, оборудовании, приборах и в других местах, где действуют электромагнитные поля
W 13		Внимание. Магнитное поле	На дверях помещений, оборудовании, приборах и в других местах, где действуют магнитные поля
W 14		Осторожно. Малозаметное препятствие	В местах, где имеются малозаметные препятствия, о которые можно споткнуться
W 15		Осторожно. Возможность падения с высоты	Перед входом на опасные участки и в местах, где возможно падение с высоты
W 16		Осторожно. Биологическая опасность (инфекционные вещества)	В местах хранения, производства или применения вредных для здоровья биологических веществ
W 17		Осторожно. Холод	На дверцах холодильников и морозильных камер, компрессорных агрегатах и других холодильных аппаратах
W 18		Осторожно. Вредные для здоровья аллергические (раздражающие) вещества	В местах хранения, произ- водства или применения вредных для здоровья аллергических (раздражающих) веществ

Продолжение табл. 5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 19		Газовый баллон	На газовых баллонах, скла- дах и участках хранения и применения сжатых или сжиженных газов. Цвет баллона черный или белый, выбирается по ГОСТ 19433
W 20		Осторожно. Аккумуля- торные батареи	В помещениях и на участках изготовления, хранения и применения аккумуля- торных батарей
W 22		Осторожно. Режущие валы	На участках работ и оборудовании, имеющем незащищенные режущие валы
W 23		Внимание. Опасность зажима	На дверцах турникетов и шлагбаумах
W 24		Осторожно. Возможно опрокидывание	На дорогах, рампах, складах, участках, где возможно опрокидывание внутризаводского транспорта
W 25		Внимание. Автоматическое включение (запуск) оборудования	На рабочих местах, оборудовании или отдельных узлах оборудования с автоматическим включением
W 26		Осторожно. Горячая поверхность	На рабочих местах и обо-рудовании, имеющем на-гретые поверхности

Окончание табл.5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 27		Осторожно. Возможно травмирование рук	На оборудовании, узлах оборудования, крышках и дверцах, где возможно получить травму рук
W 28		Осторожно. Скользко	На территории и участках, где имеются скользкие места
29		Осторожно. Возможно затягивание между вращающимися элемен- тами	На рабочих местах и обо- рудовании, имеющем вра- щающиеся элементы, на- пример на валковых мель- ницах
W 30		Осторожно. Сужение проезда (прохода)	На территориях, участках, в цехах и складах, где имеются сужения прохода (проезда) или присутствуют выступающие конструкции, затрудняющие проход (проезд)

Таблица 5.4

Предписывающие знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по при- менению
M 01		Работать в защитных очках	На рабочих местах и участках, где требуется защита органов зрения

Продолжение табл. 5.4

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
М 02		Работать в защитной каске (шлеме)	На рабочих местах и участках, где требуется защита головы
М 03		Работать в защитных наушниках	На рабочих местах и участках с повышенным уровнем шума
М 04		Работать в средствах индивидуальной защиты органов дыхания	На рабочих местах и участках, где требуется защита органов дыхания
М 05		Работать в защитной обуви	На рабочих местах и участках, где необходимо применять средства индивидуальной защиты
М 06		Работать в защитных перчатках	На рабочих местах и участках работ, где требуется защита рук от воздействия вредных или агрессивных сред, защита от возможного поражения электрическим током
М07		Работать в защитной одежде	На рабочих местах и участках, где необходимо применять средства индивидуальной зашиты
М 08		Работать в защитном щитке	На рабочих местах и участках, где необходима защита лица и органов зрения

Продолжение табл. 5.4

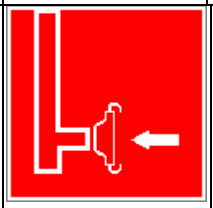
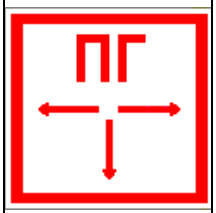
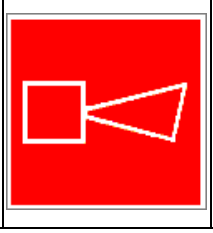
Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
М 09		Работать в предохранительном (страховочном) поясе	На рабочих местах и участках, где для безопасной работы требуется применение предохранительных (страховочных) поясов
М 10		Проход здесь	На территориях и участках, где разрешается проход
М 11		Общий предписывающий знак (прочие предписания)	Для предписаний, не обозначенных настоящим стандартом. Знак необходимо применять вместе с поясняющей надписью на дополнительном знаке безопасности
М 12		Переходить по надземному переходу	На участках и территориях, где установлены надземные переходы
М 13		Отключить штепсельную вилку	На рабочих местах и оборудовании, где требуется отключение от электросети при наладке или остановке электрооборудования и в других случаях
М 14		Отключить перед работой	На рабочих местах и оборудовании при проведении ремонтных или пусконаладочных работ
М 15		Курить здесь	Используется для обозначения места курения на производственных объектах

Таблица 5.5

Знаки пожарной безопасности

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установ- ки) и рекомендации по применению
F 01-01		Направляющая стрелка	Использовать только вместе с другими знаками пожар- ной безопасности для указания направления движе- ния к месту нахождения (размещения) средства противопожарной зашиты
F 01-02		Направляющая стрелка под углом 45°	Использовать только вместе с другими знаками пожарной безопасности для указания направления движения к месту нахождения (размещения) средства противопожарной защиты
F 02		Пожарный кран	В местах нахождения комплекта пожарного крана с пожарным рукавом и стволом
F 03		Пожарная лестница	В местах нахождения пожарной лестницы
F 04		Огнетушитель	В местах размещения огнетушителя
F 05		Телефон для использования при пожаре	В местах размещения телефона, по которому мож- но вызвать пожарную охрану

Продолжение табл. 5.5

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установ- ки) и рекомендации по применению
F 06		Место размещения нескольких средств противопожарной защиты	В местах одновременного нахождения (размещения) нескольких средств противопожарной защиты
F 07		Пожарный водоисточник	В местах нахождения пожарного водоема или пир- са для пожарных машин
F 08		Пожарный сухотрубный стояк	В местах нахождения пожарного сухотрубного стояка
F 09		Пожарный гидрант	У мест нахождения подземных пожарных гидран- тов. На знаке должны быть цифры, обозначающие расстояние от знака до гидранта в метрах
F 10		Кнопка включения установок (систем) пожарной автоматики	В местах ручного пуска установок пожарной сигна- лизации, пожаротушения и (или) систем противодым- ной защиты. В местах (пунктах) подачи сигнала пожарной тревоги
F 11		Звуковой оповещатель пожарной тревоги	В местах нахождения зву- кового оповещателя или совместно со знаком F 10 «Кнопка включения установок (систем) пожарной автоматики»

К знакам пожарной безопасности относят также:

- запрещающие знаки: Р 01 «Запрещается курить», Р 02 «Запрещается пользоваться открытым огнем», Р 04 «Запрещается тушить водой», Р 12 «Запрещается загромождать проходы и (или) складировать»;
- предупреждающие знаки: W 01 «Пожароопасно. Легковоспламеняющиеся вещества», W 02 «Взрывоопасно», W 11 «Пожароопасно. Окислитель»;
- эвакуационные знаки;

Таблица 5.6

Эвакуационные знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 01-01		Выход здесь (левосторонний)	Над дверями (или на дверях) эвакуационных выходов, открывающихся с левой стороны. На стенах помещений вместе с направляющей стрелкой для указания направления движения к эвакуа- ционному выходу
Е 01-02		Выход здесь (правосторонний)	Над дверями (или на дверях) эвакуационных выходов, открывающихся с правой стороны. На стенах помещений вместе с направляющей стрелкой для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 02-01		Направляющая стрелка	Использовать только вместе с другими эвакуационными знаками для указания направления движения

Продолжение табл.5.6

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 02-02		Направляющая стрелка под углом 45°	Использовать только вместе с другими эвакуационными знаками для указания направления движения
Е 03		Направление к эвакуационному выходу на- право	На стенах помещений для указаниянаправления движения к эвакуационному выходу
Е 04		Направление к эвакуационному выходу налево	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 05		Направление к эвакуационному выходу направо вверх	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плоскости
Е 06		Направление к эвакуационному выходу нале- во вверх	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плос- кости
Е 07		Направление к эвакуационному выходу на- право вниз	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плоскости
Е 08		Направление к эвакуационному выходу налево вниз	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плоскости
Е 09		Указатель двери эвакуа- ционного выхода	Над дверями эвакуацион- ных выходов

Продолжение табл. 5.6.

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 10		Указатель двери эвакуационного выхода (левосторонний)	Над дверями эвакуационных выходов
Е 11		Направление к эвакуационному выходу прямо	Над проходами, проемами, в помещениях большой площади. Размещается на верхнем уровне или под- вешивается к потолку
Е 12		Направление к эвакуационному выходу прямо	Над проходами, проемами, в помещениях большой площади. Размещается на верхнем уровне или подвешивается к потолку
Е 13		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вниз	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
Е 14		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вниз	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
Е 15		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вверх	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
Е 16		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вверх	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
Е 17		Для доступа вскрыть здесь	На дверях, стенах помеще- ний и в других местах, где для доступа в помещение или выхода необходимо вскрыть определенную кон- струкцию, например раз- бить стеклянную панель

Продолжение табл. 5.6.

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 18		Открывать движением от себя	На дверях помещений для указания направления от- крывания дверей
Е 19		Открывать движением на себя	На дверях помещений для указания направления от- крывания дверей
Е 20		Для открывания сдви- нуть	На дверях помещений для обозначения действий по открыванию сдвижных две- рей
Е 21		Пункт (место) сбора	На дверях, стенах помеще- ний и в других местах для обозначения заранее преду- смотренных пунктов (мест) сбора людей в случае воз- никновения пожара, аварии или другой чрезвычайной ситуации
Е 22		Указатель выхода	Над дверями эвакуацион- ного выхода или в составе комбинированных знаков безопасности для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 23		Указатель запасного выхода	Над дверями запасного выхода

Эвакуационные знаки следует устанавливать в положениях, соответствующих направлению движения к эвакуационному выходу.

Изображение графического символа фигуры человека в дверном проеме на эвакуационных знаках Е 01-01 и Е 01-02 смыслового значения

«Выход здесь» должно совпадать с направлением движения к эвакуационному выходу».

Таблица 5.7

Знаки медицинского и санитарного назначения

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установ- ки) и рекомендации по при-менению
ЕС 01		Аптечка первой медицинской помощи	На стенах, дверях помещений для обозначения мест размещения аптечек первой медицинской помощи
ЕС 02		Средства выноса (эвакуации) пораженных	На дверях и стенах помещений в местах размеще- ния средств выноса (эва- куации) пораженных
ЕС 03		Пункт приема гигиенических процедур (душевые)	На дверях и стенах помещений в местах расположения душевых и т. п.
ЕС 04		Пункт обработки глаз	На дверях и стенах поме- щений в местах распо- жения пункта обработки глаз
ЕС 05		Медицинский кабинет	На дверях медицинских кабинетов
ЕС 06		Телефон связи с медицинским пунктом (скорой медицинской помощью)	В местах установки телефонов

Таблица 5.8.

Указательные знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по при- менению
D 01		Пункт(место) приема пищи	На дверях комнат приема пищи, буфетах, столовых, бытовых помещениях и в других местах, где разре- шается прием пиши
D 02		Питьевая вода	На дверях бытовых помещений и в местах распо- ложения кранов с водой, пригодной для питья и бы- товых нужд (туалеты, душевые, пункты приема пищи и т. д.)
D 03		Место курения	Используется для обозначения места курения на общественных объектах

Порядок выполнения работы

1. Изучить выдержку из ГОСТ Р 12.4.026–01.

2. Проверить усвоение материала, ответив на контрольные вопросы:

В какой цвет окрашено поле предупреждающего знака?

Какой размер имеет сторона треугольника предупреждающего знака № 4, наносимого на тару и оборудование?

Какой цвет имеет символическое изображение на запрещающем знаке?

Какую форму имеет предписывающий знак?

Какую форму имеет запрещающий знак?

Расстояние от наблюдателя до знака составляет 45 м. Какой размер должен иметь внешний диаметр круга запрещающего знака, мм?

Какой цвет имеют символические изображения или поясняю- щие надписи, наносимые на указательные знаки?

Расстояние от наблюдателя до знака составляет 60 м. Какие размеры

(стороны прямоугольника) должен иметь указательный знак, мм?

Какой цвет имеет квадрат, помещенный внутри указательного знака?

Какой размер имеет внешний диаметр круга запрещающего знака № 5, наносимого на производственное оборудование и тару?

3. Составить отчет. Отчет должен включать:

- цель практической работы;
- ответы на вопросы задания;
- зарисовку формы знаков (запрещающего, предупреждающего, предписывающего, указательного) с указанием цвета поля, символов, надпи- сей.

4. Показать отчет преподавателю.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 12.4.026–01. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение, правила применения. Общие технические требования и реко- мендации. Методы испытания [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-поисковой системы «Техэксперт».

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6. РАССЛЕДОВАНИЕ И УЧЕТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Цель задания - ознакомиться с понятием и причинами возникновения несчастных случаев, порядком их расследования и учет на производстве, также с методами анализа травматизма.

Порядок выполнения задания:

а) изучить и законспектировать общие сведения по пункту 1;

б) изучить методы анализа и рассчитать по вариантам показатели травматизма по пункту 2 (см контр. вопросы к пунктам 1 и 2);

в)изучить «Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях» и законспектировать ответы на контрольные вопросы к пункту 3.

Общие сведения о несчастных случаях.

Несчастным случаем на производстве называют случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении работающим трудовых обязанностей или заданий руководителя работы [1].

Повреждение здоровья в результате несчастного случая называют **травмой**. Травма, полученная работающим на производстве, называется **производственной**.

Опасным называют производственный фактор, воздействие которого при определенных условиях на работающего приводит к травме или другому внезапному ухудшению здоровья.

Вредным называют производственный фактор, воздействие которого на работающего приводит к заболеваниям или снижению его трудоспособности. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

Опасные и вредные производственные факторы (ОВПФ) по природе

действия подразделяют на 4 группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

Производственные травмы в зависимости от характера воздействующих факторов подразделяются на:

а) механические повреждения (ушибы, ранения, вывихи, переломы, сотрясения мозга);

б) поражение электрическим током (электроудар, электротравма);

в) термические повреждения (ожоги пламенем, нагретыми частями оборудования, горячей водой и пр.);

г) химические повреждения (ожоги, острые отравления);

д) комбинированные повреждения (сочетание нескольких опасных факторов).

Производственные травмы по тяжести подразделяются на 6 категорий:

- микротравма (после оказания помощи можно продолжать работу).
- легкая травма (потеря трудоспособности на 1 или несколько дней).
- травма средней тяжести (многодневная потеря трудоспособности);
- тяжелая травма (когда требуется длительное лечение);
- травма, приводящая к инвалидности (частичная или полная утрата трудоспособно-сти);
- смертельная травма.

Причины возникновения производственных травм:

- организационные (нарушение технологического процесса и требований техники безопасности (ТБ), неправильная организация рабочего места и режима труда);
- технические (техническое несовершенство оборудования, неисправность механизмов, отсутствие или не использование защитных средств);
- санитарно-гигиенические (несоответствие условий труда требованиям КЗоТ, системе стандартов по безопасности труда (ССБТ), санитарным нормам(СН), строительным нормам и правилам (СНиП) и др.

- психофизиологические (неудовлетворительное состояние здоровья, переутомление, стресс, опьянение и др.).

Методы анализа показателей травматизма

Разработке мероприятий по улучшению условий труда предшествует необходимый этап - исследование и анализ причин травматизма. Для анализа состояния производственного травматизма применяют методы: статистический, экономический, монографический и топографический.

Статистический метод позволяет количественно оценить повторяемость несчастных случаев по ряду относительных коэффициентов. В результате сравнения полученных коэффициентов за отчетный период с предшествующим периодом можно оценить эффективность профилактических мер. Обычно при этом методе анализа несчастные случаи группируются по однородным признакам: профессиям, видам работ, возрасту, стажу работ, причинам, вызвавшим травму. Простота и наглядность являются несомненным достоинством этого метода. Однако у него есть и недостаток - он не выявляет опасные произ-водственные факторы. Среди основных показателей травматизма, используемых при статистическом методе анализа, являются:

а) коэффициент частоты травматизма - число пострадавших при несчастных случаях за отчетный период на 1ООО работающих, определяется по формуле:

$$K_{\text{ч}} = T_x \cdot \frac{1000}{P_c},$$

где Кч - коэффициент частоты травматизма; Т - число учтенных травм с потерей трудоспособности; Рс - среднесписочное число работающих за отчетный период.

б) коэффициент тяжести травматизма - число человеко-дней нетрудоспособно-сти, которое приходится на один несчастный случай и определяется по формуле:

$$\text{К}_\text{Т} = \frac{\text{Д}}{\text{Т}},$$

где Кт - коэффициент тяжести травматизма; Д - общее количество дней

нетрудоспособности за отчетный период; Т - количество учтенных травм.

в) коэффициент календарной повторяемости несчастных случаев

- показывает через сколько рабочих дней в среднем повторяются несчастные случаи и оп-ределяется по формуле:

$$В = 22{,}5 \cdot \frac{12}{Т},$$

где В - календарная повторяемость несчастных случаев; Т - число несчастных случаев за отчетный период.

г) коэффициент средней повторяемости - показывает на сколько человекодней приходится один несчастный случай, определяется по формуле:

$$B_{ср} = 22{,}5 \cdot 12 \cdot \frac{P_c}{T},$$

где Вср - коэффициент средней повторяемости несчастных случаев; Рс - среднесписочное число работающих за отчетный период; Т - число несчастных случаев за отчетный период.

д) коэффициент опасности работ - характеризуется тяжестью и частотой несчастных случаев, определяется по формуле:

$$О_р = К_Т \cdot Т_х \cdot \frac{100}{Р_с \cdot М \cdot 22{,}5},$$

где Ор - коэффициент опасности работ; Кт - коэффициент тяжести травматизма ; Т - количество учтенных несчастных случаев; Рс - среднесписочное число работающих; М - число месяцев в отчетном периоде.

Таблица 5.0

Исходные данные для расчета показателей травматизма

Показатели	Варианты									
										0
Отчетный период, мес. (М)				2				2		

Число несчастных случаев (Т)				0				1		
Число дней нетрудоспособности (Д)	80	00	80	20	00	50	70	20	60	00
Среднесписочное числоработающих (Рс)	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Экономический метод анализа производственного травматизма позволяет оценить эффективность финансовых затрат на профилактику травматизма с расходами на органи-зационные и технические мероприятия. Для более полной и глубокой характеристики травматизма экономический метод часто используют в сочетании с монографическим методом.

Монографический метод анализа травматизма состоит в углубленном и всестороннем изучении отдельного производства, цеха или участка. Он включает описание технологического процесса, оборудования и особенностей технологического регламента, описание опасных зон на рабочих местах, также санитарно-гигиенические условия труда. При этом обращается внимание на наличие защитных приспособлений, ограждений и травмоопасных ситуаций

Монографический метод анализа травматизма характеризуется полнотой, но трудоемок. Этот метод позволяет выявить потенциальную опасность не только в действующих производствах, но и на этапе проектирования, тем самым исключить причины травматизма.

Топографический метод анализа травматизма проводится по месту происшествия. При этом все несчастные случаи условными знаками наносятся на план производственного участка или схему механизма в тех местах, где они произошли. В результате этого выявляются опасные зоны, требующие соответствующих защитных мер и особого внимания.

Контрольные вопросы к пунктам 1 и 2

1. Что такое несчастный случай?

2. Что такое опасный производственный фактор?

3. Что такое вредный производственный фактор?

4. На какие группы подразделяются опасные и вредные производственные факторы?

5. Какие различают разновидности производственных травм?

6. Какие выделяют категории производственных травм?

7. Каковы основные причины возникновения производственных травм?

8. Какие существуют методы анализа производственного травматизма ?

9. В чем заключается статистический метод анализа производственного травматизма?

10. Как определяется коэффициент частоты травматизма?

11. Как определяется коэффициент тяжести травматизма?

12. Как определяется коэффициент календарной повторяемости несчастных случаев?

13. Как определяется коэффициент средней повторяемости несчастных случаев?

14. Как определяется коэффициент опасности работ?

15. В чем заключается экономический метод анализа производственного травматизма?

16. В чем заключается монографический метод анализа производственного травматизма?

17. В чем заключается топографический метод анализа производственного травматизма?

Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях

Расследование и учет несчастных случаев на производстве проводят в соответствии с “Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях”, утвержденного

Постановлением Министерства труда и социального раз-вития Российской Федерации от 24 октября 2002г. №73, а также статьями 227-231 Трудового кодекса РФ (ТК РФ).

Несчастный случай на производстве - это случай, происшедший с работающим вследствие воздействия опасного производственного фактора (для застрахованного – это страховой случай).

Несчастные случаи в зависимости от причин, места и времени происшествия делятся на две группы: несчастные случаи, связанные с работой и несчастные случаи, не связанные с работой (бытовые травмы).

Несчастные случаи, не связанные с производством, но происшедшие на производстве - это несчастные случаи, происшедшие при изготовлении предметов в личных целях, самовольном использовании транспорта предприятия, участии в спортивных мероприятиях на территории предприятия, при хищении имущества предприятия.

Бытовые несчастные случаи - это несчастные случаи, происшедшие в быту (дома) или при нахождении на предприятии вне рабочего времени.

Расследование несчастных случаев на производстве выполняется в соответствии с Трудовым кодексом РФ и «Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях», утверждённым постановлением Минтруда России № 73 от 24 октября 2002 года. Этим же постановлением утверждены формы документов, необходимых для расследования и учёта несчастных случаев на производстве.

Расследование несчастного случая может быть достаточно сложным процессом, поскольку интересы пострадавшего и работодателя часто не совпадают.

Действие нормативных актов по расследованию и учёту несчастных случаев на производстве распространяется на:

- работодателей - физических лиц, вступивших в трудовые отношения с работниками;
- уполномоченных работодателем лиц (представители работодателя);

- физических лиц, осуществляющих руководство организацией (руководители организации);
- физических лиц, состоящих в трудовых отношениях с работодателем;
- других лиц, участвующих с ведома работодателя в его производственной деятельности своим личным трудом, правоотношения которых не предполагают заключения трудовых договоров.

Расследованию подлежат травмы, в том числе причиненные другими лицами, включая:

- тепловой удар, ожог, обморожение;
- утопление; поражение электрическим током или молнией;
- укусы, нанесенные животными и насекомыми;
- повреждения, полученные в результате взрывов, аварий и т.п.

Расследованию и учёту подлежат несчастные случаи происшедшие:

- при исполнении трудовых обязанностей, в том числе во время коман-дировки, при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;
- на территории организации, в течение рабочего времени, в том числе во время следования на работу и с работы, а также в течение вре-мени, необходимого для приведения в порядок рабочего места;
- при следовании на работу или с работы на транспортном средстве работодателя, а также на личном транспортном средстве при использовании его в производственных целях;
- во время служебных поездок на общественном транспорте, а также при следовании по заданию работодателя к месту выполнения работ и обратно, в том числе пешком;
- при следовании к месту служебной командировки и обратно;
- при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междусменного отдыха;
- во время междусменного отдыха при работе вахтовым методом;
- при привлечении к участию в ликвидации последствий

чрезвычайных ситуаций.

Работники организации обязаны незамедлительно извещать руководство о каждом происшедшем несчастном случае, об ухудшении состояния своего здоровья в связи с проявлениями признаков острого заболевания.

О каждом страховом случае работодатель в течение суток обязан сообщить страховщику (фонд социального страхования).

О групповом несчастном случае (пострадало два и более человек), тяжёлом несчастном случае или несчастном случае со смертельным исходом, работодатель в течение суток обязан направить извещение соответственно:

1) о несчастном случае, происшедшем в организации:

- в соответствующую государственную инспекцию труда;
- в прокуратуру по месту происшествия несчастного случая;
- в федеральный орган исполнительной власти по ведомственной принадлежности;
- в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации;
- в организацию, направившую работника, с которым произошел несчастный случай;
- в территориальные объединения организаций профсоюзов;
- в территориальный орган государственного надзора, если несчастный случай произошел в организации (объекте), подконтрольной этому органу;
- страховщику.

2) о несчастном случае, происшедшем у работодателя - физического лица:

- в соответствующую государственную инспекцию труда;
- в прокуратуру по месту нахождения работодателя - физического лица;
- в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации;
- в территориальный орган государственного надзора, если

несчастный случай произошел на объекте, подконтрольном этому органу;

- страховщику.

О групповых несчастных случаях, тяжелых несчастных случаях и несчастных случаях со смертельным исходом также информируется Федеральная инспекция труда Минтруда России.

Если указанные несчастные случаи, произошли в организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты, то соответствующим образом информируются специально уполномоченные органы государственного надзора.

Для расследования несчастного случая на производстве в организации работодатель незамедлительно создает комиссию в составе не менее трех человек. Во всех случаях состав комиссии должен состоять из нечетного числа членов.

В состав комиссии включаются специалист по охране труда организации, представители работодателя, представители профсоюзного органа (коллектива), уполномоченный (доверенный) по охране труда. Комиссию возглавляет работодатель или уполномоченный им представитель. Состав комиссии утверждается приказом работодателя. Руководитель, непосредственно отвечающий за безопасность труда на участке, где произошел несчастный случай, в состав комиссии не включается.

В расследовании несчастного случая на производстве у работодателя - физического лица принимают участие указанный работодатель или уполномоченный его представитель, доверенное лицо пострадавшего, специалист по охране труда, который может привлекаться к расследованию несчастного случая и на договорной основе.

Несчастный случай на производстве, происшедший с лицом, направленным для выполнения работ к другому работодателю, расследуется комиссией, образованной работодателем, у которого произошел несчастный случай. В состав данной комиссии входит уполномоченный представитель работодателя, направившего это лицо.

Несчастные случаи, происшедшие на территории организации с работниками сторонних организаций при исполнении ими задания направившего их работодателя, расследуются комиссией, формируемой этим работодателем.

Несчастные случаи, происшедшие с работниками при выполнении работы по совместительству, расследуются комиссией, формируемой работодателем, у которого фактически производилась работа по совместительству.

Расследование несчастных случаев со студентами, проходящими произ-водственную практику (выполняющими работу под руководством работодателя), проводится комиссиями, формируемыми и возглавляемыми этим работодателем. В состав комиссии включаются представители образовательного учреждения.

Для расследования группового несчастного случая, тяжёлого несчастного случая и несчастного случая со смертельным исходом в комиссию дополнительно включаются:

- государственный инспектор труда, представители органа исполнительной власти субъекта РФ или органа местного самоуправления (по согласованию), представитель территориального объединения профсоюзов. Возглавляет комиссию государственный инспектор труда;
- по требованию пострадавшего (или его родственников) в расследовании несчастного случая может принимать участие его доверенное лицо;
- в случае острого отравления или радиационного воздействия, превысившего установленные нормы, в состав комиссии включается также представитель территориального центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора;
- при несчастном случае, происшедшем в организациях на объектах, подконтрольных территориальным органам Федерального горного и промышленного надзора России, состав комиссии утверждается руководителем

соответствующего территориального органа и возглавляет комиссию представитель этого органа;

- при групповом несчастном случае с числом погибших 5 и более человек в состав комиссии включаются также представители Федеральной инспекции труда, федерального органа исполнительной власти по ведомственной принадлежности и общероссийского объединения профсоюзов. Председателем комиссии является главный государственный инспектор труда по субъекту Российской Федерации, а на объектах, подконтрольных территориальному органу Федерального горного и промышленного надзора России, - руководитель этого территориального органа.

При крупных авариях с человеческими жертвами 15 и более человек расследование проводится комиссией, назначаемой Правительством России.

Расследование несчастных случаев (в том числе групповых), в результате которых пострадавшие получили повреждения, отнесенные в соответствии с установленными квалифицирующими признаками к категории легких, проводится в течение трех дней.

Расследование иных несчастных случаев проводится в течение 15 дней. В некоторых случаях председатель комиссии может продлить срок расследования, но не более чем на 15 дней. Несчастные случаи, о которых не было своевременно сообщено работодателю или в результате которых нетрудоспособность наступила не сразу, расследуются по заявлению пострадавшего в течение месяца.

Тяжелые несчастные случаи и несчастные случаи со смертельным исходом, происшедшие с лицами, выполнявшими работу на основе договора гражданско-правового характера, расследуются в установленном порядке государственными инспекторами труда на основании заявления пострадавшего (доверенного лица, членов его семьи).

В ходе расследования несчастного случая комиссия производит осмотр места происшествия, выявляет и опрашивает очевидцев несчастного случая и должностных лиц, знакомится с действующими в организации нормативными и

распорядительными документами, по возможности получает объяснения от пострадавшего.

Расследуются в установленном порядке и по решению комиссии могут квалифицироваться как не связанные с производством:

- смерть вследствие общего заболевания или самоубийства;
- смерть или иное повреждение здоровья, единственной причиной которых явилось алкогольное, наркотическое или иное токсическое опьянение (отравление) работника;
- несчастный случай, происшедший при совершении пострадавшим действий, квалифицированных правоохранительными органами как уголовное правонарушение.

При поступлении жалобы пострадавшего, выявлении сокрытого несчастного случая, установления нарушений порядка расследования и в некоторых иных случаях, государственный инспектор труда, независимо от срока давности несчастного случая, проводит дополнительное расследование.

Несчастные случаи, квалифицированные, как несчастные случаи на производстве, подлежат оформлению актом о несчастном случае на производстве по форме Н-1*.

Акт формы Н-1 составляется комиссией в двух экземплярах. При несчастном случае на производстве с застрахованным работником составляется дополнительный экземпляр акта формы Н-1.

При групповом несчастном случае на производстве акты формы Н-1 составляются на каждого пострадавшего отдельно.

В случае установления факта грубой неосторожности застрахованного работника, содействовавшей возникновению или увеличению размера вреда, причиненного его здоровью, в акте расследования указывается степень его вины в процентах, с учетом заключения профсоюзного или иного уполномоченного застрахованным представительного органа данной организации (не более 25%).

По результатам расследования каждого группового несчастного случая,

тяжелого несчастного случая или несчастного случая со смертельным исхо-дом составляется соответствующий акт в двух экземплярах.

Работодатель в трехдневный срок после завершения расследования несчастного случая на производстве обязан выдать пострадавшему один экземпляр утвержденного им и заверенного печатью акта формы Н-1. Вторые экземпляры акта с копиями материалов расследования хранятся в течение 45 лет работодателем.

При страховых случаях третий экземпляр утвержденного и заверенного печатью акта формы Н-1 работодатель направляет страховщику.

Каждый оформленный в установленном порядке несчастный случай на производстве регистрируются работодателем в журнале регистрации несчастных случаев на производстве и включаются в годовую форму федерального государственного статистического наблюдения за травматизмом на производстве.

В случае ликвидации организации или прекращения работодателем - физическим лицом предпринимательской деятельности оригиналы актов о расследовании несчастных случаев на производстве подлежат передаче на хранение правопреемнику, а при его отсутствии - соответствующему государственному органу.

Государственный надзор и контроль за соблюдением установленного порядка расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве осуществляется органами Федеральной инспекции труда.

Контрольные вопросы к пункту 3

1. Какие несчастные случаи считаются связанными с производством и подлежат расследованию и учету?
2. На кого распространяется действие Положения о порядке расследования и учета несчастных случаев?
3. Как должен действовать работодатель при возникновении несчастного случая на предприятии?
4. Что необходимо сделать сразу же после свершения несчастного

случая на произ-водстве?

5. Куда должен сообщить работодатель и в какие сроки о групповом несчастном случае или несчастном случае со смертельным исходом?

6. Кто несет ответственность за организацию и своевременное расследование и уче-та несчастных случаев?

7. Кто входит в комиссию по расследованию несчастных случаев, каковы ее обязанности?

8. В какие сроки должно быть проведено расследование несчастного случая?

9. Какие несчастные случаи квалифицируются как не связанные с производством?

10. Что делают при установлении грубой неосторожности пострадавшего?

11. В какие сроки и комиссией какого состава расследуются групповые несчастные случаи или со смертельным исходом?

12. Какие условия должен обеспечить работодатель для работы комиссии, проводя-щей расследование несчастного случая?

13. Каким документом оформляются несчастные случаи на производстве?

14. Какой организацией учитывается акт о несчастном случае?

15. В какие сроки и куда должны быть отправлены материалы расследования групповых несчастных случаев?

16. Какие организации и должностные лица разбирают разногласия при оформлении актов по форме Н - 1 ?

17. Каковы полномочия государственного инспектора по охране труда в случае нарушения порядка расследования несчастного случая?

Форма Н-1

Один экземпляр направляется
пострадавшему или его
доверенному лицу

УТВЕРЖДАЮ

_____
(подпись, фамилия, инициалы
работодателя
(его представителя))
"__" _____ 200_ г.

Печать

АКТ N ____
О НЕСЧАСТНОМ СЛУЧАЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

1. Дата и время несчастного случая _____
_____
(число, месяц, год и время происшествия
несчастного случая,
_____
количество полных часов от начала работы)
2. Организация (работодатель), работником которой является
(являлся) пострадавший _____
(наименование, место нахождения,
юридический адрес, ведомственная
и отраслевая
_____
принадлежность (ОКОНХ основного вида деятельности);
фамилия, инициалы работодателя -
_____
физического лица)
Наименование структурного подразделения _____
_____
3. Организация, направившая работника _____
_____
(наименование, место нахождения, юридический адрес,
отраслевая принадлежность)
4. Лица, проводившие расследование несчастного случая:
_____
(фамилия, инициалы, должности и место работы)
_____
5. Сведения о пострадавшем:
фамилия, имя, отчество _____
пол (мужской, женский) _____
дата рождения _____
профессиональный статус _____
профессия (должность) _____
стаж работы, при выполнении которой произошел несчастный случай
_____,
(число полных лет и месяцев)
в том числе в данной организации _____
(число полных лет и месяцев)
6. Сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда
Вводный инструктаж _____
(число, месяц, год)
Инструктаж на рабочем месте (первичный, повторный, внеплановый,

---------- -------
(нужное подчеркнуть)
целевой)

по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай _____
(число, месяц, год)
Стажировка: с "__" _____ 200_ г. по "__" _____ 200_ г.
_____
(если не проводилась - указать)
Обучение по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай: с "__" _____ 200_ г. по "__" _____ 200_ г. _____
(если не проводилось - указать)
Проверка знаний по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай _____
(число, месяц, год, N протокола)
7. Краткая характеристика места (объекта), где произошел несчастный случай
_____
(краткое описание места происшествия с указанием опасных и (или) вредных производственных
_____
факторов со ссылкой на сведения, содержащиеся в протоколе осмотра места несчастного случая)
_____
Оборудование, использование которого привело к несчастному случаю
_____
(наименование, тип, марка, год выпуска, организация - изготовитель)
8. Обстоятельства несчастного случая
_____
(краткое изложение обстоятельств, предшествовавших несчастному случаю, описание событий
_____
и действий пострадавшего и других лиц, связанных с несчастным случаем, и другие сведения,
_____
установленные в ходе расследования)
_____
_____
_____
8.1. Вид происшествия _____
_____
8.2. Характер полученных повреждений и орган, подвергшийся повреждению, медицинское заключение о тяжести повреждения здоровья
_____
8.3. Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного или наркотического опьянения _____
(нет, да - указать состояние и степень опьянения в соответствии с заключением по
_____
результатам освидетельствования, проведенного в установленном порядке)
8.4. Очевидцы несчастного случая _____
_____
(фамилия, инициалы, постоянное место жительства,

домашний телефон)
9. Причины несчастного случая _____
(указать основную
и сопутствующие причины
_____
несчастного случая со ссылками на нарушенные требования
законодательных и иных
_____
нормативных правовых актов, локальных нормативных актов)
_____
_____
_____
_____
10. Лица, допустившие нарушение требований охраны труда:
_____
(фамилия, инициалы, должность (профессия) с указанием
требований законодательных,
_____
иных нормативных правовых и локальных нормативных актов,
предусматривающих их
_____
ответственность за нарушения, явившиеся причинами
несчастного случая, указанными в п. 9
_____
настоящего акта; при установлении факта грубой
неосторожности пострадавшего указать
_____
степень его вины в процентах)
_____
Организация (работодатель), работниками которой являются данные
лица
_____
(наименование, адрес)
11. Мероприятия по устранению причин несчастного случая, сроки
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Подписи лиц, проводивших
расследование несчастного случая _____
(фамилии, инициалы, дата)
_____

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.О.ОО2 - 8О. Термины и определения.

2. Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях

3. И.М.Чижевский, Г.Б.Куликов, Ю.А.Сидорин. Охран труда в полиграфии. М., 1988.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7. СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Цель работы – ознакомиться со средствами защиты органов ды- хания и получить практические навыки их использования.

Теоретические положения

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) предназначены для защиты человека от попадания внутрь организма, на кожные покровы и повседневную одежду радиоактивных веществ (РВ), отравляющих веществ (ОВ) и бактериальных средств (БС).

По принципу применения средства индивидуальной защиты делятся:

– на средства защиты повседневного применения (промышленные СИЗ);

– средства защиты эпизодического применения (СИЗ для аварийных работ и пострадавших в очагах ЧС).

По объектам защиты средства индивидуальной защиты делятся:

– на средства защиты органов дыхания;

– средства защиты кожи.

По принципу действия средства индивидуальной защиты делятся:

– на фильтрующие (принцип фильтрации состоит в том, что воздух, необходимый для поддержания жизнедеятельности организма человека, очищается от вредных примесей при прохождении через средство защиты);

– изолирующие (средства защиты изолирующего типа полностью изолируют организм человека от окружающей среды с помощью материалов, непроницаемых для воздуха и вредных примесей).

По способу подачи воздуха различают средства индивидуальной

защиты делятся:

– с принудительной подачей воздуха;

– самовсасывающие.

По кратности использования средства индивидуальной защиты

- на СИЗ многократного использования;

- СИЗ однократного использования.

По способу изготовления средства индивидуальной защиты делятся:

- на средства, изготовленные промышленностью;

- простейшие средства, изготовленные из подручных материалов. Кроме средств индивидуальной защиты существуют медицинские средства защиты [1].

Средства защиты органов дыхания.

Фильтрующий противогаз.

Фильтрующий противогаз предназначен для защиты органов дыхания, глаз, кожи лица от воздействия ОВ, РВ, БС, (АХОВ), а также различных вредных примесей, присутствующих в воздухе.

В настоящее время имеются фильтрующие гражданские противогазы различной модификации и промышленные противогазы.

Для защиты населения наибольшее распространение получили фильтрующие противогазы: для взрослого населения – ГП-5 (ГП-5М), ГП-7 (ГП-7В); для детей – ПДФ-Ш, ПДФ-Д, ПДФ-2Ш, ПДФ-2Д, КЗД.

Гражданский противогаз (ГП-5). В состав комплекта входят два основных элемента: фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5 и лицевая часть ШМ-62у. Шлем-маска имеет 5 ростов (0, 1, 2, 3, 4). Кроме того, противогаз комплектуется сумкой, наружными утеплительными манжетами (НМУ-1) и коробкой с незапотевающими пленками (рис. 9.1) [2]. У него нет соединительной трубки.

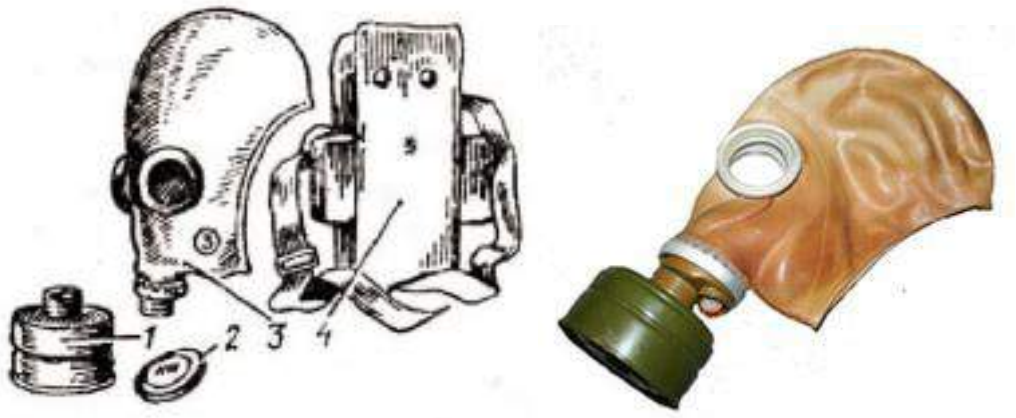


Рис. 7.1 Гражданский фильтрующий противогаз (ГП-5):

1 – фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5; 2 - коробка с незапотевающими пленками; 3 – лицевая часть ШМ-62у; 4 – сумка

Внутри фильтрующе-поглощающей коробки ГП-5 расположены противоаэрозольный фильтр и шихта. Лицевая часть ШМ-62у представляет собой шлем-маску, изготовленную на основе резины из натурального или синтетического каучука. В шлем-маску вмонтированы очковый узел и клапанная коробка. Клапанная коробка имеет один вдыхательный и два выдыхательных клапана и служит для распределения потоков воздуха. Незапотевающие пленки изготавливаются из целлюлозы и бывают односторонние (НП) и двусторонние (НПН). Они устанавливаются с внутренней стороны стекол противогаза желатиновым покрытием к глазам и фиксируются прижимными кольцами. Желатин равномерно впитывает конденсированную влагу, тем самым сохраняя прозрачность пленки.

Комплект из 6 пленок упакован в металлическую коробку. Утеплительные манжеты используются только зимой при температуре ниже – 10 °С. Манжета надевается на обойму очков с внешней стороны. Пространство между стеклами манжет и очков предохраняет очки шлем- маски от замерзания.

Гражданский противогаз (ГП-5М). В комплект противогаза входит шлем-маска (ШМ-66Му) с мембранной коробкой для переговорного устройства. В лицевой части сделаны сквозные вырезы для ушных раковин, что обеспечивает нормальную слышимость.

Подгонка противогаза начинается с определения требуемого роста лицевой части. Рост лицевой части типа ШМ-62у, ШМ-66Му определяется по величине вертикального обхвата головы путем ее измерения по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок. Измерения округляют до 0,5 см. До 63 см берут нулевой рост, от 63,5 до 65,5 см – первый, от 66 до 68 см – второй, от 68,5 до 70,5 см – третий, от 71 см и более – четвертый.

Перед применением противогаз следует проверить на исправность и герметичность. Осматривая лицевую часть, следует определить ее целостность, обратив внимание на стекла очкового узла. После этого нуж- но проверить клапанную коробку, состояние клапанов. Они не должны быть покороблены, засорены или порваны. На фильтрующе-поглощающей коробке не должно быть вмятин, проколов, в горловине – повреждений. Обращается внимание на то, чтобы в коробке не пересыпались зерна поглотителя.

Наиболее совершенными в настоящее время являются противогазы ГП-7 и ГП-7В. Их основными отличиями являются: более совершенная конструкция и форма шлем-маски, обеспечивающая возможность безопасного приема воды, жидких лекарств, других жидкостей в зараженной зоне без снятия маски. Наличие в комплекте фильтрующе-поглощающих коробок обеспечивает защиту от конкретных видов твердых химических веществ (ТХВ), а также увеличенные сроки работоспособности. Ростовка лицевой части предусматривает три размера. Как и другие типы противогазов, они состоят из фильтрующе- поглощающей коробки и лицевой части.

Гражданский противогаз (ГП-7). В комплект противогаза входят фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к, лицевая часть в виде маски МГП, сумка, защитный трикотажный чехол, коробка с незапотевающими пленками, утеплительные манжеты. Его масса в комплекте без сумки – около 900 г (фильтрующе-поглощающая коробка – 250 г, лицевая часть – 600 г).

Фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к по конструкции аналогична коробке ГП-5, но с улучшенными характеристиками, уменьшено ее сопротивление, что облегчает дыхание. Лицевая часть МГП представляет собой маску объемного типа с «независимым» обтюратором, с наголовником (предназначен для закрепления лицевой части) в виде резиновой пластины с пятью лямками (лобная, две височные, две щечные), с очковым узлом, переговорным устройством (мембраной), узлами клапана вдоха и выдоха, прижимными кольцами для закрепления незапотевающих пленок (рис. 9.2) [2]. «Независимый» обтюратор представляет собой полосу тонкой резины и служит для создания надежной герметизации лицевой части на голове. При этом механическое воздействие лицевой части на голову очень незначительно. На каждой лямке с интервалом в 1 см нанесены упоры ступенчатого типа, которые предназначены для надежного закрепления их в пряжках. У каждого упора имеется цифра, указывающая его порядковый номер. Это позволяет точно фиксировать нужное положение лямок при подгонке маски. Нумерация цифр идет от свободного конца лямки к затылочной пластине. Гидрофобный трикотажный чехол надевается на фильтрующе-поглощающую коробку и предохраняет ее от заражения, снега, пыли и влаги.



Рис. 7.2. Противогаз ГП-7:

1 – лицевая часть; *2* – фильтрующе-поглощающая коробка; *3* – сумка; *4* – коробка с незапотевающими пленками; *5* – трикотажный чехол; *6* – утеплительные манжеты

Гражданский фильтрующий противогаз (ГП-7, ГП-7В, ГП-7ВМ) – это одна из самых последних и совершенных моделей противогазов для населения. В реальных условиях он обеспечивают высокую защиту от паров отравляющих веществ нервнопаралитического действия (типа зарин, зоман и др.), общеядовитого действия (хлорциан, синильная кислота и др.), радиоактивных веществ (радионуклидов йода и его органических соедине- ний (типа йодистый метил и др.)); от капель отравляющих веществ кожно- нарывного действия (иприт и др.), бактериальных, аварийных химически опасных веществ (АХОВ). ГП-7 имеет малое сопротивление дыханию, обеспечивает надежную герметизацию и небольшое давление лицевой час- ти на голову. Благодаря этому им могут пользоваться люди старше 60 лет и больные с легочными и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Подбор лицевой части необходимого типоразмера ГП-7 осуществляется на основа- нии результатов измерения мягкой сантиметровой лентой горизонтального и вертикального обхвата головы.

Правила определения размера противогаза.

Для определения размера противогаза нужно знать горизонталь- ный и вертикальный обхват головы. Горизонтальный обхват измеряется по замкнутой линии, которая проходит спереди по надбровным дугам, сбоку чуть выше (на 2–3 см) ушной раковины и сзади по наиболее выступающей части головы. А вертикальный обхват можно определить посредством из- мерения длины вертикальной линии, проходящей через подбородок, щеки и макушку. Полученные измерения следует округлить так, чтобы послед- няя цифра была 0 или 5. Затем нужно сложить оба результата и посмот- реть, какой размер противогаза вам нужен [3]:

- менее 1190 мм – первый размер;
- от 1195 до 1210 мм – второй размер;
- от 1215 до 1235 мм – третий размер;
- от 1240 до 1260 мм – четвертый размер;
- от 1265 до 1285 мм – пятый размер;

- от 1290 до 1310 мм – шестой размер.

Надевается противогаз после сигнала «Химическая тревога» по команде «Газы», либо по своей инициативе. Вынув противогаз из специальной сумки, следует взять шлем-маску за его нижнюю часть так, чтобы большие пальцы рук находились снаружи, а остальные были внутри. Далее нужно приложить нижнюю часть шлема-маски под подбородок и натянуть его на голову резким движением рук вверх.

Учитывая то, что операции, которые описаны выше, придется проводить вслепую, нужно достаточно долго тренироваться. Хотя все зависит от человека и степени его обучаемости. Хорошо попрактиковавшись, можно приблизиться к армейским нормативам на надевание противогаза – около 7–10 с. Наличие у противогаза переговорного устройства (мембра- ны) обеспечивает четкое понимание передаваемой речи, значительно облегчает пользование средствами связи (телефон, радио).

Гражданские противогазы ГП-7В, ГП-7ВМ, УЗС-ВК, КЗД-6, фильтр ДОТ, фильтр ВК, ДПГ-3 (рис. 7.3). ГП-7В отличается от ГП-7 тем, что в нем лицевая часть МГП-В имеет устройство для приема воды, пред- ставляющее собой резиновую трубку с мундштуком и ниппелем.

ГП-7ВМ отличается от ГП-7В тем, что маска М-80 имеет очковый узел в виде трапециевидных изогнутых стекол, обеспечивающих возможность работы с оптическими приборами.

Гражданский фильтрующий противогаз ГП-7 обеспечивает защиту органов дыхания, глаз и кожи лица человека от вредных веществ и приме- сей, находящихся в воздухе. Это проверенная временем и надежная модель противогаза для гражданского населения.






а *б* *в* *г*



д *е* *ж*

Рис. 7.3. Гражданские противогазы:

а – ГП-7(В, ВМ); *б* – УЗС-ВК; *в* – ПДФ-2; г – КЗД-6; *д* – фильтр ДОТ; *е* – фильтр ВК; *ж* – ДПГ-3;

Подбор лицевой части необходимого типоразмера ГП-7 осуществляется на основании результатов измерения мягкой сантиметровой лентой горизонтального и вертикального обхвата головы. Горизонтальный обхват определяется измерением головы по замкнутой линии, проходящей спереди по надбровным дугам, сбоку на 2–3 см выше края ушной раковины и сзади через наиболее выступающую точку головы. Вертикальный обхват определяется измерением головы по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок. Измерения округляются с точностью до 5 мм. По сумме двух измерений устанавливают нужный типоразмер (табл. 7.0). [4].

Правильно подобранная шлем-маска (маска) должна плотно прилегать к лицу и исключать возможность проникновения наружного воздуха в органы дыхания, минуя фильтрующе-поглощающую коробку.

Таблица 7.0

Типоразмеры противогазов

Рост лицевой части		1		2		3		
Положение упоров лямок	ГП-7, ГП-7В	4-8-8	3-7-8	3-7-8	3-6-7	3-6-7	3-5-6	3-4-5
	ГП-7ВМ	4-8-6	3-7-6	3-7-6	3-6-5	3-6-5	3-5-4	3-4-3
Сумма горизонтального и вертикального обхвата головы		До 1185	1190–1210	121–1235	1240–1260	1265–1285	1290–1310	1310 и более

*Примечание. П*оложение лямок наголовника устанавливают при подгонке противогаза.

Противогаз УЗС-ВК – аварийно-спасательное средство многоразового действия, применяется для защиты органов дыхания человека от вредных веществ, может использоваться во всех климатических зонах.

Противогаз ПДФ-2 предназначен для защиты органов дыхания, зрения и лица детей (старше 1,5 года) от отравляющих веществ (ОВ), опасных биологических веществ (ОБВ), радиоактивной пыли (РП).

Камера защитная детская (КЗД-6) предназначена для защиты детей в возрасте до 1,5 года от отравляющих веществ, радиоактивной пыли и бактериальных средств. Детская защитная камера похожа на обычную сумку, поэтому переносить ребенка в ней очень удобно.

Дополнительный патрон (ДПГ-3) предназначен для использования в комплекте с ГП-7, ГП-7В и детскими противогазами, для защиты органов дыхания, кожи лица и глаз человека от сильнодействующих ядовитых веществ: аммиака, диметиламина, нитробензола.

Фильтр ДОТ соответствует новым ГОСТам, гармонизированным с европейскими стандартами EN141, EN143. Он значительно эффективнее по сравнению с противогазовыми коробками, выпускаемыми по старым ГОСТа, за счет уникальных поглотителей от отравляющих веществ, опас- ных биологических веществ, радиоактивной пыли, сильнодействующих ядовитых веществ.

Фильтр ВК предназначен для очистки вдыхаемого воздуха от органических газов и паров с температурой кипения выше 65 ^{o}C (циклогек- сан, бензол, ксилол, толуол, бензин, керосин, галоидоорганические соеди- нения (хлорпикрин, хлорацетофенон и т. п.), нитросоединения бензола).

Промышленные противогазы. Существует несколько марок промышленных фильтрующих противогазов, которые являются индивидуальным средством защиты органов дыхания и зрения рабочих различных отраслей промышленности, сельского хозяйства от воздействия

вредных веществ (газы, пары, пыль, дым и туман), присутствующих в воздухе.

Запрещается применять промышленные противогазы при недостатке кислорода в воздухе (менее 18 %), например при работах в емкостях, цистернах, колодцах и других изолированных помещениях.

Не допускается применение промышленных противогазов для защиты от низкокипящих жидкостей, плохо сорбирующихся органических веществ, например метана, этилена, ацетилена. Не рекомендуется работать в таких противогазах, если состав газов и паров вредных веществ неизвестен (Рис. 7.4).



ППФМ-92 ПФМГ-96 ПФСГ-98 ППФ-95

Рис. 7.4. Промышленные противогазы

Противогазы ППФМ-92, ПФМГ-96, ПФСГ-98 предназначены для защиты органов дыхания, глаз и лица человека от вредных газо- и парооб- разных веществ и аэрозолей, присутствующих в воздухе рабочей зоны. ППФ-95 предназначены для защиты органов дыхания, зрения и лица рабо- чих различных отраслей промышленности и сельского хозяйства от воз- действия вредных газов, паров, пыли, дыма и тумана, присутствующих в воздухе. Фильтрующие противогазы надежны в атмосфере, содержащей не менее 18 % кислорода.

Промышленный противогаз состоит из снаряженной коробки, лицевой части (шлем-маски) с соединительной трубкой и сумки. Фильтрующая коробка служит для очистки воздуха, вдыхаемого человеком, от ядовитых веществ и вредных примесей. В зависимости от состава этих примесей она может содержать один или несколько специальных поглотителей или сочетание поглотителя с аэрозольным фильтром. При этом коробки строго специализированы по составу поглотителей, а поэтому отличаются друг от

друга окраской и маркировкой. Шлем-маски промышленных противогазов изготавливаются пяти ростов – 0, 1, 2, 3, 4. Чтобы подобрать шлем-маску, надо мягкой сантиметровой линейкой произвести два измерения головы. Вначале определить длину круговой линии, проходящей по подбородку, щекам и через высшую точку головы (макушку). Затем измерить длину полуокружности, проходящей от отверстия одного уха к отверстию другого по лбу через надбровные дуги. Результаты двух обмеров суммируют и находят требуемый рост шлем-маски.

При сумме до 93 см размер нулевой, от 93 до 95 см – первый, от 95 до 99 см – второй, от 99 до 103 см – третий, от 103 и выше – четвертый [4].

Противогазы комплектуют коробками двух размеров (большая и малая) и трех типов: без аэрозольного фильтра, с аэрозольным фильтром (на коробке белая вертикальная полоса), без аэрозольного фильтра с уменьшенным сопротивлением дыханию (имеет индекс 8 в маркировке). В зависимости от вида вредного вещества выпускают коробки следующих марок: А, В, Г, Е, КД, СО, М (табл. 9.2) [5].

Коробки марок А, В, Г, Е, КД изготавливаются как с аэрозольными фильтрами, так и без них; коробка БКФ – только с аэрозольными фильтрами; коробки СО и М – без аэрозольных фильтров. Белая вертикальная полоса на коробке означает, что она оснащена аэрозольным фильтром.

Таблица 7.1

Характеристика промышленных противогазов

Марка противогаза	Маркировка и окраска	Соединения, от которых защищают ПП
А	Коричневая	Пары органических соединений (бензин, керосин, ацетон, бензол, толуол, ксилол, сероуглерод, спирты, эфиры, галоидоорганические соединения, нитросоединения бензола и его гомологи, тетроэтилсвинец, фосфор- и хлорорганические ядохимикаты)

Продолжение табл. 7.1

Марка противогаза	Маркировка и окраска	Соединения, от которых защищают ПП
В	Желтая	Кислые газы и пары (диоксида серы, гидрид серы, хлор, циан гидрида, окислы азота, хлориды водорода, фосген), фосфор- и хлорорганические ядохимикаты
Г	Черно-желтая	Пары ртути и ртутьорганическе ядохимикаты на основе этилмеркурхлорида
Е	Черная	Гидрид мышьяка и гидрид фосфора
К	Зеленая	Аммиак, а также пыль, дым, туман
КД	Серая, с бе- лой поло- сой	Аммиак и сероводород
БКФ	Защитная, с белой полосой	Кислые газы и пары, пары органических веществ, гидрид мышьяка, гидрид фосфора, пыль, дым, туман
СО	Белая	Оксид углерода
М	Красная	Оксид углерода в присутствии паров органических ве- ществ, кислые газы, аммиак, гидрид мышьяка, гидрид фосфора, пары органических соединений (бензин, керо- син, ацетон, бензол, ксилол, сероуглерод, толуол, спирты, эфиры, анилин, соединения бензола и его гомологи)
П-2У	Красная с белой поло- сой	Пары карбонилов никеля и железа, оксид углерода и со-путствующие аэрозоли
Б	Синяя	Бороводороды: диборан, пентаборан, этилентаборан, ди-этилдекаборан и их аэрозоли
УМ	Защитная	Пары и аэрозоли гептила, амил, самин, нитромеланж, амидол
ГФ	Голубая	Газообразный гексафторид урана, фтор, фтористый водо- род, радиоактивные аэрозоли

Пользование противогазом. Подобрав шлем-маску, ее обязательно

примеряют. Новую лицевую часть предварительно необходимо протереть снаружи и внутри чистой тряпочкой или тампоном ваты, смоченным в воде, а клапаны выдоха продуть. Шлем-маску, бывшую в употреблении, следует отсоединить от коробки, протереть двухпроцентным раствором формалина или промыть водой с мылом и просушить.

При сборке противогаза шлем-маску берут в левую руку за клапанную коробку, а правой рукой ввинчивают до отказа фильтрующе- поглощающую коробку навинтованной горловиной в патрубок клапанной коробки шлем-маски.

При переводе противогаза в «боевое» положение необходимо:

– снять головной убор и зажать его между коленями или положить рядом;

– убрать волосы со лба и висков, женщинам следует гладко

– зачесать волосы назад, заколки и украшения снять (их попадание под обтюратор приведет к нарушению герметичности);

– вынуть шлем-маску из сумки, взять ее обеими руками за утолщенные края у нижней части так, чтобы большие пальцы рук были с наружной стороны, а остальные – внутри. Подвести шлем-маску к подбородку и резким движением рук вверх и назад натянуть ее на голову так, чтобы не было складок, а очки пришлись против глаз (ГП-5, ГП-5М);

– для правильного надевания ГП-7 надо взять лицевую часть обеими руками за щечные лямки так, чтобы большие пальцы захватывали их изнутри. Задержать дыхание, закрыть глаза. Затем зафиксировать подбородок в нижнем углублении обтюратора и движением рук вверх и назад натянуть наголовник на голову и подтянуть до упора щечные лямки;

– сделать полный выдох (для удаления зараженного воздуха из-под шлем-маски, если он туда попал в момент надевания), открыть глаза и возобновить дыхание;

– надеть головной убор, застегнуть сумку и закрепить ее на туловище.

Дополнительные патроны

В результате развития химической и нефтехимической промышленности

в производстве увеличено применение химических веществ. Многие из них по своим свойствам вредны для здоровья людей. Их называют сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ).

С целью расширения возможностей гражданских противогазов по защите от СДЯВ для них введены дополнительные патроны (ДПГ-1 и ДПГ-3).

ДПГ-1 в комплекте с противогазом защищает от двуокиси азота, метила хлористого, окиси углерода и окиси этилена. ДПГ-3 в комплекте с противогазом защищает от аммиака, хлора, диметиламина, нитробензола, сероводорода, сероуглерода, синильной кислоты, тетраэтилсвинца, фенола, фурфурола, хлористого водорода.

Внутри патрона ДПГ-1 два слоя шихты – специальный поглотитель и гопкалит. В ДПГ-3 только один слой поглотителя. Чтобы защитить шихту от увлажнения при хранении, горловины должны быть постоянно закрытыми: наружная – с навинченным колпачком с прокладкой, внутренняя – с ввернутой заглушкой [6].

Изолирующие противогазы. Изолирующие противогазы (ИП) являются специальными средствами защиты органов дыхания, глаз и кожи лица от любых вредных примесей, находящихся в воздухе независимо от их свойств и концентраций. Они используются также в тех случаях, когда невозможно применение фильтрующих противогазов, например при наличии в воздухе очень высоких концентраций отравляющих веществ или любой вредной примеси, кислорода менее 16 %, а также при работе под водой на небольшой глубине. Виды противогазов представлены на Рис. 7.5.



ИП-4М ИП-6 ПДА-3М

Рис. 9.5. Изолирующие противогазы

Изолирующие противогазы используют в случае, когда фильтрующие противогазы не обеспечивают должной степени защиты, или когда в воздухе недостаточно кислорода. Источником кислорода в таком противогазе служит патрон, снаряженный специальным веществом. Для нужд населения выпускают ИП-4М, ИП-4МК, ИП-5, ИП-6, ИП-7, ПДА- 3М.

Действие изолирующих противогазов основано на использовании химически связанного кислорода. Они имеют замкнутую маятниковую схему дыхания: выдыхаемый воздух попадает в регенеративный патрон, вещество которое содержится в нем поглощает углекислый газ и влагу, а взамен выделяет необходимый для дыхания кислород. Затем дыхательная смесь попадает в дыхательный мешок. При вдохе газовая смесь из дыхательного мешка снова проходит через регенеративный патрон, дополнительно очищается и поступает для дыхания. Материалы, из которых изготовлены противогазы, не оказывают отрицательного воздействия на организм. Применение незапотевающих пленок, а при отрицательных температурах и утеплительных манжет сохраняет прозрачность стекол в течение всего времени работы в противогазе при любой физической нагрузке. Грантируется высокая эксплуатационная безопасность.

ИП-4М, ИП-4МК используют при авариях, стихийных бедствиях. ИП-5, ИП-6 предназначены для защиты органов дыхания, кожи лица и глаз человека в непригодной для дыхания атмосфере независимо от состава и концентрации вредных веществ в воздухе, а также при недостатке или отсутствии кислорода. Портативный дыхательный аппарат (ПДА-3М) предназначен для экстренной защиты органов дыхания, зрения и кожи лица человека в непригодной для дыхания атмосфере при эвакуации из опасной зоны, выполнении аварийных работ, а также в ожидании помощи [5].

По принципу действия изолирующие противогазы делятся на две группы: ИП-5); КИП-8).

- противогазы на основе химически связанного кислорода (ИП-4,

- противогазы на основе сжатого кислорода или воздуха (КИП-7, Исходя из принципа защитного действия, основанного на полной изоляции органов дыхания от окружающей среды, время пребывания в изолирующем противогазе зависит не от физико-химических свойств ОВ,РВ, БС и их концентраций, а от запаса кислорода и характера выполняемой работы.

Противогазы шланговые изолирующие презназначены для защиты органов дыхания, глаз и кожи человека от любых вредных примесей в воздухе независимо от их концентрации, а также для работы в условиях недостатка кислорода в воздухе рабочей зоны. Комплектуются возду- ходводящим шлангом длиной 10 или 20 м на барабане или в сумке.

Респираторы.

Респираторы представляют собой облегченное средство защиты органов дыхания от вредных газов, паров, аэрозолей и пыли (рис. 7.6).

Респираторы делятся на два типа. Первый – это респираторы, у которых полумаска и фильтрующий элемент одновременно служат и лицевой частью. Второй – это респираторы, которые очищают вдыхаемый воздух в фильтрующих патронах, присоединяемых к полумаске.



Рис. 7.6. Респираторы:

а – «Кама»; б – «Снежок»; в – У-2к; г – РП-КМ; д – Ф-62Ш; е – «Ас- тра 2»; ж – РПГ-67; з – РУ-6 Ом

Респираторы по назначению делят на следующие виды [5]:

противоаэрозольные – для защиты органов дыхания от пыли, дыма, тумана, содержащих токсичные, бактериальные и другие опасные элементы, за счет пропускания вдыхаемого воздуха через фильтр из специального материала (респираторы «Лепесток», «Кама», «Снежок-П», У-2к, «Астра-2», Ф-62ш, РПА-1 и др.). Для фильтров в таких респираторах ис- пользуют материалы типа ФП (фильтр Петрянова), обладающие высокой эластичностью, механической прочностью, большой пылеемкостью, стой- костью к химическим агрессивным веществам и прекрасными фильтрую- щими свойствами;

противогазовые – для защиты от паров и газов за счет фильтрования вдыхаемого воздуха через фильтрпатроны различных марок, различающихся составом адсорбирующего материала. При этом фильтр-патрон каждой марки защищает от газов только определенного вида (РПГ-67);

универсальные – одновременно защищают от аэрозолей и отдель- ных видов газов и паров. Респираторы имеют противоаэрозольный фильтр и сменные противогазовые патроны разных марок (РУ-60м) или противо- газовые фильтры из ионообменного волокнистого материала («Снежок- ГП», «Лепесток-Г»).

По конструктивному оформлению различают респираторы двух типов:

фильтрующие маски – их фильтрующий элемент одновременно служит лицевой частью;

патронные – самостоятельно выполненные лицевая часть и фильтрующий элемент.

По характеру вентилирования подмасочного пространства респи- раторы делят на бесклапанные (вдыхаемый и выдыхаемый воздух прохо- дит через фильтрующий элемент) и клапанные (вдыхаемый и выдыхаемый воздух движется по различным каналам благодаря системе клапанов вдоха и выдоха).

В зависимости от срока службы различают респираторы одноразо- вого (типа «Лепесток», «Кама», У-2к и т. п.) и многоразового пользования, в которых предусмотрена возможность замены фильтров или их много- кратная регенерация (Ф-62ш, «Астра-2», РУ-60м и др.).

Респираторы ШБ-1, «Лепесток-5», «Лепесток-40» и «Лепесток-200» одинаковы и представляют собой сплошную легкую полумаску- фильтр из материала ФПП (фильтрующее полотно Петрянова). В нерабо- чем состоянии респиратор имеет вид круга. Каркасность его в рабочем со- стоянии обеспечивают пластмассовая распорка и алюминиевая пластина. Плотное прилегание респиратора к лицу достигается при помощи резино- вого шнура, вшитого в периметр круга, а также благодаря электростатиче- скому заряду материала ФПП, который образует полосу обтюрации. На го- лове респиратор крепят четырьмя шнурами.

Противоаэрозольные респираторы. В качестве фильтров в респираторах используют тонковолокнистые фильтровальные материалы. Наибольшее распространение получили полимерные фильтровальные материалы типа ФП (фильтр Петрянова) благодаря их хорошей эластичности, большой пылеемкости, а главное, высоким фильтрующим свойствам. Важной отличительной особенностью материалов ФП, изготовленных из перхлорвинила и других полимеров, обладающих изоляционными свойствами, является то, что они несут электростатические заряды, которые резко повышают эффективность улавливания аэрозолей и пыли.

Респиратор противопылевый У-2К (в гражданской обороне Р-2) обеспечивает защиту органов дыхания от силикатной, металлургической, горнорудной, угольной, радиоактивной и другой пыли, от некоторых бактериальных средств, дустов и порошкообразных удобрений, не выделяющих токсичные газы и пары. Использовать респиратор целесообразно при кратковременных работах небольшой интенсивности и запыленности воздуха. Не рекомендуется применять, когда в атмосфере сильная влага.

Респиратор представляет собой фильтрующую полумаску, наружный фильтр которой изготовлен из полиуретанового поропласта зеленого цвета, а внутренняя его часть – из тонкой воздухонепроницаемой полиэтиленовой пленки, в которую вмонтированы два клапана вдоха (рис. 9.7). Клапан выдоха размещен в передней части полумаски и защищен экраном. Между поропластом и полиэтиленовой пленкой расположен второй фильтрующий слой из материала ФП. Для плотного прилегания респиратора к лицу в области переносицы имеется носовой зажим – фигурная алюминиевая пластина. Респиратор крепится при помощи регулируемого оголовья.



Рис. 7.7. Респираторы У-2К (Р-2)

Респираторы У-2К изготавливаются трех ростов, которые обозначаются на внутренней подбородочной части полумаски. Определение роста производится путем измерения высоты лица человека, т. е. расстояния между точкой наибольшего углубления переносицы и самой нижней точкой подбородка. При величине измерения от 99 до 109 мм берут первый рост, от 109 до 119 мм – второй, от 119 и выше – третий.

Принцип действия респиратора основан на том, что при вдохе воздух последовательно проходит через фильтрующий полиуретановый слой маски, где очищается от грубодисперсной пыли, а затем через фильтрующий полимерный материал (ФП), в котором происходит очистка воздуха от тонкодисперсной пыли. После очистки вдыхаемый воздух через клапаны вдоха попадает в подмасочное пространство и в органы дыхания.

При выдохе воздух из подмасочного пространства выходит через клапан выдоха наружу.

Чтобы подогнать респиратор У-2К (Р-2), нужно:

- вынуть его из полиэтиленового мешочка и проверить его исправность, надеть полумаску на лицо так, чтобы подбородок и нос разместились внутри нее, одна нерастягивающаяся тесьма оголовья располагалась бы на теменной части головы, а другая – на затылочной;
- с помощью пряжек, имеющихся на тесемках, отрегулировать их длину (для чего следует снять полумаску) таким образом, чтобы надетая полумаска плотно прилегала к лицу;
- на подогнанной надетой полумаске прижать концы носового зажима к носу.

Для проверки плотности прилегания респиратора к лицу необходимо плотно закрыть отверстия предохранительного экрана клапана выдоха ладо- нью и сделать легкий выдох. Если при этом по линии прилегания полумаски к лицу воздух не выходит, а лишь несколько раздувает респиратор, значит, он надет герметично. Если воздух проходит в области носа, то надо плотнее прижать концы носового зажима.

После снятия респиратора необходимо удалить пыль с наружной части полумаски с помощью щетки или вытряхиванием. Внутреннюю поверхность необходимо протереть и просушить, после чего респиратор необходимо вложить в полиэтиленовый пакет, который закрывается кольцом. Противоаэрозольный респиратор Ф-62Ш (однопатронный) – это средство индивидуальной защиты органов дыхания человека от различных видов промышленных пылей, он не защищает от газов, паров вредных ве- ществ, аэрозолей органических соединений. Предназначен для защиты от силикатной, металлургической, горнорудной, угольной, табачной пыли, пыли порошкообразных удобрений и интоксицидов, а также других видов пыли, не выделяющих токсичных газов. Широко применяется шахтерами. Респиратор противоаэрозольный ФА-2002

предназначен для защиты лица, глаз, органов дыхания от аэрозолей различной природы (пыль, дым, туман) при их суммарной концентрации не более 15 ПДК и при концентрации кислорода не менее 17 % (Рис. 7.8).



Ф-62Ш



ФА-2002

Рис. 7.8. Респираторы противоаэрозольные Ф-62Ш и ФА-2002

Универсальные респираторы

Газопылезащитные респираторы занимают как бы промежуточное положение между респираторами противопылевыми и противогазами. Они легче, проще и удобнее в использовании, чем противогаз. Однако защищают только органы дыхания при концентрации вредных веществ не более 10–15 ПДК. Глаза, лицо остаются открытыми. Вместе с тем такие респираторы во многих случаях довольно надежно предохраняют человека в газовой и пылегазовой среде.

Респиратор газопылезащитный РУ-60М (рис. 7.9) защищает органы дыхания от воздействия вредных веществ, присутствующих в воздухе одновременно в виде паров, газов и аэрозолей (пыли, дыма, тумана).



Рис. 7.9. Респиратор газопылезащитный (РУ-60М)

Запрещается применять эти респираторы для защиты от высокотоксичных веществ типа синильной кислоты, мышьяковистого, фосфористого, цианистого водорода, тетраэтилсвинца, низкомолекулярных углеводородов (метан, этан), а также от веществ, которые в парогазообразном состоянии могут проникнуть в организм через неповрежденную

кожу. Респиратор РУ-60М состоит из резиновой полумаски, обтюратора, поглощающих патронов (марки А, В, КД, Г), пластмассовых манжет с клапанами вдоха, клапана выдоха с предохранительным экраном и оголовья. С этими респираторами разрешается работать в средах, где концентрация пыли не более 100 мг/м^3.

Противогазовые респираторы. Респиратор противогазовый (РПГ-

67) – это средство индивидуальной защиты, применяется на предприятиях химической, металлургической и в других отраслях производства при концентрациях вредных веществ, не превышаю-

щих 10–15 ПДК.

Газодымозащитный комплект. Статистика показывает, что пожары с большим количеством человеческих жертв чаще всего встречаются в гостиницах, театрах, универсамах, ресторанах, вечерних клубах, учебных заведениях, на предприятиях, использующих легковоспламеняю- щиеся материалы.

Помещения быстро заполняются окисью углерода и другими токсическими газами. Люди гибнут от отравлений. Чтобы защитить органы дыхания и глаза от ядовитых газов, а голову человека от огня при выходе из горящего помещения, создан специальный газодымозащитный комплект (Рис. 9.10).



Рис. 9.10 Газодымозащитный комплект

Газодымозащитный комплект (ГДЗК) состоит из огнестойкого капюшона с прозрачной смотровой пленкой. В нижней части расположена эластичная манжета.

Внутри капюшона находится резиновая полумаска, в которой закреплен фильтрующе-сорбирующий патрон с клапаном вдоха. ГДЗК имеет регулируемое оголовье. При надевании следует широко растянуть эластичную манжету и накинуть капюшон на голову так, чтобы

манжета плотно облегала шею, при этом длинные волосы заправляются под капюшон. Очки можно не снимать. ГДЗК обеспечивает защиту от окиси углерода и цианистого водорода не менее 15 мин. Сопротивление при вдохе при 30 л/мин – не более 149 Па (15 мм вод. ст). Масса 800 г. Комплект хранится в картонной коробке в пакете из трехслойной полиэтиленовой пленки.

Капюшон «Феникс» предназначен для самостоятельной эвакуации из мест возможного отравления химически опасными и вредными вещест- вами. Защищает от продуктов горения, аэрозолей, паров и газов, опасных химических веществ, образующихся при аварийных ситуациях (Рис. 9.11).

Самоспасатели СИП-1, СПИ-20, СПФ, «Экстремал ПРО» (Рис. 9.11) предназначены для индивидуальной защиты органов дыхания и зрения человека от вредного воздействия непригодной для дыхания, токсичной и задымленной газовой среды. Применяются при экстренной эвакуации людей в случае террористических актов, а также с мест пожара в общественных зданиях, на транспорте, из жилых домов и т. п.






а *б* *в* *г*

Рис. 9.11. Самоспасатели:

а – СИП-1; б – СПИ-20; в – СПФ; г – капюшон «Феникс»; д – «Экстремал ПРО».

Самоспасатель противопожарный СИП-1 предназначен для защиты органов дыхания, зрения и головы при самостоятельной эвакуации из помещений (гостиниц, высотных зданий, вагонов) во время пожара или при других аварийных ситуациях, от любых вредных веществ независимо от их концентрации и при недостатке кислорода в воздухе.

Порядок выполнения работы

1. Записать название и цель работы.
2. Законспектировать виды и назначение противогазов в виде табл. 7.3.

Таблица 7.3

Виды и назначение противогазов

Наименование и марка	Назначение, вид веществ, от которых защищает	Комплектация	Примечание*
Фильтрующие противогазы			
Гражданские			
ГП-5			
…			

… т. д.			

*В примечании указать, для каких возрастных групп предназначен, особенности мар- ки и т. п.

3. Указать правила пользования противогазами.

4. Измерить при помощи гибкого сантиметра лицевую часть головы и подобрать для себя размер противогаза ГП-5 (ГП-7) по росту.

5. Измерить при помощи гибкого сантиметра высоту своего лица и подобрать размер респиратора У-2К.

6. Показать отчет преподавателю.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность жизнедеятельности : учеб. для вузов / С. В. Белов [и др.] ; под общ. ред. С. В. Белова. – М.: Высш. шк., 2009. – 616 с.

2. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера : учеб. пособие для вузов / В. А. Акимов [и др.]. – М. : Высш. шк., 2008. – 592 с.

3. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в чрез- вычайных ситуациях : учеб. пособие для вузов / Я. Д. Вишняков [и др.]. – М. : Академия, 2008. – 304 с.

4. Емельянов В. М., Коханов В. Н., Некрасов П. А. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие для вузов. – М. : Академический проект : Трикста, 2005. – 480 с.

5. Вознесенский В. В. Средства защиты органов дыхания и кожи. Противога- зы, респираторы и защитная одежда, основы их эксплуатации : учеб. пособие. – М. : Воен. знания, 2010. – 80 с.

6. Семенов С. Н., Лысенко В. П. Проведение занятий по гражданской обороне : метод. пособие. – М. : Высш. шк., 1990. – 96 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8. ИНЖЕНЕРНАЯ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЗАЩИТА. ВИДЫ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ В НИХ

Наименование работы: Действия населения при ЧС военного характера.

Цель: изучить действия населения при ЧС военного характера при угрозе применения радиационного, химического или биологического оружия, определить применяемые средства индивидуальной защиты, обосновать выбор защитных сооружений.

Время: 4 часа

Материально-техническое обеспечение: инструкционная карта, ручка, противогаз, респиратор, ватно-марлевая повязка

Методика выполнения

Задание:

1. Изучить индивидуальные средства защиты населения.

2. Изучить виды укрытий и правила поведения в убежищах и укрытиях.

3. Изучить применение СИЗ при угрозе применения химического и биологического оружия.

4. Отчет о работе оформить в виде плана-конспекта.

5. Заполнить таблицу.

№	ЧС	Опасность	Поражающие факторы	Основные средства защиты

Ядерное оружие – самое страшное оружие современности. Поражение людей при его применении зависит от того, где они находились в момент ядерного взрыва. Наиболее эффективным средством защиты от всех поражающих факторов ядерного оружия являются убежища (укрытия). Находясь в убежищах (укрытиях), необходимо постоянно держать в готовности к немедленному использованию средства индивидуальной защиты. Средства

индивидуальной защиты подразделяют на средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), средства индивидуальной защиты глаз (СИЗГ), средства индивидуальной защиты кожи (СИЗК). К средствам защиты органов дыхания человека относятся противогазы (фильтрующие (рис.8.1.) и изолирующие (рис.2.)) и респираторы (рис.3.), а также простейшие средства защиты – противопыльные тканевые маски (ПТМ-1) (рис.4.) и ватно-марлевые повязки (рис.5.), изготовляемые обычно силами самого населения.



Рис. 8.1 Фильтрующий противогаз

1-фильтрующе-поглощающая коробка; 2-лицевая часть противогаза; 3-очковой узел; 4-шихга (обеспечивает поглощение паров и газов, и токсичных в-в); 5-ПАФ (противоаэрозольный фильтр); 6-клапанная коробка.



Рис.8.2. Изолирующий противогаз

1-лицевая часть, 2-очковый узел, 3-соеденительная трубка, 4-регенераторный патрон, 5-пусковое устройство патрона, 6-дыхательный мешок, 7-каркас, 8-устройство для переговоров.

Порядок надевания противогаза:

1. По команде «Газы!» задержите дыхание, не вдыхая воздух.

2. Закрыть глаза.

3. Достать противогаз из противогазной сумки, левой рукой доставая противогаз, а правой держа сумку снизу.

4. Вынуть пробку-заглушку из противогазной коробки.

5. Перед надеванием противогаза расположить большие пальцы рук снаружи, а остальные внутри.

6. Приложить нижнюю часть шлем-маски на подбородок.

7. Резко натянуть противогаз на голову снизу-вверх.

8. Выдохнуть.

9. Необходимо, чтобы после не образовалось складок, очковый узел должен быть расположен на уровне глаз.

10. Перевести сумку на бок.

Снятие:

1. По команде «Отбой!» брать за фильтровальную коробку и, потянув сверху-вниз, снять его.

2. Убрать противогаз в противогазную сумку.

3. Застегнуть пуговицы.

Таблица 8.0

Подбор размера противогаза

Обхват головы	Размер противогаза
До 63	0
63,5-65,5	1
66-68	2
68,5-70,5	3
71 и более	4

В качестве защиты органов дыхания от радиоактивной пыли и различных вредных аэрозолей могут быть использованы респираторы. Они просты в применении, малогабаритны и рассчитаны на массовое применение. Широко используются при выполнении работ, связанных с пылеобразованием.

Респиратор представляет собой фильтрующую полумаску, снабженную двумя клапанами вдоха, клапаном выхода (с предохранительным экраном),

оголовьем, состоящим из эластичных растягивающихся (и не растягивающихся) тесемок, и носовым зажимом. Работать в нем можно до 12 ч

Респираторы Р-2 изготовляются трех ростов -1,2 и 3-го, которые обозначаются внутренней подбородочной части полумаски.

Простейшими средствами защиты органов дыхания человека от радиоактивной пыли и биологических средств (при действиях во вторичном облаке) являются противопыльная тканевая маска ПТМ-1 (рис.8.3).



Рис.8.3. Противопыльная тканевая маска

1-корпус маски, 2-смотровые отверстия, 3-крепления, 4-резиновая тесьма, 5-поперечная резинка, 6-завязки.

И ватно-марлевая повязка (рис.8.4.) От ОВ (отравляющих веществ) они не защищают. Их изготавливает преимущественно само население. Маска состоит из корпуса и крепления. Корпус шьется из двух одинаковых по форме тканевых фильтрующих половинок, собранных на 4-5 слоев. На нем имеются смотровые отверстия со вставленными стеклами. Крепится маска на голове при помощи вставленной резинки и двух завязок.

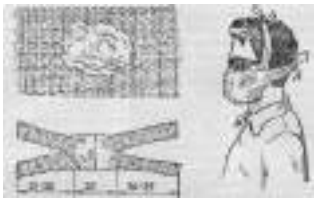


Рис.8.4. Ватно-марлевая повязка

Ватно-марлевая повязка изготовляется из куска марли размером 100 х50 см и ваты. На марлю накладывают слой ваты толщиной 2-3 см, длинной 30 см, шириной 20 см. Марлю с обеих сторон загибают и накладывают на вату. Концы марли разрезают на 30-35 см с каждой стороны, чтобы образовались две пары завязок. Марлевые повязки делают из 10-12 слоев марли. Они шьются также в

виде маски, закрывающей лицо или только подбородок, нос и рот. Для защиты глаз используются противопыльные очки.



Рис.8.5.Защитные очки

К средствам индивидуальной защиты глаз (СИЗГ), в первую очередь, относятся защитные очки, предохраняющие от пыли, твердых частиц, химически неагрессивных жидкостей и газов, от слепящего яркого света, ультрафиолетового, инфракрасного излучения и от сочетания излучений указанных видов с воздействия летящих твердых частиц, а так же очкизащищающие от лазерного излучения и других опасных факторов.

К **средствам индивидуальной защиты кожи (СИЗК)** относят защитную одежду фильтрующего и изолирующего типа. К изолирующим средствам защиты кожи относятся общевойсковой комплексный защитный костюм (ОКЗК), общевойсковой защитный комплекс (ОЗК) (рис.8.6.), легкий защитный костюм (Л-1) , защитный комбинезон или костюм.

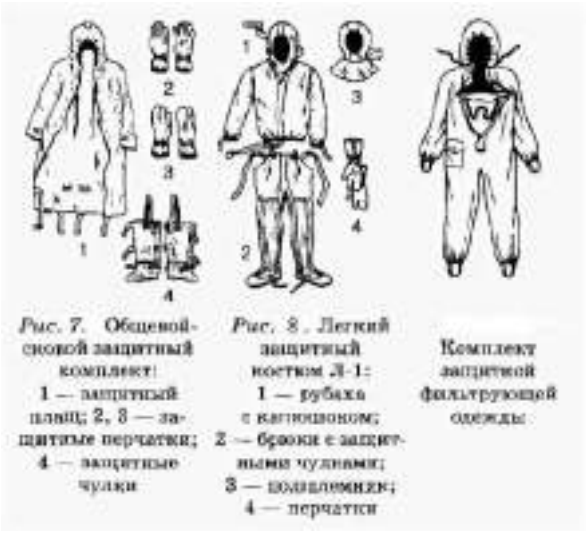


Рис. 7. Общевойсковой защитный комплект: 1 — защитный плащ; 2, 3 — защитные перчатки; 4 — защитные чулки

Рис. 8. Легкий защитный костюм Л-1: 1 — рубаха с капюшоном; 2 — брюки с защитными чулками; 3 — подшлемник; 4 — перчатки

Комплект защитной фильтрующей одежды

Рис. 8.6 Защитный костюм

Общевойсковой комплексный защитный костюм (ОЗК) предназначен для комплексной защиты от светового излучения и радиоактивной пыли, паров и аэрозолей ОВ и биологических аэрозолей. Он состоит из пропитанных специальным составом куртки, брюк, защитного белья, головного убора, подшлемника.

Простейшие средства защиты кожи применяются при отсутствии табельных средств. Может быть использована прежде всего производственная одежда (спецовка) – куртка и брюки, комбинезоны, халаты с капюшоном, сшитые из брезента, огнезащитной или прорезиненной ткани, грубого сукна. Они способны не только защищать от попадания на кожу людей радиоактивных веществ и биологических средств, но и не пропускать в течение некоторого времени капельножидких отравляющих веществ.

Обычная одежда, обработанная специальной пропиткой, может защищать и от паров отравляющих веществ. В качестве пропитки используют моющие средства или мыльно-масляную эмульсию. Основные представители неионогенных моющих средств – ОП-7 и ОП-10 (ОП-7иОП-10 - вспомогательные вещества, представляющие собой продукты обработки смеси моно- и диалкилфенолов окисью этилена. Вспомогательные вещества ОП-7 и ОП-10 относятся к неионогенным поверхностно-активным веществам. Применяются в качестве смачивающих, эмульсирующих, стабилизирующих поверхностно-активных веществ. Хорошо растворимы в воде). Синтетические моющие средства в чистом виде используются редко и служат исходным материалом для приготовления моющих средств, которые состоят из моющего вещества, активных добавок (соли фосфорной кислоты, сульфат натрия, метасиликат натрия и др.) и веществ, предохраняющих кожу (карбоксиметилцеллюлоза, дермоланы – высокомолекулярные циклические соединения, содержащие группы SO_2,NH_4,далгоны – конденсированные фосфаты).

Придать повседневной одежде защитные от отравляющих веществ свойства можно, пропитав ее раствором, который может быть приготовлен в домашних условиях. 2,5-3 л раствора, необходимого для пропитки одного комплекта одежды, можно получить если растворить 250-300 г измельченного хозяйственного мыла в 2-3 л горячей воды (60-70 ° С), добавить в раствор 0,5 л минерального (машинного) и другого масла и, подогревая,перемешивать раствор до получения однородной мыльно-масляной эмульсии. Одежду помещают в большую емкость (бак, ведро) и заливают раствором. Пропитанная одежда отжимается и просушивается (утюжке не подлежит).

В летную жаркую погоду необходимо соблюдать установленные сроки работы в защитной одежде. Зимой для предупреждения обмораживания следует надевать ее на ватник, использовать подшлемник, теплые портянки, в резиновые сапоги подкладывать теплые стельки, защитные перчатки одевать поверх обычных шерстяных или фланелевых. Обычно длительность пребывания людей в убежищах зависит от степени радиоактивного заражения местности. Если убежище находится в зоне заражения с уровнями радиации от 8 до 80 Р/ччерез один час после ядерного взрыва, то время пребывания в нем укрываемых людей составит от нескольких часов до одних суток (рис.8.7) .



Рис.8. 7. Ватно-марлевая повязка

В зоне заражения с уровнями радиации от 80 до 240 Р/ч нахождение людей в защитном сооружении увеличивается до 3 сут. В зоне заражения с уровнем радиации 240 Р/ч и выше это время составит 3 сут. и более. По истечении указанных сроков из убежищ (укрытий) можно перейти в жилые помещения. В течение последующих 1-4 сут. (в зависимости от уровней радиации в зонах

заражения) из таких помещений можно периодически выходить наружу, но не более чем на 3-4 ч в сутки.

В условиях сухой и ветреной погоды, когда возможно пылеобразование, при выходе из помещений следует использовать СИЗОД. Чтобы благополучно пережить указанные сроки пребывания в убежищах, необходимо иметь запасы продуктов питания (не менее чем на 4 сут. (крупы, сахар и соль, галеты, сухари, консервы, макаронные изделия, мука, сухофрукты, шоколад, подсолнечное масло, мед, варенье. уксус, вода)), питьевой воды (из расчета 3 л на человека в сутки), а также предметы первой необходимости и медикаменты.

Если в результате ядерного взрыва убежище (укрытие) окажется поврежденным, принимают меры к быстрому выходу из него, надев СИЗОД. Если основным и ли запасным выходом воспользоваться невозможно, приступают к расчистке одного из заваленных выходов или к проделыванию выхода. После выхода из очага ядерного поражения (зоны радиоактивного заражения) необходимо провести частичную дезактивацию и санитарную обработку, т.е. удалить радиоактивную пыль. При частичной дезактивации следует осторожно снять одежду, ни в коем случае не снимая СИЗОД. Встав спиной к ветру, вытряхнуть ее, развесить одежду на перекладине или веревке и обмести с нее пыль сверху вниз с помощью щетки или веника. Одежду можно выколачивать и палкой.

После этого следует продезактивировать обувь: протереть тряпками и ветошью, смоченными водой, очистить веником или щеткой. Резиновую обувь можно мыть. Противогаз дезактивируют в особой последовательности. Фильтрующе-поглощающую коробку вынимают из сумки, сумку тщательно вытряхивают. Затем тампоном, смоченным мыльной воде, моющим раствором или жидкостью из противохимического пакета обрабатывают фильтрующе-поглощающую коробку, соединительную трубку и наружную поверхность шлема-маски (маски). Лишь после этого противогаз снимают.

Противопыльные тканевые маски при дезактивации тщательно вытряхивают, чистят щетками, при возможности полощут или стирают в воде. Зараженные ватно-марлевые повязки сжигают. При частичной санитарной обработке открытые участки тела: руки, лицо, шею, глаза обмывают незараженной водой. Нос, рот и горло полощут. Важно, чтобы при обмывке лица зараженная вода не попала в глаза, рот и нос. При недостатке воды обработку проводят путем многократного протирания участков тела тампонами из марли (ваты, пакли, ветоши), смоченными незараженной водой. Протирание следует проводить сверху вниз. каждый раз переворачивая тампон чистой стороной. Зимой может использоваться незараженный снег.

Летом санитарную обработку можно организовать в реке или другом проточном водоеме. Частичная дезактивация и санитарная обработка, проводимые в одноразовом порядке, не всегда гарантируют полное удаление радиоактивной пыли. Потому после их проведения обязательно проводится дозиметрический контроль. Если заражение одежды и тела окажется выше допустимой нормы, частичные дезактивацию и санитарную обработку повторяют. В необходимых случаях проводится полная санитарная обработка. Своевременно проведенные частичные дезактивация и санитарная обработка могут полностью предотвратить или сильно снизить степень поражения людей радиоактивными веществами.

Если люди во время ядерного взрыва находятся вне убежища укрытия, следует использовать естественные ближайшие укрытия (рис.10). Если таких укрытий нет, надо повернуться к взрыву спиной, лечь на землю лицом вниз, руки спрятать под себя. Через 15-20 с. после взрыва, когда пройдет ударная волна, следует встать и немедленно надеть противогаз, респиратор или какое-либо другое СИЗОД. В случае отсутствия специальных средств следует закрыть рот и нос платком, шарфом или плотным материалом.

Задача состоит в том, чтобы исключить попадание внутрь организма радиоактивных веществ. Их поражающее действие бывает значительным в

течение длительного времени, поскольку выведение их из организма происходит медленно. Далее необходимо стряхнуть осевшую на одежду и обувь пыль, надеть имеющиеся средства защиты кожи.

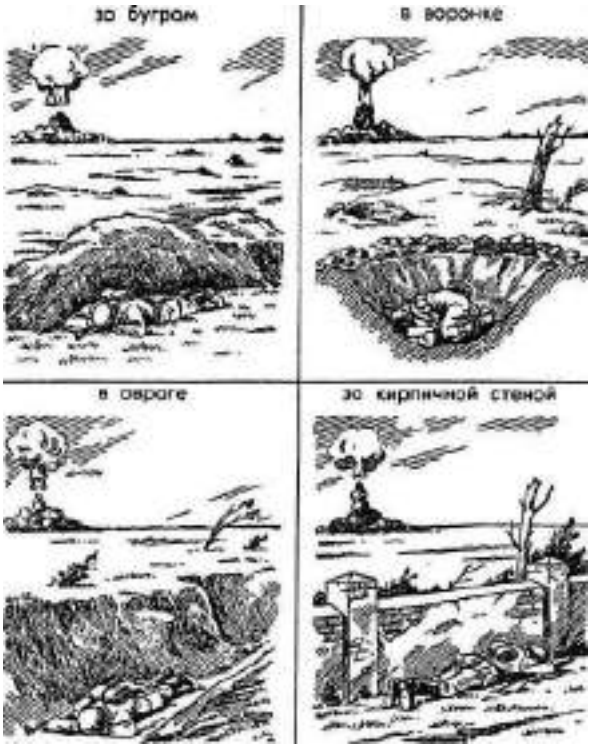


Рис 8.8 Естественные укрытия при внезапном ядерном взрыве

Для этого можно использовать имеющиеся одежду и обувь. Затем следует побыстрее покинуть очаг поражения или укрыться в ближайшем защитном сооружении.

Оставаться на зараженной радиоактивными веществами местности вне убежищ (укрытий), несмотря на использование средств индивидуальной защиты, опасно. Это сопряжено с возможностью облучения и, как следствие, развития лучевой болезни. В целях уменьшения возможности поражения радиоактивными веществами в зонах заражения запрещается принимать пищу, пить и курить. Приготовление пиши должно вестись на незараженной местности или, в крайнем случае, на местности, где уровень радиации не превышает 1 Р/ч. При выходе из очага поражения необходимо учитывать, что в результате ядерных взрывов разрушаются здания, сети коммунального хозяйства. При этом отдельные элементы зданий могут обрушиться через

некоторое время после взрыва. Продвигаться надо посередине улицы, стараясь возможно быстрее попасть в безопасное место. Нельзя трогать электропровода. Направление движения из очага поражения следует выбирать, ориентируясь на знаки ограждения, расставленные разведкой гражданской обороны. Они ведут всторону снижения уровней радиации. Двигаясь по зараженной территории, надо стараться не поднимать пыли, обходить лужи, не создавать брызг.

В результате применения химического оружия возникают очаги химического поражения-территории, в пределах которой в результате воздействия химического оружия произошли массовые поражения людей и сельскохозяйственных животных. Размеры очага зависят от масштаба и способа применения БТХВ (боевые токсичные химические вещества - это химические соединения, которые способны поражать людей и животных на больших площадях, проникать в различные сооружения, заражать местность и водоемы), его типа метеорологических условий, рельефа местности. Особенно опасны стойкие БТХВ нервнопаралитического действия. Их пары распространяются по ветру на довольно большое расстояние (15-25 км и более). Поэтому люди и животные могут быть поражены ими не только в районе применения химических боеприпасов, но и далеко за его пределами. Длительность поражающего действия БТХВ тем меньше, чем сильнее ветер и восходящие потоки воздуха. В лесах, парках, оврагах, на узких улицах они сохраняются дольше, чем на открытой местности. Современные отравляющие вещества обладают чрезвычайно высокой токсичностью.

При обнаружении признаков применения противником отравляющих веществ, далее ОВ (по сигналу «Химическая тревога») надо срочно надеть противогаз, а в случае необходимости - средства защиты кожи. Если поблизости имеется убежище, нужно укрыться в нем. Перед тем как войти в убежище, следует снять использованные средства защиты кожи и верхнюю одежду и оставить их в тамбуре убежища. Эта мера предосторожности исключает занос ОВ в убежище. Противогаз снимают после входа в убежище.

При пользовании укрытием, например, подвалом, не следует забывать, что оно м служить защитой лишь от попадания на кожные покровы и одежду капельножидких ОВ. Однако оно не защищает от паров или аэрозолей отравляющих веществ, находящихся в воздухе. Находясь в таких укрытиях, при наружном заражении обязательно надо воспользоваться противогазом. Находиться в убежище (укрытии) следует до получения распоряжения на выход из него. Когда такое распоряжение поступит, необходимо надеть требуемые средства индивидуальной защиты - противогазы и средства защиты кожи и выйти за пределы очага поражения по направлениям, обозначенным специальными указателями. Если нет ни указателей, ни постов, то двигаться следует перпендикулярно направлению ветра.

На зараженной ОВ территории надо двигаться быстро, но не пыль (брызги). Нельзя прислоняться к зданиям и прикасаться к окружающим предметам. Не следует наступать на видимые капли и мазки ОВ. На зараженной территории запрещается снимать противогазы и другие средства защиты. Особо осторожно нужно двигаться через парки, сады, огороды и поля. На листьях и ветках растений могут находиться осевшие капли ОВ, при прикосновении к ним можно заразить одежду и обувь, что может привести к поражению.

По возможности следует избегать движения оврагами и лощинами, через луга и болота, в этих местах возможен длительный застой паров ОВ. В городах пары ОВ могут застаиваться в замкнутых кварталах, парках, а также в подъездах и на чердаках домов. Зараженное облако в городе распространяется на наибольшие расстояния по улицам,тоннелям, трубопроводам.

ОВ на кожных покровах, одежде, обуви или средствах индивидуальной защиты необходимо немедленно снять их тампонами из марли или ваты; если таких тампонов нет, капли ОВ можно снять тампонами из бумаги или ветоши. Пораженные места следует обработать раствором из противохимического пакета или тщательно промыть теплой водой с мылом. После выхода из очага

химического поражения немедленно проводится полная санитарная обработка. Если это невозможно, проводятся частичные дегазация и санитарная обработка.

Очагом биологического поражения считаются территорииподвергшиеся непосредственному воздействию бактериальных (биологических) средств, создающих источник распространения инфекционных заболеваний. Заражение людей и животных происходит в результате вдыхания зараженного воздуха, попадания микробов или токсинов на слизистую оболочку и поврежденную кожу, употребления в пищу зараженных продуктов питания и воды.

Причиной заражения могут быть укусы зараженных насекомых и клещей, соприкосновения с зараженными предметами, ранения осколками боеприпасов, снаряженных БС (биологические средства поражения - общее название болезнетворных микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности, предназначенных для использования в системах биологического оружия с целью поражения людей, животных и растений). Заражение возможно также в результате непосредственного общения с больными людьми (животными). Ряд заболеваний быстро передается от больных людей к здоровым и вызывает эпидемии (чума, холера, тиф, грипп и др.). К основным средствам защиты населения от биологического оружия относятся вакциносывороточные препараты, антибиотики, сульфамидные и другие лекарственные вещества, используемые для специальной и экстренной профилактики инфекционных болезней.

Употребимы такие средства индивидуальной и коллективной защиты. Своевременное и правильное применение средств индивидуальной защиты и защитных сооружений предохранит от попадания БС в органы дыхания, на кожные покровы и одежду. Необходимо строгое соблюдение правил личной гигиены и санитарно-гигиенических требований к питанию и водоснабжению населения. Приготовление и прием питии должны исключать возможность ее заражения бактериальными средствами. Посуду необходимо мыть дезинфицирующими растворами или обрабатывать кипячением. В случае

применения противником биологического оружия возможно возникновение значительного количества инфекционных заболеваний.

Основными формами борьбы с эпидемиями являются обсервация и карантин. Делается это в тех случаях, когда примененные возбудители болезней относятся к особо опасным (чума, холера и др.). Карантинный режим предусматривает полную изоляцию очага поражения от окружающего населения. Это наиболее эффективный способ противодействия распространению инфекционных заболеваний. На внешних границах зоны карантина устанавливается вооруженная охрана, выход людей, вывод животных и вывоз имущества запрещаются. Транзитный проезд транспорта через очаги поражения запрещается. Объекты экономики переходят на особый режим работы со строгим выполнением противоэпидемических требований. Рабочие смены разбиваются на отдельные группы как можно более малочисленные по составу. Контакт между ними сокращается до минимума. Питание и отдых рабочих и служащих организуются по группам в специально отведенных для этого помещениях. Работа учебных заведений, зрелищных учреждений, рынков и т.д. прекращается. Людям не разрешается без крайней необходимости выходить их своих квартир. Продукты питания, вода и предметы первой необходимости доставляются им специальными командами.

При выполнении срочных работ вне зданий люди должны быть обязательно в средствах индивидуальной защиты. Если установленный вид возбудителя не относится к группе особо опасных, вместо карантина применяется обсервация. Она предусматривает медицинское наблюдение за очагом поражения и проведение необходимых лечебно-профилактических мероприятий. Изоляционно-ограничительные меры при обсервации менее строгие: организуются дезинфекция, дезинсекция и дератизация.

Дезинфекция имеет целью обеззараживание объектов внешней среды, которые необходимы для нормальной деятельности и безопасного нахождения людей. Для дезинфекции применяются растворы хлорной извести и хлорамина,

лизол, формалин, могут использоваться горячая вода (с мылом или содой) и пар.

Дезинсекция и дератизация-это мероприятия, связанные соответственно с уничтожением насекомых и истреблением грызунов, которые являются переносчиками инфекционных заболеваний. Для уничтожения насекомых применяют физические (кипячение, проглаживание накаленным утюгом и др.), химические (применение дезинсектирующих средств) и комбинированные способы.

Истребление грызунов в большинстве случаев проводят с помощью механических приспособлений (ловушек различных типов) и химических препаратов. После проведения дезинфекции, дезинсекции и дератизации проводится полная санитарная обработка лиц, принимавших участие в осуществлении названных мероприятий. При необходимости организуется санитарная обработка и остального населения.

Контрольные вопросы

1. Перечислите СИЗОД.

2. Перечислите СИЗ кожи.

3. Назовите порядок изготовления ВМП.

4. При каких опасностях используются индивидуальные средства защиты?

5. Что является основным средством защиты при угрозе применения ядерного оружия?

6. Что относится к основным средством защиты населения от биологического оружия?

7.Какие индивидуальные средства защиты применяются при химической угрозе?

8. Какие действия предполагает санитарная обработка?

9. В чем отличие дезинфекции от дезинсекции?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1.Косолапова Н.В. Основы безопасности жизнедеятельности: учебник / Н.В. Косолапова, Н.А. Прокопенко. – 3-е изд., стереот., - М.: Академия, 2013. – 320 с.: ил.

2. Безопасности жизнедеятельности: учебник / Е.А. Арустамов. – 9-е изд., стереот., - М.: Академия, 2013 с.: ис.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

по дисциплине

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Авторы: Гребенкин С.М.

Одобрена на заседании кафедры

Безопасности горного производства
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Елохин В.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 14.09.2021
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно-механического факультета
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 12.10.2021
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……3

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА……..…..4
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ……..……....….5
ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ОПАСНОСТЕЙ……...……..5
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОРМАЛЬНЫХ
СИТУАЦИЯХ……...5
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ……...……..5
ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И ТРАВМАТИЗМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ…….5
УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ…….5
СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА РАБОТНИКОВ…….,……..5
НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОХРАНЫ ТРУДА……. ……..5
ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА…….…… ……..6
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ……..……,,,,,……7
ЗАКЛЮЧЕНИЕ…….,,…..11
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ……,,..12

ВВЕДЕНИЕ

Современный человек живет в мире различного рода опасностей, т.е. явлений, процессов, объектов, постоянно угрожающих его здоровью и самой жизни. Не проходит и дня, чтобы газеты, радио и телевидение не принесли тревожные сообщения об очередной аварии, катастрофе, стихийном бедствии, социальном конфликте или криминальном происшествии, повлекших за собой гибель людей и громадный материальный ущерб.

По мнению специалистов, одной из причин создавшейся ситуации является недостаточный уровень образования – обучения и воспитания – человека в области обеспечения безопасной деятельности. Только постоянное формирование в людях разумного отношения к опасностям, пропаганда обязательности выполнения требований безопасности может гарантировать им нормальные условия жизни и деятельности.

В курсе БЖД излагаются теория и практика защиты человека от опасных и вредных факторов природного и антропогенного происхождения в сфере деятельности.

Данный курс предназначен для формирования у будущих специалистов сознательного и ответственного отношения к вопросам безопасности, для привития им теоретических знаний и практических навыков, необходимых для создания безопасных и безвредных условий деятельности в системе «человек – среда», проектирования новой безопасной техники и безопасных технологий, прогнозирования и принятия грамотных решений в условиях нормальных и чрезвычайных ситуаций.

В процессе изучения курса БЖД студенту предстоит решить следующие задачи: усвоить теоретические основы БЖД; ознакомиться с естественной системой защиты человека от опасностей; изучить систему искусственной защиты в условиях нормальных (штатных) и чрезвычайных (экстремальных) ситуаций; ознакомиться с проблемами заболеваемости и травматизма на производстве; изучить вопросы управления безопасностью деятельности.

Успешное изучение курса студентами возможно при наличии соответствующей учебной литературы. Предлагаемое вниманию студентов и преподавателей учебное пособие подготовлено в соответствии с учебной программой курса БЖД для студентов всех направлений и специальностей.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Она содержит названия разделов с указанием основных вопросов и разделов каждой темы. Каждая тема является основой вопросов на зачет. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература. При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.

2. По учебникам освойте каждый структурный элемент темы.

3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.

4. Ответьте на контрольные вопросы. При затруднениях в ответах на вопросы вернитесь к изучению рекомендованной литературы.

5. Законспектируйте материал. При этом конспект может быть написан в виде ответов на контрольные вопросы и упражнения.

При самостоятельной работе над указанными темами рекомендуется вести записи в конспектах, формируемых на лекционных занятиях по курсу, и в том порядке, в котором данные темы следуют по учебной программе.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Основные понятия и определения. Характеристика форм трудовой деятельности. Опасности среды обитания. Основные положения теории риска. Системный анализ безопасности. Принципы, методы и средства обеспечения безопасности.

ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ОПАСНОСТЕЙ

Анатомо-физиологическая характеристика человека. Анализаторы человека. Защитные механизмы организма.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОРМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

Гелиофизические и метеорологические факторы. Производственная пыль. Механические опасности. Опасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Механические колебания и волны. Электробезопасность. Электромагнитные излучения. Световой климат. Ионизирующие излучения. Световой климат. Ионизирующие излучения. Химические опасности. Биологические опасности. Психологические опасности. Экологические опасности. Социальные опасности. Санитарно-гигиенические требования к устройству и содержанию предприятий.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Общая характеристика чрезвычайных ситуаций. Стихийные бедствия. Аварии на особо опасных объектах экономики. Аварии на объектах горной промышленности и подземных геологоразведочных работ. Чрезвычайные ситуации, связанные с применением современных средств поражения. Прогнозирование и оценка обстановки при чрезвычайных ситуациях. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Устойчивость функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях. Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И ТРАВМАТИЗМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Заболеваемость. Травматизм. Методы анализа травматизма.

УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Правовые основы обеспечения безопасности деятельности. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий труда. Время отдыха. Подготовка работников к безопасному труду. Система управления охраной труда на предприятии. Экономические аспекты охраны труда.

СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА РАБОТНИКОВ

НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОХРАНЫ ТРУДА ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА

- **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Назовите основные термины теории безопасности деятельности, дайте их определения.
2. Охарактеризуйте основные формы трудовой деятельности.
3. Что понимают под опасностью среды обитания? Как классифицируют опасности?
4. Сформулируйте аксиому о потенциальной опасности деятельности.
5. В чем состоит идентификация (распознавание) опасности?
6. Что такое квантификация опасностей?
7. Назовите методы анализа безопасности деятельности.
8. Приведите примеры расчета производственного риска.
9. В чем заключается концепция приемлемого риска?
10. Что такое управление риском?
11. Охарактеризуйте системный анализ безопасности деятельности.
12. Перечислите принципы, методы и средства обеспечения безопасности.
13. Изложите сущность естественной системы защиты человека от опасностей.
14. Дайте анатомо-физиологическую характеристику человека.
15. Какова роль анализаторов человека в обеспечении безопасности его деятельности?
16. Опишите зрительный, слуховой и обонятельный анализаторы.
17. Опишите вестибулярный, кинестетический и кожный анализаторы.
18. Что понимают под защитными механизмами человеческого организма?
19. Охарактеризуйте действие гелиофизических и метеорологических факторов на человека.
20. Какое действие оказывают высокие и низкие температуры, повышенная и пониженная влажность на организм человека?

21. Как действуют на организм человека вредные газы и пары?
22. В чем заключается вредное действие производственной пыли на организм? Как ведется борьба с пылью?
23. Назовите средства индивидуальной защиты работающих от пыли.
24. Как классифицируют механические опасности?
25. Перечислите методы и средства защиты от механических опасностей.
26. Укажите, как обеспечивается безопасность при эксплуатации сосудов, работающих под давлением.
27. Охарактеризуйте действие инфразвука и ультразвука на организм и меры защиты от них.
28. Объясните действие шума на организм. Перечислите методы и средства коллективной и индивидуальной защиты от шума.
29. Как борются с вибрацией на горных предприятиях?
30. Объясните действие электрического тока на организм человека.
31. Укажите опасности, связанные с применением электрического тока на горных предприятиях.
32. Назовите основные меры безопасности при эксплуатации электроустановок.
33. Перечислите средства индивидуальной защиты от поражения электрическим током.
34. В чем состоит молниезащита зданий и сооружений?
35. Назовите способы защиты работающих от воздействия электрических и электромагнитных полей.
36. Укажите меры защиты от инфракрасного, ультрафиолетового и лазерного излучений.
37. Как влияет освещение на условия труда? Перечислите виды освещения.
38. Укажите средства нормализации освещения производственных помещений, рабочих мест и горных выработок.
39. Охарактеризуйте виды ионизирующих излучений.
40. Назовите общие принципы защиты от ионизирующих излучений.
41. Охарактеризуйте методы и средства защиты от ионизирующих излучений.
42. Перечислите химические опасности (вредные вещества) и укажите меры защиты от них.
43. Назовите биологические опасности и меры защиты от них.
44. Что понимают под психологическими опасностями?
45. Какие естественные факторы воздействуют на биосферу Земли?
46. В чем заключается антропогенное воздействие на природу?
47. Назовите методы и средства обеспечения экологической безопасности на горных предприятиях.
48. Какие санитарно-гигиенические требования предъявляются к устройству и содержанию предприятий?

49. Что такое чрезвычайная ситуация?
50. Перечислите признаки, характеризующие чрезвычайные ситуации.
51. Как классифицируют чрезвычайные ситуации по причинам возникновения?
52. Охарактеризуйте стихийные бедствия. Укажите мероприятия по предупреждению и ликвидации последствий стихийных бедствий.
53. Перечислите виды аварий на особо опасных объектах экономики (народного хозяйства). В чем заключается профилактика возникновения аварий на таких объектах?
54. Какие аварии происходят на объектах горной промышленности? Укажите методы профилактики и ликвидации таких аварий.
55. Охарактеризуйте чрезвычайные ситуации, связанные с применением современных средств поражения.
56. Перечислите основные принципы и способы защиты населения от чрезвычайных ситуаций.
57. Какие действия надлежит выполнить населению при стихийных бедствиях и авариях?
58. Укажите действия населения при возникновении угрозы нападения противника.
59. Какие действия должно выполнять население в очагах поражения и после выхода из них?
60. Какие факторы влияют на устойчивость функционирования объектов экономики?
61. Перечислите основные мероприятия по повышению устойчивости функционирования объектов экономики.
62. Назовите принципы организации и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСиДНР) в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.
63. Какие приемы и способы проведения АСиДНР используются в очагах поражения?
64. Перечислите меры безопасности при проведении АСиДНР.
65. По каким признакам классифицируют травмы и несчастные случаи на производстве?
66. Перечислите причины травматизма.
67. Укажите причины несчастных случаев на шахтах.
68. Опишите порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве.
69. В чем заключается профилактика травматизма?
70. Какие методы используются при анализе травматизма?
71. Как расследуются профессиональные заболевания?
72. Кто назначает комиссию по расследованию профессионального заболевания?
73. Каким образом определяется окончательный диагноз острого профессионального заболевания?

74. Назовите меры профилактики профессиональных заболеваний.
75. Назовите меры профилактики производственного травматизма.
76. Изложите правовые основы обеспечения безопасности деятельности.
77. Какие обязанности возложены на администрацию предприятия по обеспечению охраны труда?
78. Перечислите виды подготовки работников к безопасному труду.
79. Что понимают под системой управления охраной труда на предприятиях?
80. Назовите основные нормативные документы, обеспечивающие безопасность деятельности.
81. Какова продолжительность ежедневной работы?
82. Какова профессиональная подготовка работников к безопасному труду?
83. Опишите систему управления охраной труда.
84. Назовите фонды охраны труда.
85. Чем обусловливается эффективность мероприятий по охране труда?
86. Опишите медицинское обслуживание работников.
87. Какие существуют льготы и компенсации за вредные и опасные условия труда?
88. Поясните суть обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.
89. Назовите обязательные принципы обязательного страхования от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.
90. Кто имеет право на получение страховых выплат в случае смерти застрахованного?
91. Как осуществляются страховые выплаты по социальному страхованию?
92. Как начисляется пособие по временной нетрудоспособности?
93. Каков порядок привлечения к дисциплинарной ответственности?
94. Кто может привлекать к дисциплинарной ответственности.
95. Кто может привлекать к административной ответственности?
96. В каких случаях привлекают к уголовной ответственности?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В среде обитания человека постоянно присутствуют естественные, техногенные и антропогенные опасности.

Полностью устранить негативное влияние естественных опасностей человечеству до настоящего времени не удается. Реальные успехи в защите человека от стихийных явлений сводятся к определению наиболее вероятных зон их действия и ликвидации возникающих последствий.

Мир техногенных опасностей вполне познаваем, и у человека есть достаточно способов и средств для защиты.

Антропогенные опасности во многом обусловлены недостаточным вниманием человека к проблеме безопасности, склонностью к риску и пренебрежению опасностью. Часто это связано с ограниченными знаниями человека о мире опасностей и негативных последствиях их проявления. Воздействие антропогенных опасностей может быть сведено к минимуму за счет обучения населения и работающих основам безопасности жизнедеятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Безопасность жизнедеятельности [Текст]: учебное пособие / В.В. Токмаков, Ю.Ф. Килин, А.М. Кузнецов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский государственный горный университет. - 4-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург: УГГУ, 2018. - 272 с.

Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / В.А. Подюков, В.В. Токмаков, В.М. Куликов ; под ред. В.В. Токмакова ; Уральский государственный горный уни-верситет. - 3-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург : УГГУ, 2007. - 314 с.

Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник. 5-е изд., исправл. и доп. – М.: Изд-во «Юрай», 2015. – 702с.

Безопасность жизнедеятельности: энциклопедический словарь / под ред. проф. Русака О. Н. – СПб.: Инф-изд. агент «Лик», 2003.

Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / К. З. Ушаков, Н. О. Каледина, Б. Ф. Кирин, М. А. Сребный / под ред. К. З. Ушакова. – М.: Изд-во МГГУ, 2000. – 430 с.

Воронов Е. Т., Резник Ю. Н., Бондарь И. А. Безопасность жизнедеятельности. Теоретические основы БЖД. Охрана труда: учебное пособие. – Чита: Изд-во ЧитГУ, 2010. – 390 с.

Занько Н. К., Малаян К. Р., Русак О. Н. Безопасность жизнедеятельности: учебник. – М.: Лань, 2012. – 672 с.

Субботин А. И. Управление безопасностью труда: учебное пособие. – М.: Изд-во МГГУ, 2014. – 266 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

ав. кафедрой,



Д.Ф. Шулиманов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Автор: Шулиманов Д.Ф.

Одобрен на заседании кафедры

Физической культуры

(название кафедры)

Протокол № 14 от 03.04.2019

(Дата)

Екатеринбург
2019

Содержание

Цели и задачи дисциплины ……..3
Место дисциплины в структуре основной образовательной программы ……3
Требования к оформлению контрольной работы ……..……..3
Содержание контрольной работы…….....3
Выполнение работы над ошибками……...……....9
Критерии оценивания контрольной работы ……9
Образец титульного листа …….……...…...10

1. Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей жизни и профессиональной деятельности.

Задачи:

- формирование осознания социальной значимости физической культуры и её роли в развитии личности и подготовке к профессиональной деятельности;
- изучение научно-биологических, педагогических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое совершенствование и самовоспитание привычки к регулярным занятиям физическими упражнениями и спортом;

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Физическая культура и спорт» относится к разделу «Блок 1. Базовая часть».

3. Требования к оформлению контрольной работы

Контрольные задания выполняются на листах формата А4 в рукописном виде, кроме титульного листа. На титульном листе (см. образец оформления титульного листа в печатном виде) указывается фамилия студента, номер группы, номер контрольной работы и фамилия преподавателя, у которого занимается обучающийся.

В конце работы должна быть поставлена подпись студента и дата выполнения заданий.

Контрольные задания должны быть выполнены в той последовательности, в которой они даны в контрольной работе.

Выполненную контрольную работу необходимо сдать преподавателю для проверки в установленные сроки.

Если контрольная работа выполнена без соблюдения изложенных выше требований, она возвращается студенту для повторного выполнения.

По дисциплине «физическая культура и спорт» представлен 1 вариант контрольной работы.

Содержание контрольной работы

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Физическая культура представляет собой:	А) учебный предмет в школе Б) выполнение физических упражнений В) процесс совершенствования возможностей человека Г) часть общей культуры общества
2	Физическая подготовленность, приобретаемая в процессе физической подготовки к трудовой или иной деятельности, характеризуется:	А) высокой устойчивостью к стрессовым ситуациям, воздействию неблагоприятных условий внешней среды и различным заболеваниям Б) уровнем работоспособности и запасом двигательных умений и навыков В) хорошим развитием систем дыхания, кровообращением, достаточным запасом надежности, эффективности и экономичности Г) высокими результатами в учебной, трудовой и спортивной деятельности
3	Под физическим развитием понимается:	А) процесс изменения морфофункциональных свойств организма на протяжении жизни Б) размеры мускулатуры, формы тела, функциональные возможности дыхания и кровообращения, физическая работоспособность

		В) процесс совершенствования физических качеств при выполнении физических упражнений Г) уровень, обусловленный наследственностью и регулярностью занятий физической культурой и спортом
4	Физическая культура ориентирована на совершенствование	А) физических и психических качеств людей Б) техники двигательных действий В) работоспособности человека Г) природных физических свойств человека
5	Отличительным признаком физической культуры является:	А) развитие физических качеств и обучение двигательным действиям Б) физическое совершенство В) выполнение физических упражнений Г) занятия в форме уроков
6	В иерархии принципов в системе физического воспитания принцип всестороннего развития личности следует отнести к:	А) общим социальным принципам воспитательной стратегии общества Б) общим принципам образования и воспитания В) принципам, регламентирующим процесс физического воспитания Г) принципам обучения
7	Физическими упражнениями называются:	А) двигательные действия, с помощью которых развивают физические качества и укрепляют здоровье Б) двигательные действия, дозируемые по величине нагрузки и продолжительности выполнения В) движения, выполняемые на уроках физической культуры и во время утренней гимнастики Г) формы двигательных действий, способствующие решению задач физического воспитания
8	Нагрузка физических упражнений характеризуется:	А) подготовленностью занимающихся в соответствии с их возрастом, состоянием здоровья, самочувствием во время занятия Б) величиной их воздействия на организм В) временем и количеством повторений двигательных действий Г) напряжением отдельных мышечных групп
9	Величина нагрузки физических упражнений обусловлена:	А) сочетанием объема и интенсивности двигательных действий Б) степенью преодолеваемых при их выполнении трудностей В) утомлением, возникающим при их выполнении Г) частотой сердечных сокращений
10	Если ЧСС после выполнения упражнения восстанавливается за 60 сек до уровня, который был в начале урока, то это свидетельствует о том, что нагрузка	А) мала и ее следует увеличить Б) переносится организмом относительно легко В) достаточно большая и ее можно повторить Г) чрезмерная и ее нужно уменьшить
11	Интенсивность выполнения упражнений можно определить по ЧСС. Укажите, какую частоту пульса вызывает большая интенсивность упражнений	А) 120-130 уд/мин Б) 130-140 уд/мин В) 140-150 уд/мин Г) свыше 150 уд/мин
12	Регулярные занятия физическими упражнениями способствуют повышению работоспособности, потому что:	А) во время занятий выполняются двигательные действия, содействующие развитию силы и выносливости Б) достигаемое при этом утомление активизирует процессы восстановления и адаптации В) в результате повышается эффективность и экономичность дыхания и кровообращения.

		Г) человек, занимающийся физическими упражнениями, способен выполнить большой объем физической работы за отведенный отрезок времени.
13	Что понимают под закаливанием:	А) купание в холодной воде и хождение босиком Б) приспособление организма к воздействию внешней среды В) сочетание воздушных и солнечных ванн с гимнастикой и подвижными играми Г) укрепление здоровья
14	Во время индивидуальных занятий закаливающими процедурами следует соблюдать ряд правил. Укажите, какой из перечисленных ниже рекомендаций придерживаться не стоит:	А) чем ниже температура воздуха, тем интенсивней надо выполнять упражнение, т.к. нельзя допускать переохлаждения Б) чем выше температура воздуха, тем короче должны быть занятия, т.к. нельзя допускать перегревания организма В) не рекомендуется тренироваться при активном солнечном излучении Г) после занятия надо принять холодный душ
15	Правильное дыхание характеризуется:	А) более продолжительным выдохом Б) более продолжительным вдохом В) вдохом через нос и выдохом через рот Г) ровной продолжительностью вдоха и выдоха
16	При выполнении упражнений вдох не следует делать во время:	А) вращений и поворотов тела Б) наклонах туловища назад В) возвращение в исходное положение после наклона Г) дыхание во время упражнений должно быть свободным, рекомендации относительно времени вдоха и выдоха не нужны
17	Что называется осанкой?	А) качество позвоночника, обеспечивающее хорошее самочувствие и настроение Б) пружинные характеристики позвоночника и стоп В) привычная поза человека в вертикальном положении Г) силуэт человека
18	Правильной осанкой можно считать, если вы, стоя у стены, касаетесь ее:	А) затылком, ягодицами, пятками Б) лопатками, ягодицами, пятками В) затылком, спиной, пятками Г) затылком, лопатками, ягодицами, пятками
19	Соблюдение режима дня способствует укреплению здоровья, потому, что:	А) он обеспечивает ритмичность работы организма Б) он позволяет правильно планировать дела в течение дня В) распределение основных дел осуществляется более или менее стандартно в течение каждого дня Г) он позволяет избегать неоправданных физических напряжений
20	Замена одних видов деятельности другими, регулируема режимом дня, позволяет поддержать работоспособность в течение дня, потому что:	А) это положительно сказывается на физическом и психическом состоянии человека Б) снимает утомление нервных клеток организма В) ритмическое чередование работы с отдыхом предупреждает возникновение перенапряжения Г) притупляется чувство общей усталости и повышает тонус организма
21	Систематические и грамотно	А) хорошая циркуляция крови во время упражнений

	организованные занятия физическими упражнениями укрепляют здоровье, так как	обеспечивает поступление питательных веществ к органам и системам организма Б) повышается возможность дыхательной системы, благодаря чему в организм поступает большее количество кислорода, необходимого для образования энергии В) занятия способствуют повышению резервных возможностей организма Г) при достаточном энергообеспечении организм легче противостоит простудным и инфекционным заболеваниям
22	Почему на уроках физической культуры выделяют подготовительную, основную и заключительную части?	А) так учителю удобнее распределять различные по характеру упражнения Б) это обусловлено необходимость управлять динамикой работоспособности занимающихся. В) выделение частей в уроке требует Министерство образовании России Г) потому, что перед уроком, как правило, ставятся задачи, и каждая часть урока предназначена для решения одной из них
23	Укажите, в какой последовательности должны выполняться в комплексе утренней гимнастикой перечисленные упражнения: 1. Дыхательные. 2. На укрепление мышц и повышение гибкости. 3. Потягивания. 4 бег с переходом на ходьбу. 5. Ходьба с постепенным повышение частоты шагов. 6. Прыжки. 7.Поочередное напряжение и расслабление мышц. 8. Бег в спокойном темпе.	А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Б) 7, 5, 8, 6, 2, 3, 2, 1, 4 В) 3, 7, 5, 8, 1, 2, 6, 4 Г) 3, 1, 2, 4, 7, 6, 8, 4
24	Под силой как физическим качеством понимается:	А) способность поднимать тяжелые предметы Б) свойство человека противодействовать внешним силам за счет мышечных напряжений В) свойство человека воздействовать на внешние силы за счет внешних сопротивлений Г) комплекс свойств организма, позволяющих преодолевать внешнее сопротивление либо противодействовать ему.
25	Выберите правильное распределение перечисленных ниже упражнений в занятии по общей физической подготовке. 1. Ходьба или спокойный бег в чередовании с дыхательными упражнениями. 2. Упражнения, постепенно включающие в работу все большее количество мышечных групп. 3. Упражнения на развитие выносливости. 4. Упражнения на развитие быстроты и гибкости. 5. упражнения на развитие силы. 6. Дыхательные упражнения.	А) 1, 2, 5, 4, 3, 6 Б) 6, 2, 3, 1, 4, 5 В) 2, 6, 4, 5, 3, 1 Г) 2,1, 3, 4, 5, 6
26	Основная часть урока по общей физической подготовке отводится развитию физических качеств. Укажите, какая последовательность воздействий на физические качества наиболее эффективна. 1. Выносливость. 2. Гибкость. 3. быстрота. 4. Сила.	А) 1, 2, 3, 4 Б) 2,3,1,4 В) 3, 2, 4, 1 Г) 4,2 ,3, 1

27	Какие упражнения неэффективны при формировании телосложения	А) упражнения, способствующие увеличению мышечной массы Б) упражнения, способствующие снижению массы тела В) упражнения, объединенные в форме круговой тренировки Г) упражнения, способствующие повышению быстроты движений
28	И для увеличения мышечной массы, и для снижения веса тела можно применять упражнения с отягощением. Но при составлении комплексов упражнений для увеличения мышечной массы рекомендуется:	А) полностью проработать одну группу мышц и только затем переходит к упражнениям, нагружающим другую группу мышц Б) чередовать серии упражнений, включающие в работу разные мышечные группы В) использовать упражнения с относительно небольшим отягощением и большим количеством повторений Г) планировать большое количество подходов и ограничивать количество повторений в одном подходе
29	Под быстротой как физическим качеством понимается:	А) комплекс свойств, позволяющих передвигаться с большой скоростью Б) комплекс свойств, позволяющий выполнять работу в минимальный отрезок времени В) способность быстро набирать скорость Г) комплекс свойств, позволяющий быстро реагировать на сигналы и выполнять движения с большой частотой
30	Для развития быстроты используют:	А) подвижные и спортивные игры Б) упражнения в беге с максимальной скоростью на короткие дистанции В) упражнения на быстроту реакции и частоту движений Г) двигательные действия, выполняемые с максимальной скоростью
31	Лучшие условия для развития быстроты реакции создаются во время:	А) подвижных и спортивных игр Б) челночного бега В) прыжков в высоту Г) метаний
32	Под гибкостью как физическим качеством понимается:	А) комплекс морфофункциональных свойств опорно-двигательного аппарата, определяющий глубину наклона Б) способность выполнять упражнения с большой амплитудой за счет мышечных сокращений. В) комплекс свойств двигательного аппарата, определяющих подвижность его звеньев Г) эластичность мышц и связок
33	Как дозируются упражнения на развитие гибкости, т.е. сколько движений следует делать в одной серии:	А) Упражнение выполняется до тех пор, пока не начнет уменьшаться амплитуда движений Б) выполняются 12-16 циклов движения В) упражнения выполняются до появления пота Г) упражнения выполняются до появления болевых ощущений
34	Для повышения скорости бега в самостоятельном занятии после разминки рекомендуется выполнять перечисленные ниже упражнения. Укажите их целесообразную	А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Б) 7, 5, 4, 3, 2, 6, 1 В) 2, 1, 3, 7, 4, 5, 6 Г) 3, 6, 2, 7, 5, 4, 1

	последовательность: 1. Дыхательные упражнения. 2. Легкий продолжительный бег. 3. Прыжковые упражнения с отягощением и без них. 4. дыхательные упражнения в интервалах отдыха. 5. Повторный бег на короткие дистанции. 6.Ходьба. 7. Упражнения на частоту движений.	
35	При развитии гибкости следует стремиться	А) гармоничному увеличению подвижности в основных суставах Б) достижению максимальной амплитуды движений в основных суставах В) оптимальной амплитуде движений в плечевом, тазобедренном, коленом суставах Г) восстановлению нормальной амплитуды движений суставов
36	Под выносливостью как физическим качеством понимается:	А) комплекс свойств, обуславливающий возможность выполнять разнообразные физические нагрузки Б) комплекс свойств, определяющих способность противостоять утомлению В) способность длительно совершать физическую работу, практически не утомляясь Г) способность сохранять заданные параметры работы
37	Выносливость человека не зависит от:	А) функциональных возможностей систем энергообеспечения Б) быстроты двигательной реакции В) настойчивости, выдержки, мужественности, умения терпеть Г) силы мышц
38	При развитии выносливости не применяются упражнения, характерными признаками которых являются:	А) максимальная активность систем энергообеспечения Б) умеренная интенсивность В) максимальная интенсивность Г) активная работа большинства звеньев опорно-двигательного аппарата
39	Техникой физических упражнений принято называть	А) способ целесообразного решения двигательной задачи Б) способ организации движений при выполнении упражнений В) состав и последовательность движений при выполнении упражнений Г) рациональную организацию двигательных действий
40	При анализе техники принято выделять основу, ведущее звено и детали техники. Что понимают под основой (ведущим звеном и деталями техники).	А) набор элементов, характеризующий индивидуальные особенности выполнения целостного двигательного действия Б) состав и последовательность элементов, входящих в двигательное действие В) совокупность элементов, необходимых для решения двигательной задачи Г) наиболее важная часть определенного способа решения двигательной задачи
41	В процессе обучения двигательным действиям используют методы целостного или расчлененного упражнения. Выбор метода зависит от	А) возможности расчленения двигательного действия на относительно самостоятельные элементы Б) сложности основы техники В) количества элементов, составляющих двигательное

		действие Г) предпочтения учителя
42	Процесс обучения двигательному действию рекомендуется начинать с освоения	А) основы техники Б) ведущего звена техники В) подводящих упражнений Г) исходного положения
43	Физкультминутку, как одну из форм занятий физическими упражнениями следует отнести к:	А) урочным формам занятий физическими упражнениями Б) «малым» неурочным формам В) «крупным» неурочным формам Г) соревновательным формам
44	Какой раздел комплексной программы по физическому воспитанию для общеобразовательных школ не является типовым?	А) уроки физической культуры Б) внеклассная работа В) физкультурно-массовые и спортивные мероприятия Г) содержание и организация педагогической практики
45	Измерение ЧСС сразу после пробегания отрезка дистанции следует отнести к одному из видов контроля:	А) оперативному Б) текущему В) предварительному Г) итоговому

Проблемные и сложные вопросы, возникающие в процессе изучения курса и выполнения контрольной работы, необходимо решать с преподавателем на консультациях.

Выполнению контрольной работы должно предшествовать самостоятельное изучение студентом рекомендованной литературы.

Студент получает проверенную контрольную работу с исправлениями в тексте и замечаниями. В конце работы выставляется оценка «зачтено», «не зачтено». Работа с оценкой «не зачтено» должна быть доработана и представлена на повторную проверку.

Выполнение работы над ошибками

При получении проверенной контрольной работы необходимо проанализировать отмеченные ошибки. Все задания, в которых были сделаны ошибки или допущены неточности, следует еще раз выполнить в конце данной контрольной работы. Контрольные работы являются учебными документами, которые хранятся на кафедре до конца учебного года.

Критерии оценивания контрольной работы

Оценка за контрольную работу определяется простым суммированием баллов за правильные ответы на вопросы: 1 правильный ответ = 2 балл. Максимум 90 баллов.

Результат контрольной работы

Контрольная работа оценивается на «зачтено», «не зачтено»:

46-90 балла (50-100%) - оценка «зачтено»;

0-44 балла (0-49%) - оценка «не зачтено»;

Образец оформления титульного листа



Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Кафедра физической культуры

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине
ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Выполнил: Иванов Иван Иванович
Группа _____

Преподаватель: Петров Петр Петрович

Екатеринбург
2018

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Автор: Шулиманов Д.Ф.

Одобрена на заседании кафедры физической культуры
Зав.кафедрой _____ Шулиманов Д.Ф.
Протокол № 14 от 03.04.19

Рассмотрена методической комиссией горномеханического факультета
Председатель _____ Барановский В.П.
Протокол № 7 от 19.04.19

Екатеринбург
2019

Содержание

Цели и задачи дисциплины ……..3
Место дисциплины в структуре основной образовательной программы …….3
Требования к оформлению теста ……..…….3
Содержание теста…….3
Содержание опроса…….9
Выполнение работы над ошибками……..……..11

Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей жизни и профессиональной деятельности.

Задачи:

- формирование осознания социальной значимости физической культуры и её роли в развитии личности и подготовке к профессиональной деятельности;
- изучение научно-биологических, педагогических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое совершенствование и самовоспитание привычки к регулярным занятиям физическими упражнениями и спортом;

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Физическая культура и спорт» относится к разделу «Блок 1. Базовая часть».

Требования к оформлению теста

Задания выполняются на листах формата А4 в рукописном виде, кроме титульного листа. На титульном листе (см. образец оформления титульного листа в печатном виде) указывается фамилия студента, номер группы, фамилия преподавателя, у которого занимается обучающийся.

В конце работы должна быть поставлена подпись студента и дата выполнения заданий.

Задания должны быть выполнены в той последовательности, в которой они даны в тесте.

Выполненный тест необходимо сдать преподавателю для проверки в установленные сроки.

Если тест выполнен без соблюдения изложенных выше требований, она возвращается студенту для повторного выполнения.

По дисциплине «физическая культура и спорт» представлен, тест, вопросы для проведения опроса.

Содержание теста

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Физическая культура представляет собой:	А) учебный предмет в школе Б) выполнение физических упражнений В) процесс совершенствования возможностей человека Г) часть общей культуры общества
2	Физическая подготовленность, приобретаемая в процессе физической подготовки к трудовой или иной деятельности, характеризуется:	А) высокой устойчивостью к стрессовым ситуациям, воздействию неблагоприятных условий внешней среды и различным заболеваниям Б) уровнем работоспособности и запасом двигательных умений и навыков В) хорошим развитием систем дыхания, кровообращением, достаточным запасом надежности, эффективности и экономичности Г) высокими результатами в учебной, трудовой и спортивной деятельности
3	Под физическим развитием понимается:	А) процесс изменения морфофункциональных свойств организма на протяжении жизни Б) размеры мускулатуры, формы тела, функциональные возможности дыхания и кровообращения, физическая работоспособность В) процесс совершенствования физических качеств при выполнении физических упражнений

		Г) уровень, обусловленный наследственностью и регулярностью занятий физической культурой и спортом
4	Физическая культура ориентирована на совершенствование	А) физических и психических качеств людей Б) техники двигательных действий В) работоспособности человека Г) природных физических свойств человека
5	Отличительным признаком физической культуры является:	А) развитие физических качеств и обучение двигательным действиям Б) физическое совершенство В) выполнение физических упражнений Г) занятия в форме уроков
6	В иерархии принципов в системе физического воспитания принцип всестороннего развития личности следует отнести к:	А) общим социальным принципам воспитательной стратегии общества Б) общим принципам образования и воспитания В) принципам, регламентирующим процесс физического воспитания Г) принципам обучения
7	Физическими упражнениями называются:	А) двигательные действия, с помощью которых развивают физические качества и укрепляют здоровье Б) двигательные действия, дозируемые по величине нагрузки и продолжительности выполнения В) движения, выполняемые на уроках физической культуры и во время утренней гимнастики Г) формы двигательных действий, способствующие решению задач физического воспитания
8	Нагрузка физических упражнений характеризуется:	А) подготовленностью занимающихся в соответствии с их возрастом, состоянием здоровья, самочувствием во время занятия Б) величиной их воздействия на организм В) временем и количеством повторений двигательных действий Г) напряжением отдельных мышечных групп
9	Величина нагрузки физических упражнений обусловлена:	А) сочетанием объема и интенсивности двигательных действий Б) степенью преодолеваемых при их выполнении трудностей В) утомлением, возникающим при их выполнении Г) частотой сердечных сокращений
10	Если ЧСС после выполнения упражнения восстанавливается за 60 сек до уровня, который был в начале урока, то это свидетельствует о том, что нагрузка	А) мала и ее следует увеличить Б) переносится организмом относительно легко В) достаточно большая и ее можно повторить Г) чрезмерная и ее нужно уменьшить
11	Интенсивность выполнения упражнений можно определить по ЧСС. Укажите, какую частоту пульса вызывает большая интенсивность упражнений	А) 120-130 уд/мин Б) 130-140 уд/мин В) 140-150 уд/мин Г) свыше 150 уд/мин
12	Регулярные занятия физическими упражнениями способствуют повышению работоспособности, потому что:	А) во время занятий выполняются двигательные действия, содействующие развитию силы и выносливости Б) достигаемое при этом утомление активизирует процессы восстановления и адаптации В) в результате повышается эффективность и экономичность дыхания и кровообращения. Г) человек, занимающийся физическими упражнениями, способен выполнить большой объем

		физической работы за отведенный отрезок времени.
13	Что понимают под закаливанием:	А) купание в холодной воде и хождение босиком Б) приспособление организма к воздействию внешней среды В) сочетание воздушных и солнечных ванн с гимнастикой и подвижными играми Г) укрепление здоровья
14	Во время индивидуальных занятий закаливающими процедурами следует соблюдать ряд правил. Укажите, какой из перечисленных ниже рекомендаций придерживаться не стоит:	А) чем ниже температура воздуха, тем интенсивней надо выполнять упражнение, т.к. нельзя допускать переохлаждения Б) чем выше температура воздуха, тем короче должны быть занятия, т.к. нельзя допускать перегревания организма В) не рекомендуется тренироваться при активном солнечном излучении Г) после занятия надо принять холодный душ
15	Правильное дыхание характеризуется:	А) более продолжительным выдохом Б) более продолжительным вдохом В) вдохом через нос и выдохом через рот Г) ровной продолжительностью вдоха и выдоха
16	При выполнении упражнений вдох не следует делать во время:	А) вращений и поворотов тела Б) наклонах туловища назад В) возвращение в исходное положение после наклона Г) дыхание во время упражнений должно быть свободным, рекомендации относительно времени вдоха и выдоха не нужны
17	Что называется осанкой?	А) качество позвоночника, обеспечивающее хорошее самочувствие и настроение Б) пружинные характеристики позвоночника и стоп В) привычная поза человека в вертикальном положении Г) силуэт человека
18	Правильной осанкой можно считать, если вы, стоя у стены, касаетесь ее:	А) затылком, ягодицами, пятками Б) лопатками, ягодицами, пятками В) затылком, спиной, пятками Г) затылком, лопатками, ягодицами, пятками
19	Соблюдение режима дня способствует укреплению здоровья, потому, что:	А) он обеспечивает ритмичность работы организма Б) он позволяет правильно планировать дела в течение дня В) распределение основных дел осуществляется более или менее стандартно в течение каждого дня Г) он позволяет избегать неоправданных физических напряжений
20	Замена одних видов деятельности другими, регулируема режимом дня, позволяет поддержать работоспособность в течение дня, потому что:	А) это положительно сказывается на физическом и психическом состоянии человека Б) снимает утомление нервных клеток организма В) ритмическое чередование работы с отдыхом предупреждает возникновение перенапряжения Г) притупляется чувство общей усталости и повышает тонус организма
21	Систематические и грамотно организованные занятия физическими упражнениями укрепляют здоровье, так	А) хорошая циркуляция крови во время упражнений обеспечивает поступление питательных веществ к органам и системам организма

	как	Б) повышается возможность дыхательной системы, благодаря чему в организм поступает большее количество кислорода, необходимого для образования энергии В) занятия способствуют повышению резервных возможностей организма Г) при достаточном энергообеспечении организм легче противостоит простудным и инфекционным заболеваниям
22	Почему на уроках физической культуры выделяют подготовительную, основную и заключительную части?	А) так учителю удобнее распределять различные по характеру упражнения Б) это обусловлено необходимость управлять динамикой работоспособности занимающихся. В) выделение частей в уроке требует Министерство образовании России Г) потому, что перед уроком, как правило, ставятся задачи, и каждая часть урока предназначена для решения одной из них
23	Укажите, в какой последовательности должны выполняться в комплексе утренней гимнастикой перечисленные упражнения: 1. Дыхательные. 2. На укрепление мышц и повышение гибкости. 3. Потягивания. 4 бег с переходом на ходьбу. 5. Ходьба с постепенным повышение частоты шагов. 6. Прыжки. 7.Поочередное напряжение и расслабление мышц. 8. Бег в спокойном темпе.	А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Б) 7, 5, 8, 6, 2, 3, 2, 1, 4 В) 3, 7, 5, 8, 1, 2, 6, 4 Г) 3, 1, 2, 4, 7, 6, 8, 4
24	Под силой как физическим качеством понимается:	А) способность поднимать тяжелые предметы Б) свойство человека противодействовать внешним силам за счет мышечных напряжений В) свойство человека воздействовать на внешние силы за счет внешних сопротивлений Г) комплекс свойств организма, позволяющих преодолевать внешнее сопротивление либо противодействовать ему.
25	Выберите правильное распределение перечисленных ниже упражнений в занятии по общей физической подготовке. 1. Ходьба или спокойный бег в чередовании с дыхательными упражнениями. 2. Упражнения, постепенно включающие в работу все большее количество мышечных групп. 3. Упражнения на развитие выносливости. 4. Упражнения на развитие быстроты и гибкости. 5. упражнения на развитие силы. 6. Дыхательные упражнения.	А) 1, 2, 5, 4, 3, 6 Б) 6, 2, 3, 1, 4, 5 В) 2, 6, 4, 5, 3, 1 Г) 2,1, 3, 4, 5, 6
26	Основная часть урока по общей физической подготовке отводится развитию физических качеств. Укажите, какая последовательность воздействий на физические качества наиболее эффективна. 1. Выносливость. 2. Гибкость. 3. быстрота. 4. Сила.	А) 1, 2, 3, 4 Б) 2,3,1,4 В) 3, 2, 4, 1 Г) 4,2 ,3, 1
27	Какие упражнения неэффективны при формировании телосложения	А) упражнения, способствующие увеличению мышечной массы

		Б) упражнения, способствующие снижению массы тела В) упражнения, объединенные в форме круговой тренировки Г) упражнения, способствующие повышению быстроты движений
28	И для увеличения мышечной массы, и для снижения веса тела можно применять упражнения с отягощением. Но при составлении комплексов упражнений для увеличения мышечной массы рекомендуется:	А) полностью проработать одну группу мышц и только затем переходит к упражнениям, нагружающим другую группу мышц Б) чередовать серии упражнений, включающие в работу разные мышечные группы В) использовать упражнения с относительно небольшим отягощением и большим количеством повторений Г) планировать большое количество подходов и ограничивать количество повторений в одном подходе
29	Под быстротой как физическим качеством понимается:	А) комплекс свойств, позволяющих передвигаться с большой скоростью Б) комплекс свойств, позволяющий выполнять работу в минимальный отрезок времени В) способность быстро набирать скорость Г) комплекс свойств, позволяющий быстро реагировать на сигналы и выполнять движения с большой частотой
30	Для развития быстроты используют:	А) подвижные и спортивные игры Б) упражнения в беге с максимальной скоростью на короткие дистанции В) упражнения на быстроту реакции и частоту движений Г) двигательные действия, выполняемые с максимальной скоростью
31	Лучшие условия для развития быстроты реакции создаются во время:	А) подвижных и спортивных игр Б) челночного бега В) прыжков в высоту Г) метаний
32	Под гибкостью как физическим качеством понимается:	А) комплекс морфофункциональных свойств опорно-двигательного аппарата, определяющий глубину наклона Б) способность выполнять упражнения с большой амплитудой за счет мышечных сокращений. В) комплекс свойств двигательного аппарата, определяющих подвижность его звеньев Г) эластичность мышц и связок
33	Как дозируются упражнения на развитие гибкости, т.е. сколько движений следует делать в одной серии:	А) Упражнение выполняется до тех пор, пока не начнет уменьшаться амплитуда движений Б) выполняются 12-16 циклов движения В) упражнения выполняются до появления пота Г) упражнения выполняются до появления болевых ощущений
34	Для повышения скорости бега в самостоятельном занятии после разминки рекомендуется выполнять перечисленные ниже упражнения. Укажите их целесообразную последовательность: 1. Дыхательные упражнения. 2. Легкий	А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Б) 7, 5, 4, 3, 2, 6, 1 В) 2, 1, 3, 7, 4, 5, 6 Г) 3, 6, 2, 7, 5, 4, 1

	продолжительный бег. 3. Прыжковые упражнения с отягощением и без них. 4. дыхательные упражнения в интервалах отдыха. 5. Повторный бег на короткие дистанции. 6.Ходьба. 7. Упражнения на частоту движений.	
35	При развитии гибкости следует стремиться	А) гармоничному увеличению подвижности в основных суставах Б) достижению максимальной амплитуды движений в основных суставах В) оптимальной амплитуде движений в плечевом, тазобедренном, коленом суставах Г) восстановлению нормальной амплитуды движений суставов
36	Под выносливостью как физическим качеством понимается:	А) комплекс свойств, обуславливающий возможность выполнять разнообразные физические нагрузки Б) комплекс свойств, определяющих способность противостоять утомлению В) способность длительно совершать физическую работу, практически не утомляясь Г) способность сохранять заданные параметры работы
37	Выносливость человека не зависит от:	А) функциональных возможностей систем энергообеспечения Б) быстроты двигательной реакции В) настойчивости, выдержки, мужественности, умения терпеть Г) силы мышц
38	При развитии выносливости не применяются упражнения, характерными признаками которых являются:	А) максимальная активность систем энергообеспечения Б) умеренная интенсивность В) максимальная интенсивность Г) активная работа большинства звеньев опорно-двигательного аппарата
39	Техникой физических упражнений принято называть	А) способ целесообразного решения двигательной задачи Б) способ организации движений при выполнении упражнений В) состав и последовательность движений при выполнении упражнений Г) рациональную организацию двигательных действий
40	При анализе техники принято выделять основу, ведущее звено и детали техники. Что понимают под основой (ведущим звеном и деталями техники).	А) набор элементов, характеризующий индивидуальные особенности выполнения целостного двигательного действия Б) состав и последовательность элементов, входящих в двигательное действие В) совокупность элементов, необходимых для решения двигательной задачи Г) наиболее важная часть определенного способа решения двигательной задачи
41	В процессе обучения двигательным действиям используют методы целостного или расчлененного упражнения. Выбор метода зависит от	А) возможности расчленения двигательного действия на относительно самостоятельные элементы Б) сложности основы техники В) количества элементов, составляющих двигательное действие Г) предпочтения учителя

42	Процесс обучения двигательному действию рекомендуется начинать с освоения	А) основы техники Б) ведущего звена техники В) подводящих упражнений Г) исходного положения
43	Физкультминутку, как одну из форм занятий физическими упражнениями следует отнести к:	А) урочным формам занятий физическими упражнениями Б) «малым» неурочным формам В) «крупным» неурочным формам Г) соревновательным формам
44	Какой раздел комплексной программы по физическому воспитанию для общеобразовательных школ не является типовым?	А) уроки физической культуры Б) внеклассная работа В) физкультурно-массовые и спортивные мероприятия Г) содержание и организация педагогической практики
45	Измерение ЧСС сразу после пробегания отрезка дистанции следует отнести к одному из видов контроля:	А) оперативному Б) текущему В) предварительному Г) итоговому

Критерии оценивания теста

Оценка за тест определяется простым суммированием баллов за правильные ответы на вопросы: 1 правильный ответ = 2 балл. Максимум 90 баллов.

Результат теста

Тест оценивается на «зачтено», «не зачтено»:

46-90 балла (50-100%) - оценка «зачтено»;

0-44 балла (0-49%) - оценка «не зачтено»;

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПРОСА

1. Определение понятий в области физической культуры
2. Понятие «здоровье» и основные его компоненты
3. Факторы, определяющие здоровье человека.
4. Образ жизни и его составляющие.
5. Разумное чередование труда и отдыха, как компонент ЗОЖ.
6. Рациональное питание и ЗОЖ.
7. Отказ от вредных привычек и соблюдение правил личной и общественной гигиены.
8. Двигательная активность — как компонент ЗОЖ.
9. Выполнение мероприятий по закаливанию организма.
10. Физическое самовоспитание и самосовершенствование как необходимое условие реализации мероприятий ЗОЖ.
11. Врачебный контроль как обязательная процедура для занимающихся физической культурой.
12. Самоконтроль — необходимая форма контроля человека за физическим состоянием.
13. Методика самоконтроля физического развития.
14. Самостоятельное измерение артериального давления и частоты сердечных сокращений.
15. Проведение функциональных проб для оценки деятельности сердечно-сосудистой системы.
16. Проведение функциональных проб для оценки деятельности дыхательной системы.
17. Самоконтроль уровня развития физических качеств: быстроты, гибкости, ловкости, силы и выносливости
18. Ведение дневника самоконтроля.
19. Цель и задачи физического воспитания в вузе.
20. Специфические функции физической культуры.
21. Социальная роль и значение спорта.

22. Этапы становления физической культуры личности студента.
23. Понятия физическая культура, физическое воспитание, физическое развитие, физическое совершенство.
24. Реабилитационная физическая культура, виды, краткая характеристика.
25. Разделы учебной программы дисциплины «Физическая культура».
26. Комплектование учебных отделений студентов для организации и проведения занятий по физическому воспитанию.
27. Преимущества спортивно-ориентированной программы дисциплины «Физическая культура» для студентов.
28. Особенности комплектования студентов с различным характером заболеваний в специальном учебном отделении.
29. Зачетные требования по учебной дисциплине «Физическая культура».
30. Формирование двигательного навыка.
31. Устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов.
32. Мотивация и направленность самостоятельных занятий.
33. Утренняя гигиеническая гимнастика.
34. Мотивация выбора видов спорта или систем физических упражнений.
35. Самостоятельные занятия оздоровительным бегом.
36. Самостоятельные занятия атлетической гимнастикой.
37. Особенности самостоятельных занятий женщин.
38. Мотивация и направленность самостоятельных занятий. Утренняя гигиеническая гимнастика.
39. Физические упражнения в течение учебного дня: физкультминутки, физкультпаузы.
40. Самостоятельные тренировочные занятия: структура, требования к организации и проведению.
41. Мотивация выбора видов спорта или систем физических упражнений.
42. Самостоятельные занятия оздоровительным бегом.
43. Самостоятельные занятия атлетической гимнастикой.
44. Особенности самостоятельных занятий женщин.
45. Роль физической культуры в профессиональной деятельности бакалавра и специалиста.
46. Производственная физическая культура, ее цели и задачи.
47. Методические основы производственной физической культуры.
48. Производственная физическая культура в рабочее время.
49. Физическая культура и спорт в свободное время.
50. Профилактика профессиональных заболеваний и травматизма средствами физической культуры.
51. Понятие ППФП, её цель, задачи. Прикладные знания, умения и навыки.
52. Прикладные психические качества.
53. Прикладные специальные качества.
54. Факторы, определяющие содержание ППФП: формы труда, условия труда.
55. Факторы, определяющие содержание ППФП: характер труда, режим труда и отдыха.
56. Дополнительные факторы, определяющие содержание ППФП.
57. Средства ППФП.
58. Организация и формы ППФП в вузе.
59. Понятия общей и специальной физической подготовки.
60. Отличия понятий спортивная подготовка и спортивная тренировка.
61. Стороны подготовки спортсмена.
62. Средства спортивной подготовки.
63. Структура отдельного тренировочного занятия.
64. Роль подготовительной части занятия в тренировочном процессе.
65. Понятие «физическая нагрузка», эффект ее воздействия на организм.
66. Внешние признаки утомления.
67. Виды и параметры физических нагрузок.
68. Интенсивность физических нагрузок.
69. Психофизиологическая характеристика умственной деятельности.
70. Работоспособность: понятие, факторы, периоды
71. Физические упражнения в течение учебного дня для поддержания работоспособности.
72. Бег как самое эффективное средство восстановления и повышения работоспособности.
73. Плавание и работоспособность.
74. Методические принципы физического воспитания, сущность и значение.
75. Принципы сознательности и активности, наглядности в процессе физического воспитания.
76. Принципы доступности и индивидуализации, систематичности и динамичности.
77. Средства физической культуры.
78. Общепедагогические методы физического воспитания.
79. Методы обучения технике двигательного действия.
80. Этапы обучения двигательного действия.
81. Методы развития физических качеств: равномерный, повторный, интервальный.
82. Метод круговой тренировки, игровой и соревновательный методы.

83. Сила как физическое качество, общая характеристика силовых упражнений.
84. Методы развития силы.
85. Выносливость — виды выносливости, особенности развития выносливости.
86. Развитие физических качеств: быстроты, гибкости, ловкости.
87. Понятие «спорт». Его принципиальное отличие от других видов занятий физическими упражнениями.
88. Массовый спорт: понятие, цель, задачи.
89. Спорт высших достижений: понятие, цель, задачи.
90. Студенческий спорт, его организационные особенности.
91. Студенческие спортивные соревнования.
92. Студенческие спортивные организации.
93. Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс «ГТО» (Готов к труду и обороне).

Выполнение работы над ошибками

При получении проверенного теста необходимо проанализировать отмеченные ошибки. Все задания, в которых были сделаны ошибки или допущены неточности, следует еще раз выполнить в конце данного теста. Тесты, тесты являются учебными документами, которые хранятся на кафедре до конца учебного года.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

ЭЛЕКТИВНЫЕ КУРСЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ

Автор: Шулиманов Д.Ф.

Одобрена на заседании кафедры

Физической культуры

(название кафедры)

Зав. кафедрой _____

(подпись)

Шулиманов Д.Ф.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 14 от 03.04.2019

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно- механического факультета

(название факультета)

Председатель _____

(подпись)

Барановский В. П.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 19.04.2019

(Дата)

Екатеринбург
2019

СОДЕРЖАНИЕ

1. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к практическим занятиям физической культурой и спортом ……..……..3
1.1. Планирование, формы и организация самостоятельных занятий ……...……...3
1.1.1. Утренняя физическая гимнастика……3
1.1.2. Упражнения в течение учебного дня……..……4
1.1.3. Самостоятельные тренировочные занятия……...…..4
1.1.4. Методика самостоятельных тренировочных занятий……5
1.1.5. Особенности самостоятельных занятий для женщин……6
1.2 Самоконтроль занимающихся за состоянием своего организма……...7
1.2.1 Оценка физического развития……...9
1.2.2. Оценка функционального состояния (подготовленности)..……..…….10
2. Другие виды самостоятельной работы
2.1 Самостоятельная подготовка к сдаче обязательных тестов оценки общей физической подготовленности…….……12
2.1.1 Тест на скоростно-силовую подготовленность (бег на 100 м)……...……12
2.1.2 Техника выполнения упражнения……...……...12
2.1.3 Методы самостоятельной тренировки……..13
2.1.4. Средства тренировки быстроты……..……..13
2.1.5. Подготовка и сдача контрольного норматива……..14
2.2. Тест на силовую подготовленность для женщин …….……...…...15
2.2.1. Техника выполнения упражнения……...……..15
2.3. Тест на силовую подготовленность для мужчин……..……...……...15
2.3.1. Техника выполнения упражнения……...……..15
2.3.2. Методы развития силы……16
2.4. Тест на общую выносливость (бег 2000 и 3000 м)……...17
2.4.1. Техника бега на длинные дистанции……..……..17
2.4.3. Возможные ошибки и осложнения в ходе проведения Самостоятельных тренировок……..18
3.Актуальность задачи повышения уровня готовности обучающихся к зачетным занятиям, на основе управляемой адаптации к смене видов учебно-познавательной деятельности……...……..…….21

1. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к практическим занятиям физической культурой и спортом

1.1. Планирование, формы и организация самостоятельных занятий

Планирование самостоятельных занятий осуществляется студентами при консультации преподавателей и должно быть направлено на достижение единой цели – сохранение хорошего здоровья, поддержание высокого уровня физической и умственной работоспособности, достижение поставленной задачи.

Существуют три формы самостоятельных занятий:

1. Утренняя физическая гимнастика (УФГ).

2. Упражнения в течение учебного (рабочего) дня.

3. Самостоятельные тренировочные занятия.

1.1.1. Утренняя физическая гимнастика

Выполняется ежедневно. В комплекс УФГ следует включать упражнения для всех групп мышц, упражнения на гибкость и дыхание, бег, бег (прыжковые упражнения).

Не рекомендуется выполнять:

- упражнения статического характера;

- со значительными отягощениями;

- упражнения на выносливость.

При выполнении УФГ рекомендуется придерживаться определенной последовательности выполнения упражнений:

- медленный бег, ходьба (2-3 мин.);

- потягивающие упражнения в сочетании с глубоким дыханием;

- упражнение на гибкость и подвижность для мышц рук, шеи, туловища и ног;

- силовые упражнения без отягощений или с небольшими отягощениями для рук, туловища, ног (сгибание-разгибание рук в упоре лежа, упражнения с легкими гантелями, с эспандерами);

- различные наклоны в положении стоя, сидя, лежа, приседания на од-ной и двух ногах и др.;

- легкие прыжки или подскоки (например, со скалкой) – 20-30 с.;

- упражнения на расслабление с глубоким дыханием.

При составлении комплексов УФГ рекомендуется физиологическую нагрузку на организм повышать постепенно, с максимумом во второй половине комплекса. К концу выполнения комплекса нагрузка снижается и организм приводится в спокойное состояние.

Между сериями из 2-3 упражнений (а при силовых – после каждого) выполняется упражнение на расслабление или медленный бег (20-30с.).

УФГ должна сочетаться с самомассажем и закаливанием организма. Сразу же после выполнения комплекса УФГ рекомендуется сделать самомассаж основных мышечных групп ног, туловища, рук (5-7 мин.) и выполнить водные процедуры с учетом правил и принципов закаливания.

1.1.2. Упражнения в течение учебного дня

Выполняются в перерывах между учебными и самостоятельными занятиями.

Они обеспечивают предупреждение наступающего утомления, способствуют поддержанию высокой работоспособности на длительное время без перенапряжения.

При выполнении этих упражнений следует придерживаться следующих правил:

1. Проводить в хорошо проветренных помещениях или на открытом воздухе.

2. Растягивать и расслаблять мышцы, испытывающие статическую нагрузку.

3. Нагружать неработающие мышцы.

1.1.3. Самостоятельные тренировочные занятия

Можно проводить индивидуально или в группе из 3-5 человек и более. Групповая тренировка более эффективна, чем индивидуальная. Заниматься рекомендуется 3-4 раза в неделю по 1,5 -2 часа. Заниматься менее двух раз в неделю нецелесообразно, т.к. это не способствует повышению уровня тренированности организма. Тренировочные занятия должны носить комплексный характер, т.е. способствовать развитию всего комплекса физических качеств, а также укреплению здоровья и повышению общей работоспособности организма.

Каждое самостоятельное тренировочное занятие состоит из трех частей:

1. Подготовительная часть (разминка) (15-20 мин. для одночасового занятия): ходьба (2-3 мин.), медленный бег (8-10 мин.), общеразвивающие упражнения на все группы мышц, соблюдая последовательность «сверху вниз», затем выполняются специально-подготовительные упражнения, выбор которых зависит от содержания основной части.

2. В основной части (30-40 мин.) изучаются спортивная техника и тактика, осуществляется тренировка развития физических, волевых качеств. При выполнении упражнений в основной части занятия необходимо придерживаться следующей последовательности:

После разминки выполняются упражнения, направленные на изучение и совершенствование техники, и упражнения на быстроту, затем упражнения для развития силы и в конце основной части занятия – для развития выносливости.

3. В заключительной части (5-10 мин.) выполняются медленный бег (3-8 мин.), переходящий в ходьбу (2-6 мин.), упражнения на расслабление в сочетании с глубоким дыханием, которые обеспечивают постепенное снижение тренировочной нагрузки и приведение организма в сравнительно спокойное состояние.

1.1.4. Методика самостоятельных тренировочных занятий

Методические принципы, которыми необходимо руководствоваться при проведении самостоятельных тренировочных занятий, следующие:

- принцип сознательности и активности предполагает углубленное изучение занимающимися теории и методики спортивной тренировки, осознанное отношение к тренировочному процессу, понимание целей и задач занятий, рациональное применение средств и методов тренировки в каждом занятии, учет объема и интенсивности выполняемых упражнений и физических нагрузок, умение анализировать и оценивать итоги тренировочных занятий;

- принцип систематичности требует непрерывности тренировочного процесса, рационального чередования физических нагрузок и отдыха, преемственности и последовательности тренировочных нагрузок от занятия к занятию. Эпизодические занятия или занятия с большими перерывами (более 4-5 дней) неэффективны и приводят к снижению достигнутого уровня тренированности;

- принцип доступности и индивидуализации обязывает планировать и включать в каждое тренировочное занятие физические упражнения, по своей сложности и интенсивности доступные для выполнения занимающимися. При определении содержания тренировочных занятий необходимо соблюдать правила: от простого – к сложному, от легкого – к трудному, от известного – к неизвестному, а также осуществлять учет индивидуальных особенностей занимающихся: пол, возраст, физическую подготовленность, уровень здоровья, волевые качества, трудолюбие, тип высшей нервной деятельности и т.п. Подбор упражнений, объем и интенсивность тренировочных нагрузок нужно осуществлять в соответствии с силами и возможностями организма занимающихся;

- принцип динамичности и постепенности определяет необходимость повышения требований к занимающимся, применение новых, более сложных физических упражнений, увеличение тренировочных нагрузок по объему и интенсивности. Переход к более высоким тренировочным нагрузкам должен проходить постепенно с учетом функциональных возможностей и индивидуальных особенностей занимающихся.

Если в тренировочных занятиях был перерыв по причине болезни, то начинать занятия следует после разрешения врача при строгом соблюдении принципа постепенности. Вначале тренировочные нагрузки значительно снижаются и постепенно доводятся до занимающегося в тренировочном плане уровня.

Все выше перечисленные принципы находятся в тесной взаимосвязи. Это различные стороны единого, целостного повышения функциональных возможностей занимающихся.

1.1.5. Особенности самостоятельных занятий для женщин

Организм женщины имеет анатомо-физиологические особенности, которые необходимо учитывать при проведении самостоятельных занятий физическими упражнениями или спортивной тренировки. В отличие от мужского, у женского организма менее прочное строение костей, ниже общее развитие мускулатуры тела, более широкий тазовый пояс и мощнее мускулатура тазового дна. Для здоровья женщины большое значение имеет развитие мышц брюшного пресса, спины и тазового дна. От их развития зависит нормальное положение внутренних органов. Особенно важно развитие мышц тазового дна.

Одной из причин недостаточного развития этих мышц у студенток и работниц умственного труда является малоподвижный образ жизни. При положении сидя мышцы тазового дна не противодействуют внутрибрюшному давлению и растягиваются от тяжести лежащих над ними органов. В связи с этим мышцы теряют свою эластичность и прочность, что может привести к нежелательным изменениям положения внутренних органов и к ухудшению их функциональной деятельности.

Ряд характерных для организма женщины особенностей имеется и в деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной и других систем. Все это выражается более продолжительным периодом восстановления организма после физической нагрузки, а также более быстрой потерей состояния тренированности при прекращении тренировок.

Особенности женского организма должны строго учитываться в организации, содержании, методике проведения самостоятельных занятий. Подбор физических упражнений, их характер и интенсивность должны соответствовать физической подготовленности, возрасту, индивидуальным возможностям студенток. Необходимо исключать случаи форсирования тренировок для того, чтобы быстро достичь высоких результатов. Разминку следует проводить более тщательно и более продолжительно, чем при занятиях мужчин. Рекомендуется остерегаться резких сотрясений, мгновенных напряжений и усилий, например, при занятиях прыжками и в упражнениях с отягощением. Полезны упражнения, в положении сидя, и лежа на спине с подниманием, отведением, приведением и круговыми движениями ног, с подниманием ног и таза до положения «березка», различного рода приседания.

Даже для хорошо физически подготовленных студенток рекомендуется исключить упражнения, вызывающие повышение внутрибрюшного давления и затрудняющие деятельность органов брюшной полости и малого таза. К таким упражнениям относятся прыжки в глубину, поднимание больших тяжестей и другие, сопровождающиеся задержкой дыхания и натуживанием.

При выполнении упражнений на силу и быстроту движений следует более постепенно увеличивать тренировочную нагрузку, более плавно доводить ее до оптимальных пределов, чем при занятиях мужчин.

Упражнения с отягощениями применяются с небольшими весами, сериями по 8-12 движений с вовлечением в работу различных мышечных групп. В интервалах между сериями выполняются упражнения на расслабление с глубоким дыханием и другие упражнения, обеспечивающие активный отдых.

Функциональные возможности аппарата кровообращения и дыхания у девушек и женщин значительно ниже, чем у юношей и мужчин, поэтому нагрузка на выносливость для девушек и женщин должна быть меньше по объему и повышаться на более продолжительном отрезке времени.

Женщинам при занятиях физическими упражнениями и спортом следует особенно внимательно осуществлять самоконтроль. Необходимо наблюдать за влиянием занятий на течение овариально-менструального цикла и характер его изменения. Во всех случаях неблагоприятных отклонений необходимо обращаться к врачу.

Женщинам противопоказаны физические нагрузки, спортивная тренировка и участие в спортивных соревнованиях в период беременности. После родов к занятиям физическими упражнениями и спортом рекомендуется приступать не ранее чем через 8-10 месяцев.

1.2. Самоконтроль занимающихся за состоянием своего организма

Данные самоконтроля записываются в дневник, они помогают контролировать и регулировать правильность подбора средств, методику проведения учебно-тренировочных занятий. У отдельных занимающихся количество показателей самоконтроля в дневнике и порядок записи могут быть различными, но одинаково важно для всех правильно оценивать отдельные показатели, лаконично фиксировать их в дневнике.

В дневнике самоконтроля рекомендуется регулярно регистрировать:

- субъективные данные (самочувствие, сон, аппетит, болевые ощущения);

- объективные данные (частота сердечных сокращений (ЧСС), масса тела, тренировочные нагрузки, нарушения режима, спортивные результаты).

Субъективные данные:

Самочувствие - отмечается как хорошее, удовлетворительное или плохое. При плохом самочувствии фиксируется характер необычных ощущений.

Сон - отмечается продолжительность и глубина сна, его нарушения (трудное засыпание, беспокойный сон, бессонница, недосыпание и др.).

Аппетит - Отмечается как хороший, удовлетворительный, пониженный и плохой. Различные отклонения состояния здоровья быстро отражаются, поэтому его ухудшение, как правило, является результатом переутомления или заболевания.

Болевые ощущения - фиксируются по месту их локализации, характеру (острые, тупые, режущие и т.п.) и силе проявления.

Объективные данные:

ЧСС – важный показатель состояния организма. Его рекомендуется подсчитывать регулярно, в одно и то же время суток, в покое. Лучше всего утром, лежа, после пробуждения, а также до тренировки (за 3-5 мин) и сразу после спортивной тренировки.

Нормальными считаются следующие показатели ЧСС в покое:

- мужчины (тренированные/не тренированные) 50-60/70-80;

- женщины (тренированные/не тренированные) 60-70/75-85.

С увеличением тренированности ЧСС понижается.

Интенсивность физической нагрузки также определяться по ЧСС, которая измеряется сразу после выполнения упражнений.

При занятиях физическими упражнениями рекомендуется придерживаться следующей градации интенсивности:

- малая интенсивность – ЧСС до 130 уд/мин. При этой интенсивности эффективного воспитания выносливости не происходит, однако создаются предпосылки для этого, расширяется сеть кровеносных сосудов в скелетных мышцах и в сердечной мышце (целесообразно применять при выполнении разминки);

- средняя интенсивность от 130 до 150 уд/мин.;

- большая интенсивность – ЧСС от 150 до 180 уд/мин. В этой тренировочной зоне интенсивности к аэробным механизмам подключаются анаэробные механизмы энергообеспечения, когда энергия образуется при распаде энергетических веществ в условиях недостатка кислорода;

- предельная интенсивность – ЧСС 180 уд/мин. и больше. В этой зоне интенсивности совершенствуются анаэробные механизмы энергообеспечения.

Существенным моментом при использовании ЧСС для дозирования нагрузки является ее зависимость от возраста.

Известно, что по мере старения уменьшается возможность усиления сердечной деятельности за счет учащения сокращения сердца во время мышечной работы. Оптимальную ЧСС с учетом возраста при продолжительных упражнениях можно определить по формулам:

- для начинающих: ЧСС (оптимальная) = 170 – возраст (в годах)

- для занимающихся регулярно в течении 1-2 лет:

- ЧСС (оптимальная) = 180 – возраст (в годах)

Зависимость максимальной величины ЧСС от возраста при тренировке на выносливость можно определить по формуле:

- ЧСС (максимальная) = 220 – возраст (в годах)

Например, для занимающихся в возрасте 18 лет максимальная ЧСС будет равна 220-18=202 уд/мин.

Важным показателем приспособленности организма к нагрузкам является скорость восстановления ЧСС сразу после окончания нагрузки. Для этого определяется ЧСС в первые 10 секунд после окончания нагрузки, пересчитывается на 1 мин. и принимается за 100%. Хорошей реакцией восстановления считается:

- снижение через 1 мин. на 20%;

- через 3 мин. – на 30%;

- через 5 мин. – на 50%,

- через 10 мин. – на 70 – 75%. (отдых в виде медленной ходьбы).

Масса тела должна определяться периодически (1-2 раза в месяц) утром натощак, на одних и тех же весах. В первом периоде тренировки масса обычно снижается, а затем стабилизируется и в дальнейшем за счет прироста мышечной массы несколько увеличивается. При резком снижении массы тела следует обратиться к врачу.

Тренировочные нагрузки в дневник самоконтроля записываются коротко, вместе с другими показателями самоконтроля они дают возможность объяснить различные отклонения в состоянии организма.

Спортивные результаты показывают, правильно ли применяются средства и методы тренировочных занятий. Их анализ может выявить дополнительные резервы для роста физической подготовленности и спортивного мастерства.

В процессе занятий физическими упражнениями рекомендуется периодически оценивать уровень своего физического развития и физической (функциональной) подготовленности.

1.2.1. Оценка физического развития

Проводится с помощью антропометрических измерений: рост стоя и сидя, масса тела, окружность грудной клетки, жизненная емкость легких (ЖЁЛ) и сила кисти сильнейшей руки, которые дают возможность определить:

- уровень и особенности физического развития;

- степень его соответствия полу и возрасту;

- имеющиеся отклонения;

- улучшение физического развития под воздействием занятий физическими упражнениями.

Применяются следующие антропометрические индексы:

- Весо-ростовой показатель

- ВРП= масса тела (грамм.)/длина тела (см.)

Хорошая оценка:

- для женщин 360-405 г/см.;

- для мужчин 380-415 г/см.

Индекс Брока

Оптимальная масса тела для людей ростом от 155 до 165 см. равна длине тела в сантиметрах минус 100. При росте 165-175 см. вычитают 105, при росте более 175 см. – 110.

Силовой показатель (СП)

Показывает соотношение между массой тела и мышечной силой. Обычно, чем больше мышечная масса, тем больше сила. Силовой показатель определяется по формуле и выражается в процентах:

$$\frac{\text{сила (кг)}}{\text{общая масса тела (кг)}} \times 100$$

Для сильнейшей руки:

- для мужчин - 65-80%

- для женщин - 48-50%.

1.2.2. Оценка функционального состояния (подготовленности)

Определение резервных возможностей организма

Осуществляется с помощью физиологических проб сердечно-сосудистой (ССС) и дыхательной (ДС) систем.

Общее требования:

1. Проводить в одно и то же время суток.

2. Не ранее чем через 2 часа после приема пищи.

3. При температуре 18-20 градусов, влажности менее 60%.

Функциональная проба с приседанием

Проверяемый отдыхает стоя 3 мин., на 4-й мин. подсчитывается ЧСС за 15 с. с пересчетом на 1 мин. (исходная частота). Далее выполняется 20 приседаний за 40 с., поднимая руки вперед. Сразу после приседаний подсчитывается ЧСС в течение первых 15 с. с пересчетом на 1 мин. Определяется увеличение ЧСС после приседаний сравнительно с исходной в процентах.

Оценка:

- отлично – до 20%;

- хорошо – 20-40%;

- удовлетворительно – 40-65%;

- плохо – 66-75%;

- более 75%.

Ортостатическая проба

Применяется для оценки сосудистого тонуса.

Отдых 5 минут в положении лежа, подсчитывают ЧСС в положении лежа за 1 мин. (исходная ЧСС), после чего занимающийся встает, и снова подсчитывает пульс за 1 мин.

Оценка:

- «хорошо» - не более 11 ударов (чем меньше разница, тем лучше);

- «удовлетворительно» - от 12 до 18 ударов (потливость);

- «неудовлетворительно» - более 19 ударов (потливость, шум в ушах).

Проба Штанге (задержка дыхания на вдохе),

проба Генча (задержка дыхания на вдохе)

Оценивается устойчивость организма к недостатку кислорода, а также общий уровень тренированности.

После 5 мин. отдыха сидя, сделать 2-3 глубоких вдоха и выдоха, затем сделать полный вдох (выдох) и задержать дыхание. Отмечается время от момента задержания дыхания до ее прекращения.

Оценка	Юноши	Девушки
Отлично	90 сек	80 сек
Хорошо	80-89 сек	70-79 сек
Удовлетворительно	50-79 сек	40-69 сек
Неудовлетворительно	50 и ниже	40 и ниже

Проба Генча

Оценка	Юноши	Девушки
Отлично	45 сек	35 сек
Хорошо	40-44 сек	30-34 сек
Удовлетворительно	30-39 сек	20-29 сек
Неудовлетворительно	30 и ниже	20 и ниже

С нарастанием тренированности время задержания дыхания возрастает, при снижении или отсутствии тренированности – снижается.

Самоконтроль прививает занимающимся грамотное и осмысленное отношение к своему здоровью и к знаниям физической культурой и спортом, имеет большое воспитательное значение.

2. Другие виды самостоятельной работы

2.1. Самостоятельная подготовка к сдаче обязательных тестов оценки общей физической подготовленности

2.1.1 Тест на скоростно-силовую подготовленность (бег на 100 метров)

Нормативы:

- у студенток нормативы в беге на 100 метров следующие: 15.7 сек - 5 очков; 16,0 - 4; 17,0 -3; 17,9 - 2; 18,7 - 1.

- студенты должны показать результаты в следующих пределах: 13,2 сек - 5 очков; 13,8 - 4; 14,0 - 3; 14,3 - 2; 14,6 - 1.

2.1.2. Техника выполнения упражнения

При анализе бега на 100 м. принято выделять следующие основные фазы:

- старт и стартовый разгон;

- бег по дистанции;

- финиширование.

Старт и стартовый разгон

Существует два вида старта: низкий и высокий. Экспериментальные данные показывают, что новичкам и спортсменам 2-го разряда лучше применять высокий старт. Такая закономерность наблюдается до результата 11,4-11,6 с. и объясняется технической сложностью низкого старта. Поэтому следует ограничиться только овладением техникой высокого старта.

По команде «На старт» занимающийся подходит к стартовой линии, ставит сильнейшую (толчковую ногу) вплотную к линии, маховая нога располагается на 1,5-2 стопы назад на носок, расстояние между ними 15-20 см. Туловище выпрямлено, руки опущены, вес тела распределяется равномерно на обе ноги.

По команде «Внимание» вес тела переносится на впереди согнутую стоящую ногу, разноименная рука вперед. Проекция плеч находится за стартовой линией на расстоянии 5-8 см. Взгляд направлен вперед - вниз.

По команде «Марш» бегун мощно разгибает толчковую ногу и стремится максимально быстро вынести маховую ногу вперед с постановкой ее сверху вниз на дорожку. Руки работают максимально активно, плечевой пояс не закрепощен, кисти расслаблены. Стартовый разгон характеризуется постепенным увеличением длины шагов, уменьшением наклона туловища и приближением стоп к средней линии.

Бег по дистанции

Перед бегущим стоит задача удержать развитую горизонтальную скорость до финиша. Этому будет способствовать сохранение длины и частоты шагов.

Во время бега маховая нога ставится с носка спереди проекции общего центра тяжести тела (ОЦТТ) сверху вниз. Взаимодействие маховой ноги с грунтом называется передним толчком. Задний толчок выполняется мощным разгибанием бедра и сгибанием стопы. Голова держится прямо. Руки согнуты (угол сгибания в локтевых суставах примерно 90 град.).

При движении руки вперед кисть поднимается до уровня плеч. Назад рука отводится до «отказа» и угол сгибания в локтевом суставе увеличивается. Пальцы рук слегка согнуты.

Финиширование

Наклон туловища увеличивается. На последних метрах дистанции необходимо стремиться не потерять свободы движений и пробегать финиш без снижения скорости.

2.1.3. Методы самостоятельной тренировки

- Повторный метод - повторное выполнение упражнений с около-предельной и предельной скоростью. Отдых продолжается до восстановления. Упражнения повторяются до тех пор, пока скорость не начнет снижаться.

- Переменный метод - когда пробегаются дистанции, например, с варьированием скорости и ускорения. Цель - исключить стабилизацию скорости («скоростной барьер»).

- Соревновательный метод - предполагает выполнение упражнений на быстроту в условиях соревнований. Эмоциональный подъем на соревнованиях способствует мобилизации на максимальные проявления быстроты, позволяет выйти на новый рубеж скорости.

2.1.4. Средства тренировки быстроты

Частоту движений, а вместе с ней и быстроту циклических движений развивают с помощью упражнений, которые можно выполнять с максимальной скоростью, а также с помощью скоростно-силовых упражнений для ациклических движений. При этом упражнения должны отвечать следующим требованиям:

- техника упражнений должна обеспечивать выполнение движений на предельных скоростях;

- упражнения должны быть хорошо освоены, чтобы не требовалось волевого усилия для их выполнения;

- продолжительность упражнений должна быть такой, чтобы скорость не снижалась вследствие утомления - 20-22 с.

Основным средством отработки бега по дистанции является бег с максимальной скоростью. Такой бег выполняется 5-6 раз по 30-40 метров. В тренировке можно чередовать бег в обычных, облегченных (с горки, угол 4-5 град.) и затрудненных (в горку или с сопротивлением) условиях.

Для развития скоростной выносливости рекомендуется пробегать большую дистанцию (120-150 м), когда очередная пробежка начинается при пульсе 120 уд/мин.

Для тренировки в беге на 100 метров следует использовать кроссы (6 км, 30 мин), повторный бег на отрезках 200 м в 3/4 силы. Спортивные игры (баскетбол, футбол) также приносят пользу в развитии быстроты.

Можно рекомендовать и упрощенную методику, обеспечивающую минимально необходимый уровень подготовленности:

- повторный метод - в одном занятии 3-4 пробегания по 20-30 метров с максимальной скоростью и интервалами отдыха для восстановления пульса до 110-120 уд/мин;

- переменный метод - пробегание 2-х отрезков по 30 метров с максимальной скоростью и последующим переходом на спокойный бег 150--200 метров. Выполняется 3-4 подхода.

Для ощутимого сдвига в подготовленности такие тренировки рекомендуется проводить 3-4 раза в неделю.

2.1.5. Подготовка и сдача контрольного норматива

При подготовке к сдаче бега на 100 метров следует учитывать общие требования по питанию при занятиях физическими упражнениями:

1. По времени - прием пищи не менее чем за 2-3 часа.

2. По составу - не есть тяжелой пищи (мясо, яйца, масло, молочные продукты, жирную, долго перевариваемую пищу).

Не рекомендуется выходить на старт с переполненным желудком.

Непосредственно перед сдачей норматива необходимо провести разминку с использованием специальных упражнений:

1. Бег с высоким подниманием бедра.

2. Бег с «захлестыванием» голеней назад.

3. Семенящий бег.

4. Прыжки с ноги на ногу (шаги).

5. Бег в упоре стоя у гимнастической стенки.

6. Бег с ускорением с высокого старта с подачей стартовых команд (2-3 ускорения по 10-15 метров).

Разминка заканчивается за 10 минут до старта.

Непосредственно перед стартом нельзя отдыхать лежа, сидя, необходимо постоянно находиться в движении (прохаживаться, выполнять упражнения на растяжку). Частота сердечных сокращений непосредственно перед стартом должна быть 110 – 120 уд/мин.

Психологическая подготовка заключается в мысленном «прокручивании» в голове этапов преодоления дистанции: старта, стартового разбега, бега по дистанции, финиширования с концентрацией внимания на технике выполнения каждого этапа.

При выполнении теста не разрешается:

- наступать на линию старта (стартовая линия входит в дистанцию);

- перебегать на соседние дорожки.

2.2. Тест на силовую подготовленность для женщин

(поднимание (сед) и опускание туловища из положения лежа, ноги закреплены, руки за головой)

Нормативы: 60 раз - 5 очков, 50 - 4, 40 - 3, 30 - 2, 20 - 1.

Это упражнение используется для оценки развития мышц живота (брюшного пресса).

О мышцах брюшного пресса следует сказать особо. Эта группа мышц участвует в большинстве движений. Она создает хороший «мышечный корсет», охватывающий брюшную полость и способствующий нормальному функционированию внутренних органов, что положительно влияет на состояние здоровья.

2.2.1. Техника выполнения упражнения

И.п. (исходное положение) – лежа на спине, ноги согнуты в коленях, стопы прижаты к полу, руки в замок за головой, локти разведены.

Это силовое упражнение состоит из 4-х фаз:

- поднимание туловища;

- фиксация его в вертикальном положении;

- опускание;

- пауза в горизонтальном положении.

Голова держится прямо, локти в стороны, дыхание ритмично.

2.3. Тест на силовую подготовленность для мужчин (подтягивание на перекладине)

Учебной программой по физической культуре предусмотрено тестирование студентов для определения уровня их силового развития. Нормативы следующие: 15 раз - 5 очков, 12 - 4, 9 - 3, 7 - 2, 5 - 1;

2.3.1. Техника выполнения упражнения

Каждый цикл подтягивания в висе на перекладине включает:

- исходное положение - вис на вытянутых руках хватом сверху (большими пальцами внутрь);

- подъем до пересечения подбородком линии перекладины;

- опускание в исходное положение.

При выполнении теста разрешается сгибание, разведение ног, запрещаются рывковые движения туловищем и руками, хлестовые движения ногами. Выполнение засчитывается только при полном выпрямлении рук в локтевых суставах.

Наиболее экономично подтягивание при хвате рук на ширине плеч. Если кисти рук расположены ближе друг к другу, то положение тела становится менее устойчивым и отклонения придется компенсировать за счет дополнительных мышечных усилий, что будет увеличивать энерготраты и снижать результат. Возрастают энерготраты и при широком хвате (шире плеч). Это связано с тем, что для фиксации лопаток при широком хвате требуется большая, чем при хвате на ширине плеч, сила мышц, приближающих лопатки к позвоночному столбу.

Опускание в вис (в исходное положение) после подтягивания должно выполняться спокойно. Дыхание не задерживается.

2.3.2. Методы развития силы

На практике распространены следующие методы силовой подготовки:

- метод максимальных усилий;
- метод повторных усилий;
- метод динамических усилий.

Согласно методу максимальных усилий выполнение упражнений организуется таким образом, чтобы занимающийся смог подтянуться 1-3 раза в одном подходе (при условии, что он способен самостоятельно подтянуться как минимум 2-3 раза). Такое достигается за счет применения дополнительного внешнего отягощения. Делается 5-6 подходов с перерывами 2-4 минуты.

По методу повторных усилий подтягивания в одном подходе выполняются до «отказа». Если занимающийся имеет максимальный индивидуальный показатель 10-15 подтягиваний и более, то следует применять отягощение весом 30-70% от максимального. Например, занимающийся может подтянуться 1 раз с максимальным отягощением 10 кг. Значит, для тренировки по методу повторных усилий следует подобрать вес отягощения 3-7 кг. Выполняется 3-6 подходов с отдыхом между ними 2-4 мин.

Разнообразить упражнения можно, применяя метод динамических усилий. Если занимающийся легко выполняет 10-15 подтягиваний, то следует применять отягощения до 30% от максимального. В одном подходе 10-15 повторений. Темп - максимально быстрый. Всего 3-6 подходов. Во время отдыха следует добиваться наиболее полного восстановления, чтобы в следующем подходе выполнить упражнение без существенной потери скорости.

Сравнивая динамический и статический методы развития силы, необходимо отметить следующее:

- При динамическом режиме работы мышц происходит достаточное кровоснабжение. Мышца функционирует как насос - при расслаблении наполняется кровью и получает кислород и питательные вещества.

- Во время статического усилия мышца постоянно напряжена и непрерывно давит на кровеносные сосуды. В результате она не получает кислород и питательные вещества. Это ограничивает продолжительность работы мышц.

2.4. Тест на общую выносливость - бег 2000 и 3000 метров

Нормативы:

- студентки - бег 2000 метров - 10 мин.15 сек. - 5 очков; 10.50 - 4; 11.15 - 3; 11.50 - 2; 12.15 - 1;

- студенты - бег 3000 метров - 12.00 - 5; 12.35 - 4; 13.10 - 3; 13.50 - 2; 14.00 - 1.

2.4.1. Техника бега на длинные дистанции

Бег на средние и длинные дистанции начинается с высокого старта. По команде «На старт!» бегун ставит у линии более сильную ногу, а другую отставляет назад на носок (на 30 – 50 см), немного сгибает ноги, туловище наклоняет вперед и тяжесть тела переносит на впереди стоящую ногу. По команде «Марш!» бегун начинает бег, делая первые шаги в большом наклоне, который постепенно уменьшается. Длина шагов увеличивается, бег ускоряется, бегун набирает скорость и в короткое время переходит к свободному бегу на дистанции. Бег на дистанции. Во время бега на дистанции туловище вертикально или слегка наклонено вперед (5-7°). Небольшой наклон туловища вперед позволяет лучше использовать силы отталкивания и быстрее продвигаться вперед. Слишком большой наклон приводит к «падающему» бегу, при котором труднее выносить вперед согнутую ногу, в связи с чем уменьшается длина шага, а следовательно, и скорость бега. Кроме того, при большом наклоне постоянно напряжены мышцы, удерживающие туловище от увеличивающегося наклона. Отсутствие наклона ухудшает условия отталкивания, однако улучшает возможность выноса вперед согнутой в коленном суставе свободной ноги. При правильном положении туловища создаются благоприятные условия для работы мышц и внутренних органов. Наклон туловища у бегунов изменяется в пределах 2-3°: увеличивается к моменту отталкивания и уменьшается в полетной фазе. Положение головы существенно влияет на положение туловища. Надо держать голову прямо и смотреть вперед. В фазе отталкивания таз подается вперед, что является важной особенностью техники бега на длинные дистанции и позволяет полнее использовать силу реакции опоры. В технике бега на длинные дистанции важнее всего движения ног. Нога, немного согнутая, ставится на грунт упруго и эластично с передней части стопы, а затем касается его всей стопой. Постановка ноги на переднюю часть стопы позволяет эффективнее использовать эластические свойства мышц голени, активно участвующие в отталкивании.

Следы стоп на дорожке у бегунов находятся на одной линии, носки почти не разворачиваются в стороны. Эффективное отталкивание характеризуется выпрямлением ноги во всех суставах. Угол отталкивания в беге на средние дистанции примерно равен 50-55°. При правильном отталкивании таз подан вперед, голень маховой согнутой ноги параллельна бедру толчковой ноги. Быстрый вынос маховой ноги вперед облегчает отталкивание. Бегуны на длинные дистанции меньше поднимают бедро маховой ноги вверх, чем бегуны на средние и короткие дистанции. Длина шага на длинные дистанции не постоянна даже у одних и тех же бегунов. Колебания зависят от наступившего утомления, неравномерности пробегания отдельных участков дистанции, качества беговой дорожки, ветра и состояния бегуна. Обычно шаг с сильнейшей ноги на несколько сантиметров больше, чем шаг со слабейшей ноги. Длина шага равна 160 – 215 см. Повышение скорости бега за счет увеличения длины шага ограничено, так как слишком длинный шаг требует очень больших затрат сил. Кроме того, длина шага в основном зависит от индивидуальных данных бегуна. Поэтому скорость бега повышают за счет увеличения частоты шагов, которая зависит от тренированности бегуна. Движения плечевого пояса и рук связаны с движениями ног. Выполнять их надо легко, не напряженно. Это во многом зависит от умения расслаблять мышцы плечевого пояса. Движения рук помогают бегуну сохранять равновесие тела во время бега. Амплитуда движения рук зависит от скорости бега. Кисти при движении вперед не пересекают средней линии тела и поднимаются примерно до уровня ключицы. При движении рук назад кисти доходят до задней линии туловища (если смотреть на бегуна сбоку). Руки двигаются маятникообразно, пальцы рук свободно сложены, предплечья не напряжены, плечи не поднимаются вверх. При финишировании, длина которого зависит от дистанции и оставшихся сил бегуна, движения руками делаются быстрее, наклон тела увеличивается, а угол отталкивания уменьшается. Спортсмен переходит на скоростной бег, при котором скорость повышается главным образом за счет увеличения частоты шагов. К концу дистанции вследствие утомления некоторые бегуны наклоняют туловище назад. Такое положение туловища не способствует эффективности бега, так как усилия отталкивания направляются больше вверх. Техника бега на вираже имеет некоторые особенности: туловище немного наклонено влево, к бровке, правая рука движется несколько размашистей левой, причем правый локоть дальше отводится в сторону, а правая стопа ставится с некоторым поворотом внутрь. Ритм дыхания зависит от индивидуальных особенностей и скорости бега (с увеличением скорости бега увеличивается и частота дыхания). Бегун не должен задерживать дыхание. Дышать следует одновременно через нос и полуоткрытый рот, при этом важно следить за полным выдохом.

2.4.3. Возможные ошибки и осложнения в ходе проведения самостоятельных тренировок

В некоторых случаях тренировка может стать причиной различных осложнений, включая травмы опорно-двигательного аппарата.

Основная причина травматизма опорно-двигательного аппарата - перенапряжение. Слишком быстрое увеличение тренировочных нагрузок является чрезмерным для детренированных мышц, связок и суставов. К дополнительным факторам, способствующим повреждению опорно-двигательного аппарата, можно отнести:

- бег по твердому грунту;
- избыточную массу тела;
- обувь, не пригодную для бега;
-грубые ошибки в технике.

Следовательно, меры по профилактике травм должны быть направлены на устранение или ослабление воздействия этих факторов:

- Во время кроссового бега часто болит в правом боку (печень), либо в левом боку (селезенка). Печень важный орган в жизнедеятельности нашего организма (синтез жиров и углеводов, обмен белков и витаминов) является кровяным депо. Так вот в результате переполнения кровью печени возникают колики. Глубокое дыхание снижает приток крови к правому предсердию, уменьшает болевые ощущения. Бег не надо прекращать, необходимо снизить скорость передвижения и стараться дышать глубже.

- В процессе тренировок после значительного перерыва (отдыха) или при резком увеличении нагрузок могут появляться боли в мышцах, как правило, на другой день. Во время физической работы в организме образуются продукты распада, часть которых выводится из организма через мочевыделительную систему, а другая часть, в том числе, молочная кислота задерживается в мышечных тканях. Чтобы избавиться от нее, необходимо мышцу непосредственно после физической нагрузки заставить растянуться (с помощью упражнений на растяжение), а на следующий день выполнять какую-либо физическую работу, т.е. сокращаться. Эти меры помогут ускорить вывод молочной кислоты из мышц. Боли могут длиться несколько дней и если не предпринимать никаких мер, мышца теряет эластичность, становиться твердой. В этом случае могут помочь: массаж, банные процедуры, применение согревающих мазей и гелей.

- При выполнении напряженной физической работы длительное время, например, кроссовый бег, возникают такие состояния, которые получили название «мертвая точка» и «второе дыхание». Уже через некоторое время бега в организме начинаются изменения, которые заставляют нас прекратить мышечную деятельность. Такое временное снижение работоспособности получило название «мертвая точка». Механизм возникновения такого состояния недостаточно изучен. Предполагают, что он обусловлен временным нарушением

деятельности скелетных мышц и органов, обеспечивающих доставку кислорода в организм. Эти нарушения приводят к изменениям в работе нервных центров, что, в свою очередь, приводит к нарушениям в работе отдельных физиологических систем. Время возникновения и продолжительность этого состояния зависит от многих факторов, в частности от длительности и интенсивности физической нагрузки (например, при беге на 5-10 км и более возникает через 5-6 мин бега), от тренированности. Чем лучше тренирован человек, тем позже возникает это состояние и протекает менее тяжело (почти незаметно). Преодоление этого состояния требует значительного волевого усилия. В процессе проведения учебных и тренировочных занятий необходимо приучать себя преодолевать это неприятное ощущение, возникающее при кислородной недостаточности и накоплении продуктов кислотно-щелочного распада при обмене веществ. Наступлению «второго дыхания» способствуют усиленные дыхательные упражнения, глубокие выдохи, освобождающие организм от накопившейся углекислоты, что способствует наступлению кислотно-щелочного баланса в организме. Преодолеть состояние «мертвой точки» можно, если снизить интенсивность физической нагрузки, но это нежелательно, т.к. не будет адаптации организма к такого рода деятельности.

- При занятиях физическими упражнениями могут возникнуть отклонения в деятельности сердца - учащенное сердцебиение. Оно может быть следствием стенокардии, ссоры, неурядицы в быту, семье, боязни, страха, дистрофий миокарда. Возникновение болей - сигнал опасности, в этих случаях необходимо прекратить занятия и обратиться к врачу.

- Существует состояние, называемое гравитационным шоком. Часто возникает при внезапной остановки после относительно интенсивного бега (чаще после финиша) в связи с прекращением действия «мышечного насоса». Большая масса крови застаивается в раскрытых капиллярах и венах мышц нижних конечностей, на периферии. Возникает анемия (обескровливание) мозга, недостаточное снабжение его кислородом. Появляется резкое побледнение, слабость, головокружение, тошнота, потеря сознания, исчезновение пульса. Пострадавшего необходимо уложить на спину, поднять вверх ноги (выше головы), обеспечив отток венозной крови к сердцу, улучшив снабжение головного мозга кислородом, поднести к носу ватку смоченную нашатырным спиртом. Основная профилактика гравитационного шока - исключение внезапной остановки, постепенное замедление бега.

- Гипогликемическое состояние - следствие недостаточного количества в организме сахара, нарушение углеводного обмена в результате длительной физической нагрузки. Ощущается сильный голод, головокружение, иногда потеря сознания. Профилактика – легко усваиваемые углеводы до начала длительной физической нагрузки (немного сахара, меда и т.п.) или специальные питательные смеси.

- Солнечный и тепловой удары - возникают при длительной работе под действием солнечных лучей на обнаженную голову или тело. Тепловой удар - остро развивающееся болезненное состояние, обусловленное перегреванием организма. Его признаками являются: усталость, головная боль, слабость, боли в ногах, спине, тошнота, шум в ушах, повышение температуры, потемнение в глазах, ухудшение дыхания (прерывистое), потеря сознания.

Первая помощь: пострадавшего поместить в прохладное место, снять одежду, приподнять голову, охладить область сердца (холодный компресс), напоить. Дать понюхать нашатырный спирт, сердечные средства. При нарушении дыхания сделать искусственное дыхание.

При обморожениях на охлажденном участке вначале чувствуется легкое пощипывание, затем чувствительность теряется. Особенно поддаются ему пальцы рук, ног, нос, уши. Если произошло обморожение нельзя растирать пораженные места снегом, это только повредит кожу. Необходимо поместить обмороженный участок в тепло не растирать, а согревать при комнатной температуре. Обмороженные места смазать жиром (вазелином).

3. Актуальность задачи повышения уровня готовности обучающихся к зачетным занятиям, на основе управляемой адаптации к смене видов учебно-познавательной деятельности

Выполнение контрольных нормативов требует от студента мобилизации всех своих сил и здесь следует принимать во внимание и учитывать все что может повлиять на конечный результат, в том числе характер учебно-познавательной деятельности предшествующий зачетному занятию.

В течение учебного дня, занимаясь то одним видом учебно-познавательной деятельности, то другим, обучающиеся должны переключаться с выполнения одного вида задач на другой, и каждый раз проходит какое-то время, пока будет достигнуто оптимальное соответствие состояния личности и организма обучающегося к условиям проведения определенного вида учебно-познавательной деятельности – период адаптации.

Можно говорить о том, что к каждому учебному занятию кроме практической и теоретической подготовленности, определенного уровня умений и навыков по предмету, от студентов требуется некоторая психофизиологическая и физическая готовность. В этом случае под ней подразумевается готовность психических, физиологических и обеспечивающих двигательные действия систем человека к выполнению определенного рода учебно-познавательной деятельности.

Многообразие видов учебно-познавательной деятельности определяет многообразие психофизиологических и физических состояний обучающихся. Под психофизиологическим и физическим состоянием предлагается понимать целостные психофизиологические и

физические реакции обучаемого на внешние и внутренние факторы, направленные на достижение полезного результата.

Параметром психофизиологического и физического состояния является величина, характеризующая какую-либо из реакций организма обучаемого на внешние или внутренние факторы.

Уровень психофизиологической и физической готовности к предстоящему занятию, зависит от индивидуальных особенностей личности обучаемого и определенных внешних факторов, воздействующих на него на предыдущем занятии. Эти факторы можно разделить на три вида:

- санитарно-гигиенические условия;
- временные условия;
- организация предыдущего вида учебно-познавательной деятельности.

К санитарно-гигиеническим условиям относятся температура и влажность воздуха, освещенность, содержание кислорода в воздухе, эргономичность учебных мест, запыленность, загазованность места проведения занятия. К временным условиям относятся: время дня, день недели, месяц семестра, время года, а также время, прошедшее после последнего приема пищи.

Вышеперечисленные факторы оказывают существенное влияние на психофизиологическую и физическую готовность. Второй фактор заставляет учитывать объективные закономерности колебания уровня работоспособности студентов в течение учебного дня, учебной недели, семестра. Как известно, в течение учебного дня объективно наблюдается два периода подъема работоспособности: один в первой половине дня, второй – в послеобеденное время. Каждому периоду характерны три фазы: врабатывание, повышенная работоспособность, снижение работоспособности. В течение недели те же фазы распределяются следующим образом: понедельник, вторник – врабатывание; среда, четверг – повышенная работоспособность; пятница, суббота – снижение работоспособности. Исследования показали, что и семестровый цикл разделяется на те же фазы.

Влияние фактора «организация предыдущего вида учебно-познавательной деятельности» в данном случае рассматривается, как влияние особенностей психофизиологической и физической деятельности обучаемых на предыдущем занятии на их психофизиологическую и физическую готовность к последующему виду учебно-познавательной деятельности, в нашем случае к зачету. Психофизиологическая деятельность характеризуется напряженностью и характером мыслительной деятельности, а также нервно-эмоциональной напряженностью учебной деятельности.

Физическая деятельность характеризуется интенсивностью, видом мышечных действий и работой обеспечивающих эту деятельность физиологических систем. Мышечные действия

могут носить статический и динамический характер: поддержание рабочей позы «сидя», «стоя», выполнение чертежной, письменной работы, настройка и обслуживание аппаратуры, выполнение гимнастических упражнений и т.п. При этом используются, в той или иной степени, основные физические качества: сила, быстрота, выносливость, ловкость.

Влияние всех вышеперечисленных факторов преломляется через индивидуальные особенности личности, такие как типологические свойства нервной системы и темперамента, возрастные, морфологические, биохимические особенности организма, уровень физической подготовленности, состояние здоровья и другие, выливаясь, в итоге, в психофизиологическую и физическую готовность студента к предстоящему виду учебно-познавательной деятельности.

Следует отметить, что особенно явно эти проблемы проявляются при чередовании занятий по общенаучным, общеинженерным и специальным дисциплинам с практическими занятиями по физической культуре. В этом случае происходит смена видов деятельности, в одном из которых доминирующую роль играет умственная работа с пониженной двигательной активностью и сохранением определенной рабочей позы, в другом – разнообразная активная двигательная деятельность с сопровождающей ее мыслительной работой.

Методика проведения занятий предусматривает проведение вводной (подготовительной) части для организации обучающихся, приведения их в состояние готовности к решению задач основной части, в нашем случае к сдаче контрольного норматива, и заключительной – для подведения итогов, приведения организма в относительно спокойное состояние (для занятий по физической культуре), но при проведении этих частей занятий, как правило, не учитывается характер предыдущей и последующей деятельности студентов. Неучтение этого факта отрицательно влияет на скорость адаптации к виду учебно-познавательной деятельности, что особенно наглядно проявляется при чередовании практических занятий по физической культуре с занятиями по общеинженерным и специальным дисциплинам.

Складывается противоречие между имеющим место в практике обучения несоответствием уровня психофизиологической и физической готовности обучающихся, объективно складывающейся в ходе проведения предшествующего занятия, видом учебно-познавательной деятельности последующего занятия и неучтением этого факта в общепринятых методиках проведения вводных (подготовительных) и заключительных частей занятий, в том числе, по дисциплине «физическая культура»

Это противоречие можно устранить, обеспечив управление процессом адаптации студентов к смене видов учебно-познавательной деятельности в ходе проведения вводных (подготовительных) и заключительных частей занятий.

Для каждой темы занятия по физической культуре в зависимости от педагогической ситуации, складывающейся из контекстной пары - вид предшествующего и вид последующего

занятия, можно установить наиболее предпочтительные адаптирующие, предметно-ориентированные варианты проведения подготовительной и заключительной частей, оперативно поддерживающие достаточно высокий уровень психофизиологической и физической готовности при чередовании этих занятий с занятиями по другим дисциплинам.

Видится актуальной задача управления процессом адаптации обучаемых к смене видов учебно-познавательной деятельности с целью сокращения времени врабатывания и повышения эффективности как занятий, так и сдачи контрольных нормативов. Для решения этой задачи представляется наиболее целесообразным использовать проведение подготовительной (разминки) и заключительной частей занятий с адаптирующим, предметно-ориентированным содержанием.

В этом случае под управлением адаптацией следует понимать процесс педагогического воздействия с целью установления оптимального соответствия личности обучаемого и условий осуществления учебной деятельности в ходе осуществления им познавательной деятельности, которое позволяет индивидууму более эффективно удовлетворять актуальные познавательные потребности, и реализовывать связанные с ними значимые цели.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Б1.О.07 РУССКИЙ ЯЗЫК И ДЕЛОВЫЕ КОММУНИКАЦИИ

Специальность
21.05.04. Горное дело

направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

квалификация выпускника: специалист

формы обучения: очная, заочная

год набора: 2022

Одобрены на заседании кафедры Иностранных языков и деловой коммуникации	Рассмотрены методической комиссией Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Юсупова Л. Г.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 28.09.2021 г.	Протокол № 2 от 12.10.2021 г.
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Автор: Меленскова Е. С., канд. филол. наук, доцент

Методические материалы дисциплины согласованы с выпускающей кафедрой **обогащения полезных ископаемых**

Заведующий кафедрой _____ __В. З. Козин_____

Подпись *И. О. Фамилия*

Методические рекомендации к практическим занятиям

Значительную роль в изучении предмета выполняют практические занятия, которые призваны, прежде всего, закреплять теоретические знания, полученные в ходе лекций, ознакомления с учебной литературой, а также выполнения самостоятельных заданий. Тем самым практические занятия способствуют более качественному усвоению знаний, помогают приобрести навыки самостоятельной работы.

Приступая к подготовке к практическому занятию необходимо изучить соответствующие конспекты лекций по заданной теме, главы учебников или учебных пособий, разобрать примеры, ознакомиться с дополнительной литературой (например, словарями). Конспектирование дополнительных источников также способствует более плодотворному усвоению учебного материала. Следует обращать внимание на основные понятия и классификации, актуальные для темы практического занятия.

Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студента. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения и проследить их логику. Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Все это находит свое отражение в процессе выполнения итогового зачетного теста.

Очевидны три структурные части практического занятия: предваряющая (подготовка к занятию), непосредственно само практического занятия (обсуждение вопросов темы в группе, выполнение упражнений по теме) и завершающая часть (последующая работа студентов по устранению обнаружившихся пробелов). Не только само практическое занятие, но и предваряющая, и заключающая части его являются необходимыми звеньями целостной системы усвоения вынесенной на обсуждение темы.

Перед очередным практическим занятием целесообразно выполнить все задания, предназначенные для самостоятельного рассмотрения, изучить лекцию, соответствующую теме практического занятия. В процессе подготовки к практическому занятию закрепляются и уточняются уже известные и осваиваются новые знания. Столкнувшись в ходе подготовки с недостаточно понятными моментами темы, необходимо найти ответы самостоятельно или зафиксировать свои вопросы для постановки и уяснения их на самом практическом занятии.

В начале занятия следует задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении, поскольку всегда сначала студенты под руководством преподавателя более глубоко осмысливают теоретические положения по теме занятия.

В ходе практического занятия каждый должен опираться на свои конспекты, сделанные на лекции или по учебникам и учебным пособиям, на самостоятельно выполненные упражнения по данной теме.

В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь.

Значительную роль в изучении предмета выполняют практические занятия, которые призваны, прежде всего, закреплять теоретические знания, полученные в ходе прослушивания и запоминания лекционного материала, ознакомления с учебной и научной литературой, а также выполнения самостоятельных заданий. Тем самым практические занятия способствуют получению наиболее качественных знаний, помогают приобрести навыки самостоятельной работы. Планы практических занятий состоят из отдельных тем, расположенных в соответствии с рабочей программой изучаемой дисциплины. Каждая тема включает следующие элементы:

- цель проведения занятия;
- теоретические вопросы, необходимые для усвоения темы;
- задания;
- список литературы по теме для подготовки к практическому занятию.

Работа на практических занятиях направлена на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам изучаемой дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений (например, аналитических).

В ходе занятий у студентов формируются практические умения и навыки, отраженные в РПД.

Методические материалы к практическим занятиям

ТЕМА 1. СЛОВАРИ И СПРАВОЧНИКИ ПО КУЛЬТУРЕ РЕЧИ. СИСТЕМА СЛОВАРНЫХ ПОМЕТ

Цель – вспомнить классификацию словарей и проверить у студентов умение работать с ними (лексикографическая грамотность).

Основные понятия темы:

Лексикография – раздел науки о языке, занимающийся теорией и практикой составления словарей.
Энциклопедический словарь – книга, содержащая описание научных понятий и терминов, исторических событий, характеристику персоналий из разных областей или определенной области знания.
Лингвистический словарь – книга, содержащая собрание слов (морфем, фразеологизмов и т. д.), расположенных по определённому принципу (как правило, по алфавиту), и дающая сведения об их значениях, употреблении, происхождении, переводе на другой язык и т. п.
Словарная статья – отдельный текст, посвященный языковой единице (слову, морфеме и т. п.) или их группе (лексической группе, гнезду слов и т. п.).
Помета – применяемое в словарях сокращенное указание на какие-либо характерные признаки слова или его употребления.

Задание 1. *Прочитайте и сравните словарные статьи, взятые из разных словарей. Найдите общую и различающую их дополнительную информацию. Объясните, чем вызвано различие.*

ФАЗА – **1.** В геохимии: совокупность однородных частей системы, одинаковых по термодинамическим свойствам (тем, которые не зависят от количества вещества) и отграниченных от других частей поверхностью раздела. В природных процессах минералообразования могут принимать участие газовая Ф., жидкие Ф. и твердые Ф. – металлы. Системы, состоящие из одной Ф., называются однофазными, или гомогенными (напр., раствор различных солей в воде; кристалл кварца без включений; мономинеральная горная порода); состоящие из нескольких Ф. – многофазными, или гетерогенными (напр., раствор вместе с твердым осадком; кристалл кварца с газово-жидким включением; полиминеральная порода). **2.** В исторической геологии: термин, иногда употребляющийся для обозначения времени, соответствующего длительности накопления отложений, составляющих зону как часть яруса. Термин был условно принят в этом значении VIII сессией МГК в Париже в 1900 г., но не стал общепринятым. При изучении четвертичного периода иногда фазой называют время каждого отдельного оледенения и промежутков между ними (*Геологический толковый словарь*[1]).

ФА́ЗА, -ы, *ж.* [нем. Phase < греч. phasis появление (о небесных светилах)]. **1.** Момент, отдельная стадия в ходе развития и изменения чего-н., а также само положение, форма чего-н. в данный момент; то же, что фазис. *Новая ф. в развитии общества. Луна в первой фазе.* **2.**

[1] Геологический толковый словарь [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.edudic.ru/geo/

физ. Величина, характеризующая состояние какого-н. процесса в каждый момент времени. *Ф. колебания маятника. Газообразная ф. вещества.* **Фа́зовый** – относящийся к фазе (в 1-м и 2-м знач.), фазам. **3.** *эл.* Отдельная группа обмоток генератора. **Фа́зный** – относящийся к фазе, фазам. (Крысин Л. П. Толковый словарь иноязычных слов. М., 2001. С. 810).

ФА́ЗА, -ы, *ж.* **1.** Момент, отдельная стадия в ходе развития и изменения чего-н. (напр. положения планеты, формы или состояния вещества, периодического явления, общественного процесса), а также само положение, форма в этот момент (книжн.). *Первая ф. Луны. Жидкая ф. Газообразная ф. Ф. колебания маятника. Вступить в новую ф. развития.* **2.** Отдельная группа обмоток генератора (спец.). || *прил.* **фа́зовый**, -ая, -ое (к 1 знач.) *и* **фа́зный**, -ая, -ое (ко 2 знач.). ♦ **Фазовые глаголы** – в лингвистике: глаголы со значением начала, продолжения или окончания действия. (Ожегов С. И. и Шведова Н. Ю. Толковый словарь русского языка. М., 2005. С. 847).

Задание 2. *Познакомьтесь с типами помет, используемых в толковых словарях. Объясните значение всех помет, приведенных в качестве примера.*

ТИПЫ ПОМЕТ ТОЛКОВОГО СЛОВАРЯ

Типы помет	**Примеры помет**	**Значение отсутствия помет**
1. Помета, указывающая на принадлежность к функциональному стилю	*науч., газет., публиц., оф.-дел., разг., книжн.* и др.	Слово межстилевое
2. Помета, указывающая на сферу употребления слова	*обл., прост., жарг.*, *спец.* и др.	Слово общеупотребительное
3. Помета, указывающая на принадлежность к активному / пассивному запасу	*устар., ист., арх.*, *нов.* и др.	Слово принадлежит к активному запасу
4. Помета, указывающая на эмоционально-экспрессивную окраску слова	*ласк., ирон., шутл., унич., бран., пренебр., высок., неодобр.* и др.	Слово нейтральное

Задание 3. *Прочитайте словарные статьи, извлеченные из толкового словаря современного русского языка. Укажите пометы и объясните, что они означают.*

Абориге́н, -а, *м.* (книжн.) – коренной житель страны, местности. || *ж.* **абориге́нка** (разг.)

Грамоте́й, -я, *м.* (устар. и ирон.) – грамотный человек.

Деяние, -я, *ср.* (высок. и спец.) – действие, поступок, свершение.

Жена́тик, -а, *м.* (прост. шутл.) – женатый человек (обычно о молодожене).

Иждиве́нчество, -а, *ср.* (неодобр.) – стремление во всем рассчитывать не на свои силы, а на помощь других, вообще жить за чужой счет.

Карапу́з, -а, *м.* (разг. шутл.) – толстый, пухлый малыш.

Кляча, -и, *ж.* (разг. пренебр.) – плохая (обычно старая) лошадь.

Ле́нчик, -а, *м.* (спец.) – деревянная основа седла.

Мате́рщина, -ы, *ж., собират.* (прост. груб.) – неприличная брань.

Му́шка, -и, *м.* (разг. ласк.) – то же, что медведь.

Небезызве́стный, -ая, -ое; -тен, -тна (обычно ирон.) – достаточно, хорошо известный.

Неулыба, -ы, *м.* и *ж.* (обл. и прост.) – человек, который редко улыбается, неулыбчив.

Новоде́л, -а, *м.* (разг.) – здание, сооружение, построенное на месте уничтоженного, исчезнувшего и воспроизводящее его прежний внешний вид.

Нувори́ш, -а, *м.* (книжн. презр.) – богач, наживший свое состояние на социальных переменах или бедствиях, на разорении других.

Общепи́т, -а, *м.* (офиц.) – сокращение: общественное питание – отрасль народного хозяйства, занимающаяся производством и продажей готовой пищи и полуфабрикатов. || *прил.* **общепи́товский**, -ая, -ое (разг.).

Остоло́п, -а, *м.* (прост. бран.) – глупец, болван.

Отчи́зна, -ы, *ж.* (высок.) – отечество, родина.

Побо́ры, -ов. **1.** Чрезмерные, непосильные налоги или сборы (устар.). **2.** *перен*. Неофициальные сборы средств на что-нибудь (разг. неодобр.).

Предуве́домить, -млю, -мишь; -мленный; *сов.*, *кого-что* (устар. и офиц.) – заранее уведомить.

Риста́лище, -а, *ср.* (стар.) – площадь для гимнастических, конных и других состязаний, а также само такое состязание.

Сва́ра, -ы, *ж.* (прост.) – шумная перебранка, ссора.

Торга́ш, -а, *м.* **1.** То же, что торговец (устар. неодобр.). **2.** *перен*. Человек, который выше всего ставит свою выгоду, корысть, личный интерес (презр.).

Умка, -и, *м.* (обл.) – белый медведь.

Упова́ние, -а, *ср.* (книжн., часто ирон.) – то же, что надежда.

Ха́м, -а, *м.* (презр. и бран.) – грубый, наглый человек.

Задание 4. *Познакомьтесь с пометами, используемыми в орфоэпических словарях, словарях грамматических трудностей и т. п. Какие пометы указывают на императивную норму, а какие на диспозитивную? Запишите их в предложенную ниже таблицу.*

НОРМАТИВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЛОВ[2]

Словарь является не просто нормативным, а ставит своей задачей показать литературную норму во всем многообразии ее проявлений. В отличие от большинства нормативных словарей, словарь отражает и такие факты речи, которые считаются неверными с точки зрения литературной нормы. Все запретительные пометы, которые характеризуют неверные варианты, снабжаются значком «восклицательный знак» (!). В Словаре используются ясные и общедоступные способы нормативной оценки вариантов.

1. Равноправные варианты соединяются союзом *и*:

ба́рхатка *и* барха́тка;

ведёрцев *и* ведёрец.

При этом на первом месте помещается обычно традиционный вариант, более частотный в употреблении.

2. Помета «допустимо» (*и доп.*) свидетельствует о том, что оба варианта соответствуют нормам литературного языка. Естественно, что предпочтителен вариант, помещённый на первом месте. Такая помета используется, как правило, применительно к

[2] Орфоэпический словарь русского языка для школьников / Сост. О. А. Михайлова. Екатеринбург: У-Фактория, 2002. С. 6-8.

новым, входящим в норму вариантам ударения, произношения и грамматическим формам. Например:

бредо́вый *и доп.* бредово́й;

белёсый *и доп.* беле́сый;

ма́шет *и доп.* маха́ет.

3. Помета «допустимо устаревшее» (*доп. устар.*) означает, что второй вариант, хотя и находится в пределах литературной нормы, всё реже встречается в речевой практике, постепенно утрачивается, переходя в пассивный языковой фонд. Например:

ворва́лся *и доп. устар.* ворвался́

вспе́ненный, -ая, -ое, *кратк. ф.* вспе́нен, вспе́нена *и доп. устар.* вспенённый, вспенён, вспенена́

бу́до[чн]ик *и доп. устар.* бу́до[шн]ик.

4. Помета «не рекомендуется» (*не рек.*) применяется в тех случаях, когда отмеченный ею вариант в данное время не признаётся нормативным. Однако его широкое употребление в современной речи и соответствие общим тенденциям языкового развития не исключают возможности признания этого варианта литературной нормой в будущем. Например:

бало́ванный ! *не рек.* ба́лованный;

вручу́т ! *не рек.* вру́чит;

гру́фели, -ей ! *не рек.* грифеля́, -е́й.

5. Помета «не рекомендуется устаревшее» (*не рек. устар.*) означает, что снабжённый ею вариант, ныне находящийся за пределами нормы, представляет собой бывшую норму. Например:

горшо́чек, горшо́чка ! *не рек. устар.* горше́чек;

да́рит ! *не рек. устар.* дару́т.

6. Помета «неправильно» (*неправ.*) служит для предупреждения распространённых речевых ошибок. Например:

вы́боры, вы́боров ! неправ. выбора́, выборо́в;

компромету́ровать, -рую, -рует ! неправ. компроме[н]ту́ровать

Рекомендательные пометы	Запретительные пометы

ТЕМА 2. ОРФОГРАФИЧЕСКИЕ И ПУНКТУАЦИОННЫЕ НОРМЫ

Цель – повторить основные правила орфографии и пунктуации русского языка.

Основные понятия темы:

Орфографические нормы – это правила написания слов.
Пунктуационные нормы – это правила расстановки знаков препинания.

Задание 1. *Повторите правописание гласных (безударных и чередующихся) и согласных в корне слова. Перепишите текст, вставив пропущенные буквы. Расставьте знаки препинания. Объясните свой выбор.*

Я р…шил в…рнуться д…мой. Быстрыми шагами я прошел зар…сли кустов. У моих ног т…нулась р…внина а дальше ст…ной возвышался мрачный лес. Я осм…трел окрес…ность и спустился с х…лма. Высокая тр…ва на дне д…лины б…лела р…вной скат…ртью. Я вышел на опушку и пошел полем. Трудно было проб…раться по у…кой тр…пинке. Кругом р…сла высокая ро…ь. Н…чная птица промчалась и к…снулась меня св…им крылом. В т…шине глухо разд…вались мои шаги. Но вот на в…чернем небе стали заж…гаться звезды. Забл…стел серп м…л…дого мес…ца. Теперь я узнал д…рогу и предпол…гал что через час буду дома.

Задание 2. *Повторите правописание приставок. Перепишите предложения, вставив пропущенные буквы. Расставьте недостающие знаки препинания при однородных членах предложения.*

Перед самым селом п…р…езжаем речку вброд. На спуске перед церковью ра…ливается море сарафанов мужицких голосов. Народ все пр…бывает мужики в пиджаках ребятишки со свистульками, на ра…пряженных телегах сидят пр…старелые пр…езжие. Над колокольнями белеют верхи палаток, а над ними – облака, и падают вьются стрелами свищут в воздухе стрижи.

Медленно пр…бираясь в ра(с, сс)тупившейся толпе, по…ъезжаем к ограде пр…вязываем лошадей. На дощатом пр…лавке ра…ложены картинки и книги, и мещанин-пр…давец по…совывает календари и книги с з…манчивыми названиями. Всё смех и ржанье лошадей крик бабы, ругающей мужика, (с, з)ливается в один ярмарочный гул. За время работы ярмарки хочется успеть (с, з)делать многое пр…смотреть липового меда п…дешевле п…торговаться в свое удовольствие пр…купить гостинцев родным.

В обед негаданно с…бирается туча, и дождь, по…нимая пыль, барабанит по усыпанной по…солнечной шелухой дороге. Но летний дождь быстро пр…ходит, и яркая радуга, упершись в реку, широким полотенцем ра…кидывается над ярмаркой. С ярмарки народ ра…ъезжается только после обеда. (По И. Соколову-Микитову)

Задание 3. *Повторите правописание Ъ и Ь (учтите разные функции Ь). Перепишите, вставив, где необходимо, пропущенные буквы.*

Пред…юбилейное мероприятие, обжеч…ся огнем, решил удалит…ся проч…, кофе был горяч…, достан…те багаж…, чувствовать гореч… неудач…, выть по-волч…и, любител…ская кинос…емка, должность камен…щика, выйти замуж… осен…ю, береч… здоров…е, сроч…ный заказ, лечить кон…юнктивит, уловить фал…ш… в голосе, трех…этажный павил…он, заменить мед…ю, назнач…те время трех встреч…, с…еш… во время лан…ча, следить за своей реч…ю, купает…ся в реке, оформиш… пен…сию, остав…те антиквару старинную брош…, четырех…ядерный процессор, волосы до плеч…, сер…езный компан…он, умнож…те полученный резул…тат, он хорош… собой, выявить из…ян, декабр…ские морозы, с…агитировать на выборы, коротко стрич…ся, сверх…естественный об…ект, боиш…ся ос…минога, неб…ющаяся вещ…, об…емный текст п…есы, не забуд…те плащ…, невтерпеж… ждать, раз…яренный бык, разрабатывать кар…ер.

Задание 4. *Повторите правописание Н и НН в причастиях, прилагательных и образованных от них формах. Перепишите текст, вставив пропущенные буквы и расставив недостающие знаки препинания при причастных оборотах. Причастные обороты подчеркните.*

Было нестерпимо холодн…о, и даже не верилось, что днем придется жариться в раскален…ом пекле. Среди потрескавшихся от зноя пород обнаруживаются словно бы отполирован…ые плиты гранита. В этом заброшен…ом неповторимом уголке необозримой пустыни существование человека – никогда не прекращающееся сражение с природой. Палатки кочевников соседствуют с домами сложен…ыми из обожжен…ого кирпича.

Снаружи жилище покрывает сетка сплетен…ая из жесткой травы. Узор наносится и на пленку, которой палатка скрепляется изнутри.

Все палатки украшен…ы под цвет камен…ых глыб. Комнаты соединен…ы переходами из плетен…ых циновок. Все разложен…о аккуратн…о, повсюду чистота. Сбоку вышел мужчина в незаменимом традицион…ом облачении. На нем накидка казавшаяся накрахмален…ой. Бросался в глаза и меч повеш…н…ый к поясу.

Геолог подходит к карте разукрашен…ой цветными пометками. Все, что нанесен…о на нее, – плод трудн…ых поисков в горах прокален…ых солнцем. Новые месторождения открывают разведчики недр. (По Б. Фетисову)

Задание 5. *Повторите правописание НЕ и НИ с разными частями речи. Перепишите текст, вставив пропущенные буквы и раскрыв скобки.*

Нет (н…)чего лучше Невского проспекта, по крайней мере в Петербурге. Чем (н…)блестит эта улица – красавица нашей столицы! Я знаю, что (н…)один из бедных чиновных ее жителей (н…)променяет на все блага Невского проспекта. Да и кому же он (н…)приятнен? Здесь единствен…ое место, где показываются люди (н…)по(н…)обходимости, куда загнала их надобность и меркантильный интерес, об…емлющий весь Петербург. Здесь житель Петербургской или Выборгской части, (н…)сколько лет (н…)бывавший у своего приятеля в Песках или у Московской заставы, может быть уверен, что встретится с ним (н…)пр…мен…о.

Можно сказать решительно, что в это время, то есть до двенадцати часов, Невский проспект (н…)составляет (н…)(для)кого цели, он служит только средством: он постепен…о заполняется лицами, имеющими свои занятия, свои заботы, свои досады, но вовсе (н…)думающими о нем. В это время, что бы вы на себя (н…)надели, хотя бы даже вместо шляпы был картуз у вас на голове, хотя воротнички слишком высунулись из вашего галстука, – (н…)кто этого (н…)заметит. (по Н. В. Гоголю)

Задание 6. *Повторите правописание наречий и частиц. Перепишите текст, вставив пропущенные буквы и раскрыв скобки. Вставьте недостающие знаки при деепричастных оборотах. Деепричастия подпишите.*

Лето выдалось знойное и сокрушило все. Земля иссохла, прокалилась до того, что ящерицы (не)боясь (ни)кого прибегали на порог с отчаянно колотящимися глотками, лиш…(бы) куда(нибудь) спрятаться. А коршуны забирались (в)высь и (на)долго умолкали в горящем мареве.

И ребят непоседливых сморила (не)померная жара. Они прятались от нее под стенами домов выглядывая (из)редк… (от)туда на проходящие мимо них пассажирские и товарные поезда. Когда у разъезда составы сбавляли ход, детям казалось, что уж… этот(то) поезд

притормозит и остановится. Они бежали за ним (в)догонку заслоняясь ручонками от солнца и (по)детски наивно надеясь укатить из пекла.

Тяжко было смотреть, с какой завистью и печалью малыши глядели (в)след уходящим в неизвестность, (на)стеж… раскрытым вагонам. Пассажиры выглядывали из открытых окон, то(же) сходили с ума от духоты и мечтали о том, что(бы) (на)утро очутиться там, где прохладные реки и зеленые леса. Вряд(ли) они задумывались о том, что жара может задержаться… (По Ч. Айтматову)

Задание 7. *Повторите правила постановки знаков препинания в сложных предложениях. Перепишите предложения, расставив знаки препинания. Обратите особое внимание на пунктуацию при однородных и обособленных членах предложения. Подчеркните грамматические основы.*

1. Сначала соседи смеялись между собою над высокомерием Троекурова и каждый день ожидали чтоб незваные гости посетили Покровское где было им чем поживиться но наконец принуждены были с ним согласиться и сознаться что и разбойники оказывали ему непонятное уважение. (А. С. Пушкин)
2. Раза три в год Финский залив и покрывающее его серое небо нарядятся в голубой цвет и млеют любуясь друг другом и северный человек едучи из Петербурга в Петергоф не насмотрится на редкое чудо млеет в непривычном зное и все заликует дерево цветок и животное. (И. А. Гончаров)
3. Я писал вам как мы гонимые бурным ветром дрожа от холода пробежали мимо берегов Европы как в первый раз пал на нас у подошвы гор Мадейры ласковый луч солнца и заплескали голубые волны засияли синие небеса как мы жадно бросились к берегу погреться горячим дыханием земли. (И. А. Гончаров)
4. Иногда бывает что облака в беспорядке толпятся на горизонте а солнце прячась за них красит их и небо во всевозможные цвета в багряный оранжевый золотой лиловый грязно-розовый. (А. П. Чехов)
5. Направо темнели холмы налево все небо было запито багровым заревом и трудно было понять был ли то пожар или же собиралась всходить луна. (А. П. Чехов)
6. Живя здесь я реже попадался на глаза отцу и его гостям и мне казалось что если я живу не в настоящей комнате и не каждый день хожу в дом то слова отца что я сижу у него на шее звучат уже как будто не так обидно. (А. П. Чехов)
7. Он пел и от каждого звука его голоса веяло чем-то родным и необозримо широким словно знакомая степь раскрывалась перед нами уходя в бесконечную даль. (И. С. Тургенев)
8. Большая низкая лампа с непрозрачным абажуром стоящая на письменном столе горела ясно но освещала только поверхность стола да часть потолка образуя на нем дрожащее круглое пятно света в остальной комнате все было в полумраке в нем можно было разглядеть только шкаф с книгами большой диван еще кое-какую мебель. (В. Гаршин)
9. Куда ни обращаешь взор всюду как будто встречаешь быстро удаляющийся образ лета которое время от времени оборачивается назад и бросает прощальную меланхолически-задумчивую улыбку. (Д. Григорович)
10. А на него посмотришь и кажется что вся эта земная деятельность для него только лишь забава и ею занят он пока а настоящие его заботы где-то впереди куда порою устремлялись его бойкие но как бы неживые оловянного блеска глаза. (Ф. Сологуб)

11. На седом фоне тумана ближайшие сосны однотонно плоско и неясно вырисовываются своими прямыми и голыми стволами и в их неподвижности среди этой голубой тишины и среди этого холодного тумана чувствуется что-то суровое печальное и покорное. (А. И. Куприн)

ТЕМА 3. АКЦЕНТОЛОГИЧЕСКИЕ НОРМЫ

Цель – повторить характеристику русского языка, составить собственный акцентологический словарь при выполнении упражнений[3].

Основные понятия темы:

Акцентологические нормы – это правила постановки ударения в слове.
Омонимы – слова, у которых от постановки ударения зависит значение.

Задание 1. *Расставьте ударения в следующих словах. Укажите варианты постановки ударения (например, ста́ртер и стартёр):*

1) Асимметрия, блага, кулинария, столяр, добыча, плато, диоптрия, творог, средства, шофер, туфля, эксперт, кремень, страховщик, нефтепровод, маркетинг, шасси, христианин, рассредоточение, досуг, жалюзи, танцовщица, шарфы, торты, искра, бармен, вероисповедание, квартал, симметрия, диспансер, обеспечение, склады, таможня, щебень, баржа, алкоголь, индустрия, приговор, генезис, договор, свекла, бижутерия, каталог, ходатайство, километр, пережитое, хвоя, полиграфия, ортопедия, пиццерия, стюард, овен, упрочение (*имена существительные*).

2) Асбестовый, совестливый, мизерный, оптовый, мастерски, украинский, втридорога, важно, тотчас, просмотровый, завидно, правы, давнишний, стары, одновременный, красивее, красивейший, равны, семестровый, счастливо, досыта, иначе, поутру, начерно, зубчатый (*имена прилагательные и наречия*).

3) Аранжировать, заржаветь, нормировать, убыстрить, заплесневеть, новорожденный, опошлить, баловать, балованный, расклешенный, дарит, включишь, включенный, копировать, повторишь, понял, звонит, закупорить, начался, начатый, положить, положил, вручит, врученный, доложишь, облегчить, осведомиться, премировать, черпать, ободрить, пломбировать, вогнутый, вскружит, буксировать, скрещенный, разрыхлить, плодоносить, наклоненный, окислить (*глагольные формы*).

Задание 2. *Поясните, как зависит значение от постановки ударения в следующих словах (омонимах):*

Глазки, замок, рожки, выкупать, ирис, характерный, полки, хлопок, мука, вычитать, орган, видение, острота, трусить, свойство, гвоздики, бронировать, кредит, угольный, правило, провидение, полнить, лавровый, электрик.

Например: пла́чу (1 лицо ед. число от глагола «плакать») – плачу́ (1 лицо ед. число от глагола «платить»).

[3] При выполнении заданий пользуйтесь орфоэпическим словарем или словарем трудностей при постановке ударения.

Задание 3. *Прочитайте предложения, обращая внимание на постановку ударения в подчёркнутых словах. Составьте по аналогии свои предложения, использовав любые слова из* ***задания 1*** *и / или* ***2****.*

1. В последнем квартале этого года эксперты одной из фирм заключили выгодный договор на прокладку газопровода**,** за что были премированы. 2. Для обеспечения здорового образа жизни исключите из своего рациона арахис, торты и алкоголь, а включите в него творог, свеклу и щавель. 3. В мебельном отделе нашего торгового центра вы можете приобрести красивейшие кухонные гарнитуры по оптовым ценам.

ТЕМА 4. ОРФОЭПИЧЕСКИЕ НОРМЫ

Цель – повторить правила транскрибирования слов, выявить основные трудности в плане произношения, составить собственный орфоэпический словарь при выполнении упражнений[4].

Основные понятия темы:

Орфоэпические нормы – это правила произношения слов. **Транскрипция** – графическая запись того, как произносится слово (всегда в квадратных скобках).

Задание 1. *Отметьте правильное произношение сочетания ЧН в следующих словах. Распределите слова на три группы:*

[шн]	**[шн]** и **[чн]**	**[чн]**

1) Шуточный, копеечный, отличник, девичник, будничный, булочная, очечник, полуночник, нарочно, прачечная, скучно, скворечник, горчичник, Фоминична, яичница, достаточно, порядочный, горничная, Никитична, двоечник, пустячный, Ильинична, конечно, спичечный, подсвечник, Кузьминична.

2) Шапочный мастер – шапочное знакомство, сердечные капли – друг сердечный, подаренная перечница – чертова перечница.

Задание 2. *Отметьте правильное произношение согласного перед Е в следующих словах. Распределите слова на три группы:*

Твёрдое произношение	**Варианты**	**Мягкое произношение**

Автосервис, дефис, агрессия, дендрарий, бухгалтер, депрессия, гарем, термин, шинель, термос, патент, сессия, тенденция, рейд, газель, дезодорант, фанера, Одесса, академия, бизнесмен, деградация, менеджер, музей, деканат, темперамент, тезис, аксессуары, протекция, бандероль, гипотеза, детектив, кредо, бассейн, экспресс, дедукция, декада, темп, терапевт, дефицит, интервал, дебаты, рельсы, ниппель, компетентный, дезинформация, пресса, цистерна, стратегия, тренинг, сенсорный, сейф, портмоне.

[4] При выполнении заданий пользуйтесь орфоэпическим словарем или словарем трудностей произношения.

Задание 3. *Прочитайте слова, обращая внимание на произношение ударного звука, обозначенного буквой Е:*

1) Острие, поблекший, афера, хребет, оседлый, одноименный, маневренный, опека, жернов, желчь, блеклый, желоб, безнадежный, бытие, повлекший, жердочка, никчемный, гладкошерстный, гашеный, недоуменный.

2) Именительный падеж – падеж скота;

Истекший срок – истекший кровью;

Кричит как оглашенный – оглашенный приговор;

Совершенные пропорции – совершенные поступки;

Крестный ход – крестный отец.

Задание 4. *Прочитайте слова, обращая внимание на произношение выделенных согласных:*

1) Ма**сс**а, су**рр**огат, гру**пп**а, гри**пп**, те**рр**аса, а**тт**естат, ко**лл**ега, мета**лл**, су**мм**а, а**нн**отация, криста**лл**, оди**нн**адцать, и**лл**юзия, ва**нн**а, апе**лл**яция, ка**сс**а, га**лл**юцинация, не**тт**о.

2) Дро**жж**и, бу**хг**алтер, по**зж**е, во**жж**и, и**зж**арить, вы**жж**енный, пе**сч**аный, и**зж**ить, ра**зж**ать, же**стч**е, ни**зш**ий, до**жд**и, ре**зч**е, ви**зж**ать, и**зж**ога, ма**сш**таб, мо**жж**евельник, бе**зж**изненный, ра**сч**ет, съе**зж**у, прие**зж**ай.

Задание 5*. *Прочитайте следующий текст, обращая внимание на правильное произношение и постановку ударения в подчёркнутых словах:*

Примером успешного ведения бизнеса в различных отраслях экономики является деятельность фирмы «Mihail-tur». За 11 лет ее существования удалось сформировать коллектив профессионалов из высококвалифицированных менеджеров, компетентных экспертов, торговых агентов. Компании принадлежат две трети долей уставного фонда АО «Лейбл-мастер», владельца одного из крупнейших торговых центров города. Занимаясь оптовым поставкам подростковой одежды, фирма поддерживает связи с модельными агентствами, что позволяет обновлять коллекции на 15 процентов каждый квартал. С ассортиментом одежды можно познакомиться по объемному каталогу, размещенному на корпоративном интернет-сайте. Руководство фирмы заявило о намерении углубить это направление, для чего налаживаются связи с другими поставщиками, проводятся маркетинговые исследования с целью изучения конъюнктуры рынка в трех крупнейших областях региона. В планы компании входит также сосредоточение средств в области дорожного строительства. Начата подготовка к тендерным торгам, намеченным на первую декаду ноября, к участию в которых приглашаются компании, заинтересованные в строительстве современного путепровода.

ТЕМА 5. СЛОВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

Цель – вспомнить состав слова, научиться находить в предложениях ошибки, связанные с неверным образованием слова.

Основные понятия темы:

Словообразовательные нормы – это правила образования новых слов.

Задание 1. *Найдите в предложениях слова, в которых нарушена словообразовательная норма, запишите их. Выделите неправильно выбранную часть слова (приставку, суффикс). Исправьте допущенные ошибки.*

1. Завесьте, пожалуйста, килограмм помидоров с витрины. **2.** Студенты в очередной раз немного запоздали на лекцию. **3.** Уважаемые пассажиры, проходите по-быстрому в середину вагона или садитесь взади. **4.** Он был коренным курчанином и после учебы в Москве вернулся в родной Курск. **5.** Чтобы сдать зачет, важно завсегда посещать занятия. **6.** Одна из самых актуальных проблем современной России – это взятничество в государственных учреждениях. **7.** После концерта микрофоны со сцены надо будет перенести взад. **8.** Многие кавказские народы отличает их гостеприимчивость. **9.** Моя жизнь в этом году была наполнена заботами о заканчивании школы и поступлении в университет. **10.** Сегодня у первого курса была лекция по химии заместо высшей математики.

ТЕМА 6. ЛЕКСИЧЕСКИЕ НОРМЫ

Цель – вспомнить основные типы речевых ошибок, связанных со значением слова.

Основные понятия темы:

Лексические нормы – это правила употребления слова в точном значении, которое закрепилось в литературном языке и зафиксировано в толковых словарях.

Паронимы – это слова однокоренные, близкие по форме, но абсолютно разные по значению.

Речевая избыточность – это употребление лишних слов (тавтология, плеоназм).

Лексическая сочетаемость – это способность слова соединяться с другими словами по значению.

Жаргонизм – слово, свойственные для речи той или иной социальной, профессиональной группы людей.

Фразеологизм – устойчивое словосочетание, смысл которого не определяется значением отдельно взятых слов

Задание 1. *Объясните разницу в значении приведенных ниже паронимов. Составьте с каждым из них словосочетание, подобрав подходящее по смыслу слово.*

Осудить – обсудить, удачливый – удачный, соседний – соседский, жилой – жилищный, поступок – проступок, опечатки – отпечатки, командированный – командировочный, усвоить – освоить, эффектность – эффективность, невежа – невежда, представить – предоставить, цельный – целый, искусный – искусственный, практический – практичный; гуманный – гуманистический – гуманитарный; плодовитый – плодовый – плодотворный, экономический – экономичный – экономный.

Задание 2. *Найдите в следующих предложениях избыточные словосочетания, выпишите их. Объясните причину избыточности, указав на лишнее слово (или лишние слова).*

1. При входе в «Копирус» висит прейскурант цен на предлагаемые услуги. **2.** Уезжая из Москвы, мы купили памятные сувениры в киоске у вокзала. **3.** Для преподавателя важно то, какие взаимоотношения друг с другом сложились между студентами в группе. **4.**

Неприятно резал слух голос, доносившийся из конференц-зала. **5.** Депутату приходится встречаться со всеми социальными слоями общества.

Задание 3. *Найдите в следующих предложениях иноязычные по происхождению слова, которые употреблены в неточном значении. Запишите свой вариант исправления.*

1. Рабочий станка допустил целый ряд дефектов при изготовлении деталей. **2.** Пейзаж Екатеринбурга за последние десять лет обогатился современными постройками, хотя многие памятники архитектуры и были реконструированы до основания. **3.** В целях профилактики основное внимание уделяется ранним проявлениям, т. е. дебюту гриппа. **4.** Для окон актового зала мы долго искали гардины длиной 4 метра, а уже потом подбирали шторы в тон стен. **5.** В январе состоялся бенефис талантливого исполнителя: он впервые выступал на профессиональной сцене.

Задание 4. *Найдите в следующих предложениях нарушения правил лексической сочетаемости слов. Запишите свой вариант исправления.*

1. Грамотный руководитель должен показывать образец своим подчиненным. **2.** Нововведения сыграли важное значение в развитии горного комбината. **3.** Красочное оформление детских книг издательства «Эгмонт» должно вызвать внимание и заинтересовать покупателей. **4.** Новогодний спектакль в Театре кукол оказал на детей большое впечатление. **5.** Первую лекцию по геологии в этом году провел молодой преподаватель.

Задание 5. *Найдите в предложениях жаргонные, просторечные, разговорные слова, замените их литературным вариантом и запишите исправленный вариант.*

1. Несколько студентов до сих пор не отнесло хвостовки в деканат. **2.** В центре Екатеринбурга забабахали очередную свечку. **3.** Я считаю, что необходимо избавляться от любой нецензурщины в нашей речи. **4.** После окончания вуза мы решили замутить свой бизнес, решив, что в этом деле нам по-любому повезет. **5.** Работяги привыкли вкалывать на заводе от зари до зари.

Задание 6. *Исправьте в следующих предложениях речевые ошибки, вызванные неправильным употреблением фразеологизма.*

1. Михаил на публике говорит очень убедительно, язык у него хорошо подвязан. **2.** Туристам кинулась в глаза красота уральской природы. **3.** Его обещания рубля ломаного не стоят. **4.** Об умельцах у нас говорят: «Они в своем деле коня подковали». **5.** К сожалению, студенты редко сейчас грызут камень науки по-настоящему.

Задание 7*. *Найдите и исправьте в следующих предложениях речевые ошибки. Запишите правильный вариант.*

1. Норвежские спортсмены по-прежнему остаются нашими самыми серьезными оппонентами в биатлоне. **2.** В своей работе руководители горных предприятий руководствуются новейшей научной и методической литературой. **3.** Многодетным семьям, чтобы жить достойно, приходится искать несколько истоков доходов. **4.** Обычно мы общаемся, не придавая важности невербальным средствам коммуникации. **5.** Екатеринбургская Епархия активно распространяет душевную литературу. **6.** Продукты Черкашинского мясокомбината пользуются авторитетом у покупателей. **7.** Исправьте

ошибки в контрольной работе так, чтобы было правильно. **8.** Все места на парковке были заняты, и поэтому много машин толпилось на обочине. **9.** К маю ветераны ВОВ получили очередную добавку к пенсии. **10.** После собеседования она сказала, что на должность промоутера брали только смазливых молодых людей. **11.** В прошлом году выдался неурожайный год в плане картошки. **12.** Ребенок с рождения имитирует поведение родителей. **13.** На Неделе первокурсника нам сразу выдали студики и зачётки. **14.** Команда нашего факультета заняла первенство в смотре художественной самодеятельности. **15.** После первых же дней изнурительной работы на Севере очень хотелось вернуться назад домой.

ТЕМА 7. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ НОРМЫ

Цель – вспомнить правила определения рода у существительных и аббревиатур, особенности несклоняемых существительных, образования некоторых грамматических форм разных частей речи и научиться исправлять ошибки, связанные с их неверным образованием (все это с опорой на учебную литературу и словари[5]).

Основные понятия темы:

Морфологические нормы – это правила образования грамматических форм слова.

Задание 1. *Определите род у следующих существительных и аббревиатур. Подберите к ним подходящие по смыслу прилагательные (или причастия), учитывая правила синтаксического согласования.*

1) Атташе, авеню, адвокат, амплуа, ассорти, аэрозоль, белоручка, бра, безе, боа, боди, бродяга, видео, визави, врач, выскочка, гну, гуру, денди, доцент, евро, жалюзи, жюри, зануда, иваси, какаду, кантри, каре, кашне, кенгуру, киви, кимоно, колибри, коллега, колли, кольраби, кофе, крупье, кутюрье, лама, левша, манго, мартини, маэстро, меню, миледи, монпансье, недоросль, непоседа, ниндзя, пани, пари, педагог, пенальти, пенсне, пони, преподаватель, протеже, профессор, растяпа, резюме, рефери, сабо, салями, сирокко, спагетти, табу, такси, тамада, танго, толь, торнадо, турне, тюль, фламинго, фрау, хачапури, хиппи, цеце, цунами, шасси (*склоняемые и несклоняемые существительные*).

2) Айдахо, Бали, Борнео, Гоби, Дели, Калахари, Капри, Килиманджаро, Колорадо, Лимпопо, Мехико, Миссисипи, Онтарио, Сорренто, Тбилиси, Толедо, Чили (*имена собственные*).

3) АО, АТС, БАМ, бомж, ВТО, вуз, ГАЗ, ГОК, ГУМ, ДК, дот, ДСП, ДТП, жэк, колхоз, КПП, ЛДПР, МВД, МИД, НИИ, НХЛ, НЭП, общепит, ООН, ПК, полпред, СЕ, СМУ, СНГ, СССР, ТАУ, ТВ, ТРЦ, УЗТМ, ФГБОУ, ФМС, ФСБ, ЦУМ (*аббревиатуры*).

Задание 2. *Определите род у следующих сложносоставных существительных. Составьте с ними словосочетания* ***прил. + сущ.***

Диван-кровать, музей-квартира, генерал-губернатор, плащ-палатка, идея-фикс, конференц-зал, жар-птица, кафе-столовая, чудо-человек, матч-реванш, салон-парикмахерская, программа-максимум, женщина-космонавт, альфа-излучение, ракета-носитель, премьер-министр, кофе-пауза.

---

[5] При выполнении заданий пользуйтесь орфоэпическим словарем или словарем грамматических трудностей.

Задание 3. *Определите, какие фамилии при заполнении бланка письма или заявления будут склоняться, а какие нет. Обращайте внимание на пол человека. Запишите эти имена и фамилии в нужном падеже.*

Кому:

Сергей Левченко, Александр Живаго, Елена Сверчук, Анна Шевченко, Константин Ярош, Татьяна Чубинец, Вероника Лежава, Андрей Горенко, Борис Станкевич, Виталий Воробей, Ирина Шевчук, Иван Миклухо-Маклай, Виктор Доброво, Владислав Карамыш, Анна Диоп, Андрей Кожемяк, Мария Мицкевич, Петр Галаган, Маргарита Венда, Вадим Черных.

От кого:

Николай Черныш, Наталья Седых, Светлана Карась, Семен Фоменко, Лев Щерба, Сергей Соловьев-Седой, Александр Максимаджи, Екатерина Франюк, Леонид Березняк, Юлия Родных, Максим Жук, Алёна Ремесло, Николай Стрижак, Наталия Черных, Марат Ардзинба, Вера Ноздреватых, Виктория Приходько, Евгений Столпнер, Кирилл Шапиро, Станислав Горбачевич.

Задание 33. *Заполните таблицу следующими существительными, в зависимости от того, как у них образуется форма именительного падежа множественного числа.*

Окончание **–а/ –я**	Окончание **–ы/ –и**	Варианты **–а/ –я** и **–ы/ –и**

*Отдельно укажите существительные, у которых от выбора окончания в этой форме зависит значение (например, ордер**а** – «документы» и ордер**ы** – «элементы в архитектуре»).*

1) Брелок, бухгалтер, ветер, вексель, возраст, герб, год, директор, договор, жемчуг, инженер, инспектор, клин, колос, купол, лектор, медвежонок, небо, окорок, офицер, отпуск, пандус, паспорт, плинтус, почерк, прииск, прожектор, профессор, ребенок, редактор, сектор, семя, слесарь, столяр, сторож, табель, токарь, тополь, трактор, хозяин, цех, чудо, шило, шофёр, штемпель.

2) Корпус, лагерь, образ, повод, полоз, полутон, провод, пропуск, прут, тормоз, хлеб.

Задание 4. *Образуйте форму родительного падежа множественного числа от следующих существительных. Отметьте наличие вариантов (например, ла́сты – ла́ст**ов** и ла́ст□).*

Армяне, апельсины, басни, блюдца, болгары, ботинки, брызги, буряты, валенки, гардемарины, гектары, граммы, грузины, дела, деньги, джинсы, заморозки, казахи, калории, кастрюли, килограммы, клавиши, комментарии, макароны, мандарины, мечты, микроны, мокасины, носки, осетины, партизаны, перила, перипетии, петли, плечи, полотенца, поместья, помидоры, просьбы, развилки, рельсы, русла, сани, сапоги, сбои, свадьбы, сваи, свечи, серьги, солдаты, тапочки, тиски, турки, туфли, цыгане, чукчи, чулки, южане, юнги, яблоки, ясли.

Задание 5. *Раскройте скобки, заменяя цифровые обозначения словами, правильно определяя падеж числительных и существительных.*

1. Выборы в Государственную Думу состоялись в (358 округов). **2.** Появилась серия вспомогательных пособий с (5 735 чертежей). **3.** Теплоход с (657 отдыхающих) плыл вниз по Волге. **4.** За время последней экспедиции мы прошли свыше (2 580 километров). **5.** Нарушения техники безопасности были выявлены на (4 893 предприятия).

Задание 6. *Исправьте неверное употребление числительных в следующих предложениях:*

1. Лекция по философии будет прочитана для обоих студенческих групп. **2.** Мать-героиня воспитала семерых сыновей и четверых дочерей. **3.** Забор тянулся по обоим сторонам улицы и ограничивал движение. **4.** Двоих подруг она уже встретила по приезде в родной город. **5.** Главные достопримечательности Санкт-Петербурга расположены по обеим берегам Невы.

Задание 7. *Выпишите из предложений неправильно образованные грамматические формы. Запишите исправленный вариант.*

1. Всем стало понятно, что ейное предложение по реконструкции здания не будет одобрено. **2.** После второго матча наша команда оказалась в более лучшем положении. **3.** Староста пожаловалась преподавателю, что наша группа не влазиет в аудиторию 3519. **4.** Съездя в другой город, она поняла, как хорошо на родине. **5.** Ремонтники уже второй месяц не могли сменить треснутое стекло в окне. **6.** Он схватился за канат двумями руками. **7.** Хозяйка встретила гостей в бигудях и халате. **8.** Наши альпинисты покорили самые высочайшие вершины мира. **9.** Я надеялся, что к началу сессии выздоровлю. **10.** В этот раз студенты справились с заданием еще более хуже.

Задание 8. *Найдите нарушения морфологических норм. Запишите исправленный вариант предложений.*

1. Новый преподаватель кажется более образованнее. **2.** Студенческое общежитие находится в полтора километрах от здания университета. **3.** ФНС был создан как федеральный орган исполнительной власти. **4.** В магазине «Лео-строй» разнообразные варианты цветных жалюзей. **5.** Куратор совсем не интересовался ихними проблемами в учебе. **6.** МВФ выделило очередной транш в 1,5 миллиарда долларов. **7.** В столовой нельзя пользоваться лопнутыми стаканами. **8.** Эту сумму мы добавим к тысяче двести сорокам рублям. **9.** На конференцию молодых ученых пригласили самых умнейших студентов старших курсов. **10.** Вскоре Сергей Исаев стал популярной тамадой на свадьбах и других торжествах. **11.** На вновь открытое предприятие требуются бухгалтера, сторожи и инженера АСУП. **12.** Южнее Сочи находится солнечное Сухуми. **13.** На дипломную практику горный комбинат принял троих девушек с нашего курса. **14.** Мама традиционно купила пять килограмм мандарин и апельсин для праздничного новогоднего стола. **15.** Увидя раздраженное состояние преподавателя, студентка решила с ним не спорить.

ТЕМА 8. СИНТАКСИЧЕСКИЕ НОРМЫ

Цель – повторить основные правила построения словосочетаний и предложений

Основные понятия темы:

Синтаксические нормы – это правила, регулирующие порядок и связь слов в

словосочетании и предложении.

Задание 1. *Раскройте скобки, правильно определив падеж зависимого слова. При необходимости используйте предлоги. Запишите получившиеся словосочетания.*

Согласно (устав университета), точка зрения (события), благодаря (поддержка друга), анонс (предстоящие гастроли), вопреки (мнение большинства), наперекор (судьба), вклад (развитие науки), жажда (слава), заведующий (кафедра), по (возвращение) из отпуска, отзыв (курсовая работа), рецензия (новый фильм), оплачивать (проезд), свидетельствовать (необходимость перемен), доказывать (новая теория), поделиться (результаты исследования), апеллировать (здравый смысл), по (прибытие) поезда; предостеречь (опасность) – предупредить (опасность), обращать внимание (недостатки) – уделять внимание (подготовка к экзаменам), уверенность (свои силы) – вера (победа).

Задание 2. *Найдите предложения, в которых неверно употреблен деепричастный оборот. Предложите свой вариант исправления.*

*Образец: Подводя итог проделанной работы, мною был вдвинут ряд предложений по модернизации (**действие, названное деепричастием, не относится к подлежащему**).*

Варианты исправления: 1) Подводя итог проделанной работы, я выдвинул ряд предложений по модернизации. 2) Когда я подвел итог проделанной работы, мною был вдвинут ряд предложений по модернизации. 3) После подведения ряда итогов проделанной работы мною был вдвинут ряд предложений по модернизации.

1. Будучи ребенком, Дмитрия всегда интересовали вопросы, связанные с техникой. **2.** Читая произведения русской классики, меня охватывает чувство гордости за отечественную литературу. **3.** Не чувствуя ни усталости, ни голода, наш путь к вершине продолжался. **4.** Узнав эту прекрасную новость, радости студентов не было предела. **5.** Первым, слегка хромая, из автобуса вышел седой старик. **6.** Записываясь на практику, у студентов были очень ограничены возможности выбора места ее прохождения. **7.** Вспоминая родные места, мне видится наш маленький кирпичный домик в тени тополей. **8.** Глядя на ярко освещенные стены Зимнего дворца, у меня возникло желание приехать сюда еще раз. **9.** Позвонив в третий раз, он с грустью понял, что никого нет дома. **10.** Произведя ряд расчетов, задача была решена студентами в течение 15 минут.

Задание 3. *Найдите предложения, в которых неправильно согласовано подлежащее со сказуемым. Запишите исправленный вариант.*

1. Много знаменитых людей закончили наш университет. **2.** Немало средств были потрачены на восстановление полуразрушенного памятника архитектуры. **3.** Несколько важных дат будут отмечены в календаре помимо официальных государственных праздников. **4.** На собрание по поводу летней практики явились лишь 31 студент. **5.** Часть студентов не справились с итоговой контрольной работой. **6.** Множество горожан приняли участие в шествии «Бессмертного полка». **7.** Ряд важных вопросов не были решены во время последнего заседания Ученого совета. **8.** Половина участников соревнований были размещены в студенческом общежитии. **9.** Тысяча периодических изданий имеются в открытом доступе в электронной библиотеке. **10.** Газета «Екатеринбургские новости» опубликовали интересную статью о творчестве молодых поэтов и писателей Урала.

Задание 4. *Найдите нарушения синтаксических норм. Запишите исправленный вариант предложений.*

1. Согласно распоряжения ректора всем студентам и сотрудникам необходимо пройти флюорографический осмотр. **2.** Открыв дверь в аудиторию, перед моими глазами предстала странная картина. **3.** Важно изучать условия жизни человека и как они связаны с процессами, происходящими сегодня в нашем обществе. **4.** Молодежь всегда принимали участие в студенческой самодеятельности и спортивных мероприятиях. **5.** В своей новой статье автор исследует и размышляет о возможностях искусственного интеллекта. **6.** Приказ был подписан ректором университета, устанавливающий обязательное посещение занятий, и доведен до сведения сотрудников вуза, преподавателей и студентов. **7.** Несколько членов Ученого совета не присутствовали на очередном заседании. **8.** В район приехал инструктор для подготовки специалистов по борьбе с сельскохозяйственными вредителями из местных жителей. **9.** Ученики горного лицея поступают в престижные учебные заведения, родители которых гордятся их успехами в учебе. **10.** Можно было согласиться лишь с теми положениями доклада, где приводились статистические данные для подтверждения гипотезы. **11.** Сдав нормативы ГТО, большинству из нас был вручен золотой значок. **12.** Учебное пособие не только предназначено для преподавателей, а также и для студентов и аспирантов. **13.** Скоро будет заселен многоквартирный дом, выросший на глазах за несколько месяцев и который уже приняла комиссия. **14.** Нам предложили поселиться в номере-люкс новой гостиницы для туристов с видом на море. **15.** Преподаватель попросил студентов, чтобы они ему напомнили на следующем занятии, чтобы он им распечатал раздаточный материал к семинарскому занятию.

ТЕМА 9. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СТИЛЕЙ

Цель – повторить систему функциональных стильных стилей русского языка, научиться определять стиль текста и доказывать свою точку зрения в этом вопросе.

КОНСПЕКТ следующего материала к занятию (основные понятия выделены в тексте):

Функциональный стиль – это исторически сложившаяся и социально осознанная разновидность языка, функционирующая в определенной сфере человеческой деятельности и общения, создаваемая особенностями употребления в этой сфере языковых средств и их специфической организацией.

В основе классификации стилей лежат экстралингвистические факторы: сфера применения языка, обусловленная ею тематика и цели общения. Сферы применения языка соотносятся с видами деятельности человека, соответствующими формам общественного сознания: наука, идеология, право, искусство, религия. Выделяются стили официальной речи (книжные): **научный**, **официально-деловой**, **публицистический**, **литературно-художественный**, **церковно-религиозный**. Им противопоставлен стиль неофициальной речи – **разговорный**, экстралингвистической основой которого является сфера бытовых отношений и общения (быт как область отношений людей вне их непосредственной производственной и общественно-политической деятельности).

Сферы применения языка в значительной мере влияют на тематику и содержание высказывания. Каждая из них имеет свои актуальные темы. Например, в научной сфере обсуждаются проблемы научного познания мира, в сфере бытовых отношений – бытовые

вопросы. Однако в разных сферах может обсуждаться одна и та же тема, но цели преследуются неодинаковые, вследствие чего высказывания различаются и по содержанию, и по форме (см. **Задание 1**).

Каждый стиль обладает определёнными языковыми особенностями (прежде всего лексическими и грамматическими). Можно говорить лишь об относительной замкнутости функциональных стилей: большинство языковых средств в каждом стиле нейтральные, межстилевые. Однако ядро каждого стиля образуют присущие именно ему языковые средства с соответствующей стилистической окраской и едиными нормами употребления.

Следует отбирать слова и конструкции в соответствии с выбранным стилем, особенно в письменной речи. Употребление разностилевых языковых средств в рамках одного текста ведет к появлению стилистических ошибок. Часто встречаются ошибки, связанные с неуместным употреблением канцеляризмов, а также злоупотреблением специальными терминами в ненаучном тексте и использованием разговорной и просторечной лексики в книжных текстах (см. **Задание 2**).

Можно сделать вывод, что **стилистические нормы** – это 1) правила употребления языковых средств в соответствии с выбранным стилем и 2) правила выбора стиля, соответствующего условиям общения.

Таким образом, специфические черты каждого функционального стиля можно описать, ориентируясь на целый ряд признаков, которые обознаются как **стилеобразующие факторы**, а также на его стилевые и языковые особенности. Кроме того, каждый стиль включает в себя тексты разных жанров (см. **Задание 3**).

Функциональный стиль	Стилеобразующий фактор						Жанры
	Доминирующая языковая функция	Форма общественного сознания	Основная форма речи	Типичный вид речи	Тон речи	Тип адресата	
Научный	Сообщение	Научное сознание	Письменная	Монолог	Нейтральный	Массовый (подготовленный к восприятию научной информации)	Учебник, монография лекция, научная статья, аннотация, реферат, конспект, тезисы, курсовая работа, выпускная работа, диссертация, доклад
Официально-деловой	Сообщение / воздействие	Правовое сознание	Письменная	Монолог	Нейтральный / императивный	Массовый	Конституция, закон, приказ, указ, распоряжение, положение, регламент, заявление, автобиография, резюме, характеристика
Публицистический	Сообщение + воздействие	Идеологическое сознание	Письменная и устная	Монолог и диалог	Обусловленный содержательно	Массовый	Репортаж, интервью, очерк, дискуссионное выступление, статья, информационная заметка
Литературно-художественный	Воздействие	Эстетическое сознание	Письменная	Обусловленный родом и жанром литературы	Обусловленный эстетической задачей	Массовый (подготовленный к восприятию классических произведений)	Роман, повесть, рассказ, новелла, стихотворение, поэма, баллада
Церковно-религиозный	Воздействие	Религиозное сознание	Письменная и устная	Монолог	Обусловленный ситуативно	Массовый	Исповедь, проповедь, житие, молитва
Разговорный	Общение	Обыденное сознание	Устная	Диалог и полилог	Обусловленный ситуативно	Личный (конкретный собеседник)	Дружеская беседа, семейная беседа, бытовой спор, байка

Задание 1. *Прочитайте тексты, посвященные одной теме. Определите функционально-стилевую принадлежность текстов, опираясь на стилеобразующие факторы и языковые особенности каждого из них.*

Текст 1

Гроза – атмосферное явление, заключающееся в электрических разрядах между так называемыми кучево-дождевыми (грозовыми) облаками или между облаками и земной поверхностью, а также находящимися над ней предметами. Эти разряды – молнии – сопровождаются осадками в виде ливня, иногда с градом и сильным ветром (иногда до шквала). Гроза наблюдается в жаркую погоду при бурной конденсации водяного пара над перегретой сушей, а также в холодных воздушных массах, движущихся на более теплую подстилающую поверхность.

Текст 2

Как передает наш корреспондент, вчера над центральными районами Пензенской области прошла небывалой силы гроза. В ряде мест были повалены телеграфные столбы, порваны провода, с корнем вырваны столетние деревья. В двух деревнях возникли пожары в результате удара молнии. К этому прибавилось еще одно стихийное бедствие: ливневый дождь вызвал сильное наводнение. Нанесен значительный ущерб сельскому хозяйству. Временно было прервано железнодорожное и автомобильное сообщение между соседними районами.

Текст 3

Доводим до Вашего сведения, что вчера после полуночи над районным центром – городом Нижний Ломов и прилегающей к нему сельской местностью – пронеслась сильная гроза, продолжавшаяся около получаса. Скорость ветра достигала 30-35 метров в секунду. Причинен значительный материальный ущерб жителям деревень Ивановка, Щепилово и Вязники, исчисляемый, по предварительным данным, сотнями тысяч рублей. Имели место пожары, возникшие вследствие удара молнии. Сильно пострадало здание школы в деревне Курково, для его восстановления понадобится капитальный ремонт. Вышедшая из берегов в результате проливного дождя река Вад затопила значительную площадь. Человеческих жертв нет. Образована специальная комиссия для выяснения размеров причиненного стихийным бедствием ущерба и оказания помощи пострадавшему местному населению. О принятых мерах будет незамедлительно доложено.

Текст 4

Ты не поверишь, какая гроза прошла вчера над нами! Я человек не робкого десятка, и то испугался насмерть.

Сначала все было тихо, нормально, я уже собирался было лечь, да вдруг как сверкнет молния, бабахнет гром! И с такой силищей, что весь наш домишко задрожал. Я уже подумал, не разломалось ли небо над нами на куски, которые вот-вот обрушатся на мою несчастную голову. А потом разверзлись хляби небесные... В придачу ко всему наша безобидная речушка вздулась, распухла и ну заливать своей мутной водицей все вокруг. А совсем рядом, что называется – рукой подать, загорелась школа. И стар и млад – все повысыпали из изб, толкутся, орут, скотина ревет – вот страсти какие! Здорово я перепугался в тот час, да, слава Богу, все скоро кончилось.

Текст 5

При Крещении священник крестообразно помазывает лоб христианина святым миром, говоря: «Печать дара Духа Святаго». Впоследствии всякий раз, когда христианин осеняет себя крестным знамением, он поклоняется спасительной Страсти Господней и призывает

крестную силу, иже есть сила крестной смерти нашего Христа. Говоря: «Кресте Христов, спаси нас силою твоею», мы призываем силу крестной жертвы Господа. Поэтому крест обладает великой силой. Например, началась гроза. Сверкают молнии, и в большой железный крест на колокольне тоже может ударить молния. Однако, если стоящий под этим железным крестом христианин имеет на себе вот такой маленький крестик и говорит: «Кресте Христов, спаси мя силою твоею», то молния ему не повредит. В первом случае действуют природные законы: молния попадает в крест и сбивает его на землю. Во втором случае такой вот малюсенький крестик хранит верующего человека, призвавшего на помощь силу Креста.

Текст 6

Между далью и правым горизонтом мигнула молния, и так ярко, что осветила часть степи и место, где ясное небо граничило с чернотой. Страшная туча надвигалась не спеша, сплошной массой; на ее краю висели большие, черные лохмотья; точно такие же лохмотья, давя друг друга, громоздились на правом и на левом горизонте. Этот оборванный, разлохмаченный вид тучи придавал ей какое-то пьяное, озорническое выражение. Явственно и не глухо проворчал гром. Егорушка перекрестился и стал быстро надевать пальто.

Вдруг рванул ветер и со свистом понесся по степи, беспорядочно закружился и поднял с травою такой шум, что из-за него не было слышно ни грома, ни скрипа колес. Он дул с черной тучи, неся с собой облака пыли и запах дождя и мокрой земли. Лунный свет затуманился, стал как будто грязнее, звезды еще больше нахмурились, и видно было, как по краю дороги спешили куда-то назад облака пыли и их тени.

Чернота на небе раскрыла рот и дыхнула белым огнем; тотчас же опять загремел гром.

Дождь почему-то долго не начинался... Было страшно темно. А молнии в потемках казались белее и ослепительнее, так что глазам было больно.

Вдруг над самой головой его [Егорушки] со страшным, оглушительным треском разломалось небо; он нагнулся и притаил дыхание, ожидая, когда на его затылок и спину посыпятся обломки... Раздался новый удар, такой же сильный и ужасный. Небо уже не гремело, не грохотало, а издавало сухие, трескучие, похожие на треск сухого дерева звуки. (*А. П. Чехов. Степь*)

Задание 2. *Найдите в следующих предложениях стилистические ошибки и запишите исправленный вариант.*

1. Некоторым министрам необходимо включить мозги, чтобы до них дошло, что на прожиточный минимум люди в России могут только существовать. **2.** В статье сообщается, что левые лекарства отследят по аптекам и конфискуют. **3.** Мэр города рассказал, что в настоящее время ведется возведение двух бюджетных высоток в Пионерском поселке. **4.** Новый сотрудник редакции сумел нарыть некий компромат на верхушку министерства, но опубликовать материалы ему не дали. **5.** Директор гимназии был в ауте, когда ему сообщили, что гимназия получила-таки грант в размере 1 млн. рублей. **6.** Бытие в хрущевках и интенсивные трудовые затраты скрашивала душевная атмосфера, царившая в те годы в коллективе. **7.** Благополучие родных деревень отстаивает наш председатель, который по восемнадцать часов в сутки мотается по полям, фермам, частит по делам в Екатеринбург. **8.** Трудно понять, почему ученый допустил такую промашку в расчетах. **9.** Семь школ, которые дислоцируются в нашем районе, переполнены, поэтому некоторым детям приходится ездить за тридевять земель. **10.** Избранников народа одолевает такое количество проблем, что у некоторых уже крыша поехала.

Задание 3. *Определите, к какому стилю принадлежит каждый из предложенных текстов*[6]*. Попытайтесь обосновать свою точку зрения.*

Текст 1

В психологии и этике делового общения речь пойдет не столько об абстрактных общепсихологических категориях и принципах, сколько о профессиональных психологических и в то же время практически ориентированных знаниях, которые могут обеспечить успех той или иной деятельности. Под **деловым** понимается общение, обеспечивающее успех какого-то общего дела, создающее условия для сотрудничества людей, чтобы осуществить значимые для них цели. Деловое общение содействует установлению и развитию отношений сотрудничества и партнерства между коллегами по работе, руководителями и подчиненными, партнерами, соперниками и конкурентами. Оно предполагает такие способы достижения общих целей, которые не только не исключают, но, наоборот, предполагают также и достижение лично значимых целей, удовлетворение личных интересов.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 2

Веруем в Единого Бога Отца Всемогущего, Творца неба и земли.

Веруем также в Иисуса Христа, Его Единородного Сына и Господа нашего, Который был зачат Духом Святым, рожден девой Марией, Который страдал во времена Понтия Пилата, был распят, умер и был погребен, сошел в царство смерти, на третий день воскрес из мертвых, вознесся на Небо и воссел одесную Всемогущего Бога Отца, откуда вернется судить живых и мертвых.

Веруем также во Святого Духа, Святую Соборную Церковь, собрание святых, в прощение грехов, воскресение мертвых и жизнь вечную.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 3

В Горном университете прошел День открытых дверей. На площадке перед Большим актовым залом – Залом УГМК развернулся настоящий наукоград: кроме презентации различных направлений подготовки, школьников ждали специализированные мастер-классы.

Об основах робототехники будущим абитуриентам рассказывали сотрудники кафедры горных машин и комплексов и робот Герман. О далеких экспедициях и романтике походов – студенты-геологоразведчики. У стенда **Уральского геологического музея** ребята рассматривали минералы под микроскопом, а вместе с инструкторами **студенческого патриотического центра «Святогор»** учились основам безопасного обращения с оружием.

[6] Задание может быть выполнено как тестовое.

Всего на **День открытых дверей** в **Горный университет** пришли около тысячи школьников. Многие из них уже серьезно задумались о том, чтобы стать частью дружной семьи горняков.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 4

В соответствии с Федеральным законом от 18.06.2001 N 77-ФЗ «О предупреждении распространения туберкулеза в Российской Федерации», Постановлением Правительства РФ от 25.12.2001 N 892 «О реализации Федерального закона «О предупреждении распространения туберкулеза в Российской Федерации», санитарно-эпидемиологическими правилами СП 3.1.2.3114-13 «Профилактика туберкулеза» и в целях раннего выявления заболеваний органов грудной клетки среди студентов и сотрудников университета

ПРИКАЗЫВАЮ:

Организовать с 10 апреля по 12 мая 2017 года флюорографический профилактический осмотр студентов и сотрудников университета в передвижном цифровом флюорографическом кабинете, установленном во дворе I учебного здания, с предъявлением каждым студентом и сотрудником копии полиса обязательного медицинского страхования.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 5

Страны, которые являются участниками процесса торговли минеральным сырьем, решают разные задачи, что отражается на структуре их экономики, влияет на характер воспроизводственных процессов, порождает специфические для каждой страны проблемы. Взаимодействие экспортеров и импортеров сырья накладывает отпечаток на международные отношения, являясь причиной возникновения конфликтов, создания экономических и военно-политических союзов. Стремление к поддержанию и расширению экспорта вызывает дополнительные потребности в производстве сырья внутри страны, в развитии минерально-сырьевой базы. Импорт сырья следует рассматривать как источник удовлетворения потребностей и стимулирование развития несырьевых отраслей.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 6

Отец наш шибко тада заболел // У него было очень больное сердце // А что такое больное сердце в те годы / это же неизлечимая болячка! Он работал у нас мастером в заводе / в формовочном цехе / где делались изделия для сталелитейного завода / для нижнетагильского // Ковшовые кирпичи / розетки / воронки всякие / сифоны / вообщем / всякая всячина // Всё было для фронта / всё для победы // Щас этого никто не понимает / особенно нынешняя молодёжь // Какие же тяжёлые дни пережило наше поколение! И не дай

вам Бог узнать / что такое война! Да даже твои родители ещё воспитывались в этом послевоенном духе // Ну да ладно / всё равно меня трудно понять…

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 7

Реклама работает на подсознательном уровне, обращается к иррациональному в природе человека. Ее влияние и глубже и сильнее, чем мы думаем, потешаясь над каким-нибудь слабоумным персонажем вроде пропагандиста бытовой техники. Кого и в чем может убедить этот шут гороховый? Оказалось – нас. Но не в том, что его товары дешевле и лучше, а совсем в другом – в преимуществе нового образа жизни.

От рекламы не требуется реализма. Задавая высокие нравственные стандарты, она порождает особое позитивное мышление. Задача рекламы состоит в том, чтобы потребитель подсознательно стремился отождествить себя с героем «коммершелз». Тогда он купит сковородку не для того, чтобы жарить яичницу, а для того, чтобы стать участником идеальной экранной жизни.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 8

Наутро поднявшееся яркое солнце быстро съело тонкий ледок, подернувший воды, и весь теплый воздух задрожал от наполнивших его испарений отжившей земли. Зазеленела старая и вылезающая иглами молодая трава, надулись почки калины, смородины и липкой спиртовой березы, и на обсыпанной золотым светом лозине загудела выставленная облетавшаяся пчела. Залились невидимые жаворонки над бархатом зеленей и обледеневшим жнивьем, заплакали чибисы над налившимися бурою неубравшеюся водой низами и болотами, и высоко пролетели с весенним гоготаньем журавли и гуси. Заревела на выгонах облезшая, только местами еще не перелинявшая скотина, заиграли кривоногие ягнята вокруг теряющих волну блеющих матерей, побежали быстроногие ребята по просыхающим, с отпечатками босых ног тропинкам, затрещали на пруду веселые голоса баб с холстами, и застучали по дворам топоры мужиков, налаживающих сохи и бороны. Пришла настоящая весна.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 9

К нашему большому сожалению, мы должны сообщить Вам, что партия лакокрасочных материалов, отгруженных Вами на судне «Ленинград» по контракту 27-005/40289, не соответствует по качеству нашим спецификациям, на основании которых был заключен контракт.

Согласно параграфу № 03 в договоре, мы имеем право отказаться от приемки этой партии товара. Однако, принимая во внимание наши длительные деловые отношения и то

обстоятельство, что предыдущие поставки лакокрасочных материалов в счет данного контракта были произведены в соответствии с условиями договора и надлежащего качества, мы согласны принять эту партию товара, если Вы предоставите нам скидку в 10 %.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 10

Человек должен быть широк. Из универсализма вытекает креативность, а ЕГЭ не обеспечивает ни того, ни другого. Даже те ребята, которые прекрасно сдали тесты по выбранным предметам, далеко не всегда в состоянии объяснить, откуда взялись все эти ответы, вывести их самостоятельно. А предложение «докрутить» чуть дальше и глубже вообще ставит в тупик: «Почему вы у нас спрашиваете то, что вы нам не рассказали?» Но креативность как раз и состоит в умении давать такие ответы. Учащийся – это же не шляпа, в которую положили кролика, чтобы его же и достать. Это неинтересно.

Убрать ЕГЭ нельзя. Но если оставить все как есть, мы обречены на дальнейшее отставание в науке, в любых творческих профессиях. Поэтому необходимо уточнить функционал ЕГЭ. А для этого надо все же назвать кошку кошкой и понять, что такое образование.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 11

На религию после революции 1917 года было наложено так называемое табу. Христианское вероисповедание и все реалии, связанные с ним, воспринимались только как культурное наследие и пережиток царского режима. Соборы и церкви были лишь памятниками архитектуры, жития святых – памятниками литературы, иконы и фрески – памятниками художественного творчества. Очень многие храмы были разрушены или применялись не по своему прямому назначению; они становились складами, конторами, монастыри превращались в тюрьмы и колонии. Люди, особенно священнослужители, преследовались за свою веру. Как следствие, лексика религиозного характера со временем стала постепенно переходить в пассивный состав языка, используясь в основном в составе фразеологизмов и афоризмов (как Бог на душу положит; как у Христа за пазухой; человек предполагает, а Бог располагает). Некоторые слова изменили свою семантику (воскресение, братия), многие приобрели в современном русском языке отрицательную окраску (вертеп).

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

ТЕМА 10. НАУЧНЫЙ СТИЛЬ

Цель – познакомиться со спецификой научного стиля, научиться определять основные стилевые и языковые особенности научных текстов.

КОНСПЕКТ следующего материала к занятию (основные понятия выделены в тексте):

Научный стиль – один из важнейших функциональных стилей литературного языка, относящийся к письменно-книжному типу речи и обслуживающий сферу науки и производства. Цель текста научного стиля может заключаться в передаче объективной информации о природе, человеке и обществе, доказательстве ее новизны, истинности или ценности.

Основные стилевые черты научного стиля:

– **объективность**, которая проявляется в изложении разных точек зрения на рассматриваемую проблемы, в отсутствии субъективных оценок при передаче содержания, в безличности языкового выражения, в сосредоточенности на предмете высказывания;

– **логичность**, которая проявляется в последовательности и непротиворечивости изложения научной теории и создается с помощью особых синтаксических конструкций (сложные предложения с придаточными причины, условия, следствия; предложения с вводными словами *во-первых, во-вторых, наконец, итак, следовательно* и др.);

– **доказательность**, которая проявляется в цепочке рассуждений, аргументации определенных положений и гипотез;

– **точность**, которая достигается благодаря использованию терминов (т. е. слов и словосочетаний, обозначающих понятия особой области знания или деятельности), однозначных слов; четким оформлением синтаксических связей;

– **обобщенность** и **отвлеченность**, которые проявляются в отборе слов (преобладание имен существительных над глаголом, общенаучные слова, имена существительные с абстрактным значением, конкретные существительные в обобщенном значении), в употреблении грамматических форм (глаголы настоящего времени во «вневременном» значении, возвратные и безличные глаголы, преобладание форм 3-го лица, форм несовершенного вида), в использовании синтаксических конструкций (неопределенно-личные предложения, страдательные обороты), в существовании авторского «мы», характерного только для научного стиля;

– **насыщенность фактической информацией**;

– **отсутствие выражения эмоций** (отсутствуют разговорные элементы, эмоционально-экспрессивная лексика, неполные конструкции и т. п.).

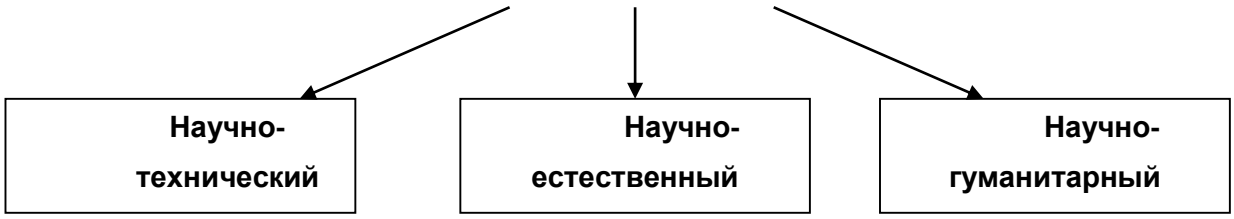
Основные языковые особенности научного стиля:

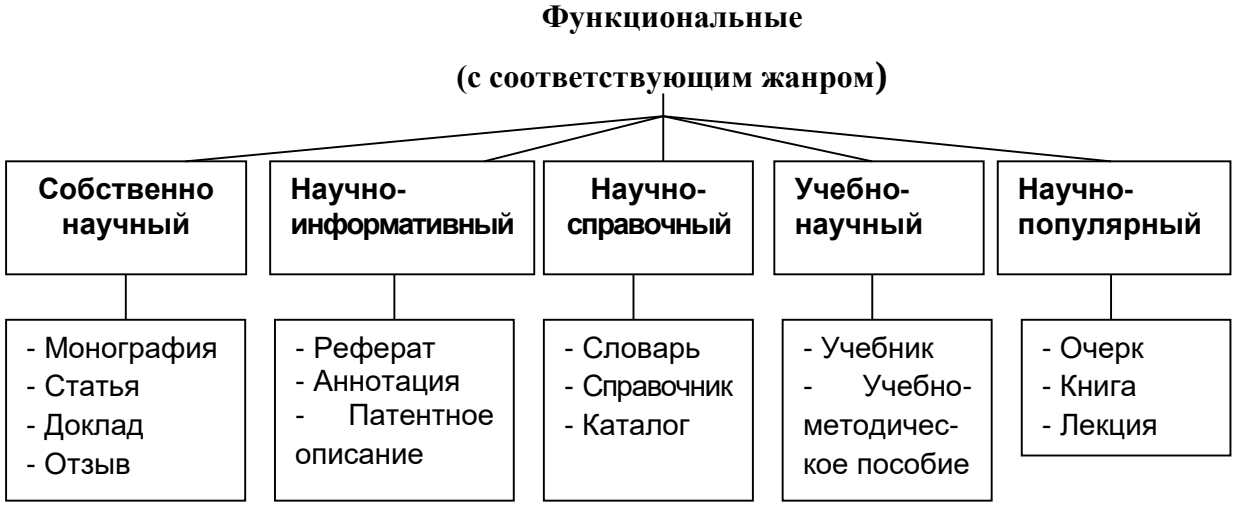
Языковые особенности	Примеры
Лексические	
1) термины	*обогащение полезных ископаемых, месторождение, осадочные породы, смешанослойный минерал, рудное тело* и др.
2) общенаучная лексика	*закон, теория, аспект, носитель, конструкция* и др.
3) книжная лексика абстрактного значения	*применение, явление, замедление, обязательство, подготовка* и др.
Морфологические	
1) частотность существительных	(Примерно 40 % существительных на единицу текста)

2) частотность форм родительного падежа существительных	*попадание в водоемы масло-смазывающих продуктов* (род. п.) *отдельных узлов* (род. п.) *механического оборудования* (род. п.) *гидротехнических сооружений* (род. п.) и т. п.
3) широкое использование существительных среднего рода	*отношение, употребление, дело, доказательство, заполнение* и др.
4) преобладание глаголов несовершенного вида настоящего времени	*равняется, оказывается, возрастает, наблюдается, составляет* и др.
5) полузнаменательные глаголы-связки	*есть, быть, являться*
6) употребление причастий и деепричастий	*подчеркнутый, обрабатываемый, соответствующий; замечая, решая, сменив* и др.
Синтаксические	
1) вводные слова и конструкции	*вероятно, возможно, таким образом; по словам ученых, по мнению большинства исследователей* и др.
2) бессубъектные конструкции	*карьер был разработан; оборудование было закуплено; проект был одобрен* и др.
3) безличные предложения	*необходимо отметить; следует подчеркнуть; можно сделать ряд выводов* и др.
4) обобщенно-личные предложения	*подчеркнем следующие положения; выделим важные особенности; отметим ряд недостатков* и др.
5) цепочки однородных членов	*Хорошие каталоги Интернета обеспечивают разнообразный дополнительный сервис: поиск по ключевым словам в базе данных, списки последних поступлений, списки наиболее интересных из них, выдачу случайной ссылки, автоматическое оповещение по электронной почте о свежих поступлениях.*
6) многокомпонентные сложные предложения с союзной связью	*Если эксперимент оправдывает надежды, то гипотеза детализируется и конкретизуется, а затем ставится новый эксперимент.*

Подстили научной речи:

Тематические





Задание 1. *Проанализируйте текст по следующей схеме:*

1. *Охарактеризуйте текст по стилеобразующим факторам научного стиля.*

2. *Докажите принадлежность текста к научному стилю с опорой на основные стилевые черты.*

3. *Определите отнесенность текста к тематическому и функциональному подстилю научного стиля.*

4. *Составьте план текста и сформулируйте главную мысль.*

5. *Выделите в тексте языковые особенности научного стиля.*

Вариант 1: ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ[7]

В геологии существует более ста различных специальностей и специализаций. Одни из них тесно связаны с химией (геохимическое направление), другие – с физикой (геофизическое направление), третьи – с биологией (палеонтологическое и палеобиологическое направления), четвертые – с математикой и кибернетикой (компьютерное моделирование геологических процессов), пятые – с астрономией и астрофизикой (космическая геология) и т. д.

В недрах Земли находятся залежи полезных ископаемых, вопросами поиска и разведки которых занимается геология. На земной поверхности протекают разнообразные геологические процессы, люди возводят здания и различные инженерные сооружения, строят транспортные магистрали. Задачей геологов является обеспечение их устойчивости и безопасного функционирования. Правильное решение этих двух основных практических задач немыслимо без глубокого знания общих закономерностей строения и развития отдельных геосфер. Раскрытие данных закономерностей и познание лежащих в их основе причин невозможны без изучения всей Земли, так как наша планета представляет собой единую природную среду и развивается так же, как и все планеты Солнечной системы.

Знание происхождения и эволюции Земли, условий образования и развития земной коры, ее строения и состава во взаимодействии с внешними оболочками – водной (гидросферой) и воздушной (атмосферой), а также с внутренними оболочками – земным ядром и мантией – составляет необходимое звено мировоззрения. Оно позволяет понять, как

[7] Геология: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Н. В. Короновский, Н. А. Ясаманов. – 7-е изд., перераб. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. С. 6-7.

осуществляется постепенный переход от неживого неорганического мира к органическому, как эволюционируют живые существа и вместе с ними изменяются геологические процессы.

Велико и познавательно значение геологии как науки о Земле, ее строении, происхождении и развитии. Она затрагивает проблемы происхождения и эволюции жизни и природных условий. Геология всегда стояла в центре ожесточенной борьбы научных воззрений и научных школ против религиозных предрассудков.

Практическое значение геологии огромно и разнообразно. Весь арсенал современной науки и техники основан на использовании продуктов земных недр – нефти, угля, различных металлов, строительных материалов, подземных вод и др. Воды минеральных источников используют в лечебных и бальнеологических целях. Для поисков, разведки и извлечения разнообразного минерального сырья из земных недр требуется прежде всего разработка методов обнаружения залежей полезных ископаемых, которые необходимы для промышленности, сельского хозяйства и строительства.

Среди полезных ископаемых различают рудные, или металлические, из которых добывают различные металлы, и нерудные, или неметаллические. Из последних добывают удобрения, каменную соль, серу, строительные материалы, драгоценные (алмаз, рубин, сапфир, изумруд), полудрагоценные (аметист, циркон, топаз, цитрин, нефрит, малахит и др.) и поделочные камни (яшма, кварциты и др.), а также горючие полезные ископаемые (нефть, каменный и бурый уголь, горючие сланцы, газ). Подземные воды (пресные и минеральные) также являются полезными ископаемыми. Поисками залежей подземных вод и практическим их использованием занимается специальная отрасль геологии – гидрогеология. В особые научные дисциплины выделились геология рудных и геология нерудных месторождений, геология горючих полезных ископаемых. Без знания геологического строения территории не обходится ни одно строительство промышленных и гражданских зданий, транспортных магистралей, трубопроводов и средств связи. Эта особая отрасль геологии именуется инженерной геологией. Работами, проводимыми в районах развития многолетней мерзлоты, занимается такая наука, как мерзлотоведение.

Все перечисленные специальные научные дисциплины образуют самостоятельный раздел геологии, который называется *практической*, или *прикладной*, геологией.

ВАРИАНТ 2: ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ[8]

Современная мировая экономика характеризуется неуклонным ростом потребления минерального сырья, расширением круга используемых в промышленности элементов, вовлечением в производство новых типов месторождений полезных ископаемых. Укрепление и совершенствование минерально-сырьевой базы России – основная задача геологической службы.

Обеспечение ресурсами и запасами не только действующих отраслей горнодобывающей промышленности, но и ее перспективных направлений требует оперативного решения проблемы освоения новых видов полезных ископаемых. Успешное осуществление геолого-разведочных работ возможно лишь при условии постоянного совершенствования теории и методов поисков и разведок месторождений полезных

[8] Геология и разведка месторождений полезных ископаемых: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / [В. В. Авдонин, В. В. Мосейкин, Г. В. Ручкин и др.]; под ред. В. В. Авдонина. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. С. 5-6.

ископаемых. Результативность геолого-разведочной отрасли определяется уровнем научных и методических разработок, степенью использования современных поисково-разведочных средств.

Научные основы поисков и разведок месторождений полезных ископаемых созданы трудами нескольких поколений отечественных геологов, среди которых в первую очередь необходимо назвать Г. Д. Ажгирея, Я. Н. Белевцева, А. Г. Бетехтина, Ю. А. Билибина, П. П. Бурова, А. Б. Каждана, В. М. Крейтера, В. А. Обручева, А. П. Прокофьева, В. И. Смирнова, С. С. Смирнова, А. А. Якжина и др.

Многими ведущими учеными были написаны замечательные учебники и методические руководства по поискам и разведкам месторождений, не утратившие своего значения до настоящего времени. Тем не менее в последние годы произошли существенные изменения в самой структуре минерально-сырьевой базы, оценке перспектив использования природных ресурсов и методов их вовлечения в промышленное использование.

В геолого-разведочной отрасли можно отметить несколько областей, в которых наблюдаются наиболее значимые изменения.

Во-первых, это касается совершенствования теории и методики поисковых работ. Во-вторых, широкое внедрение компьютерных технологий во все направления геолого-разведочного процесса качественно изменило методику подсчета запасов и оценки месторождений на всех стадиях их освоения.

Существенные изменения происходят и в методике добычных работ, в особенности в связи с требованиями экологической безопасности.

Наконец, необходимо учитывать еще одно важное обстоятельство. Наряду с неуклонно возрастающей потребностью в различных видах минерального сырья отчетливо проявляется тенденция истощения минерально-сырьевой базы, снижения открываемости новых месторождений, вовлечения в промышленное производство неблагоприятных по геологической позиции месторождений и руд более низкого качества. Эти причины стимулируют повышенный интерес к минерально-сырьевому потенциалу Мирового океана. Вследствие интенсификации научно-исследовательских и поисково-разведочных работ в океане в последние годы сложилась качественно новая ситуация – возникла необходимость решения проблем освоения минерально-сырьевых ресурсов океана в практической плоскости, что ознаменовалось интенсивными усилиями по разработке теоретических основ, методики и технических средств морских геолого-разведочных работ.

Авторский коллектив настоящего учебника постарался отразить в нем все важнейшие достижения, касающиеся поисков, разведки и эксплуатации месторождений и характеризующие современное состояние геолого-разведочной отрасли.

Вариант 3: ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА[9]

Полезные ископаемые, располагающиеся в земной коре в пределах территории страны, образуют ее минерально-сырьевую базу. Эти природные ресурсы называют богатством недр государства.

---

[9] Городниченко В. И., Дмитриев А. П. Основы горного дела: учебник для вузов. М.: Издательство «Горная Книга», Издательство московского государственного горного университета, 2008. С. 7-8.

Добычу полезных ископаемых обеспечивают горно-добывающие отрасли промышленности, перспективы развития которых зависят прежде всего от состояния природных ресурсов. Их освоение играет важнейшую роль в развитии экономики России.

В нашей стране выявлены в промышленных концентрациях все виды минерального сырья, используемого в мировой практике.

Оценка прогнозных ресурсов, которую сегодня осуществляют в основном до глубины освоенных промышленностью недр, составляющей для твердых полезных ископаемых около 1 км, свидетельствует о том, что в России в обозримом будущем исчерпания минеральных ресурсов не предвидится, тем более что результаты исследований сверхглубоких скважин подтверждают наличие промышленных концентраций полезных компонентов на глубинах до 10 км.

По данным Министерства природных ресурсов России, в нашей стране 60–70 % запасов важнейших видов полезных ископаемых сосредоточено в ограниченном числе крупных месторождений. В настоящее время сохраняют свое значение освоенные крупные месторождения полезных ископаемых и имеют большие перспективы развития месторождения в регионах Сибири, Дальнего Востока и Севера.

В Сибири находится около 84 % разведанных запасов угля России (категории А, В, Сi), из них бурых и каменных углей примерно поровну. В этих запасах сосредоточено до 90 % коксующихся углей России и около 85 % особо ценных для коксования углей марок ГЖ, Ж, КЖ, К, ОС.

В настоящее время в Сибири, включая республику Саха, добывается около 70 % углей России. Как считают эксперты, этот показатель будет возрастать в связи с сокращением добычи угля в европейской части страны, а также на Урале и Дальнем Востоке. Можно предположить, что основная роль в обеспечении потребностей страны в углях в будущем будет принадлежать Кузбассу.

Повышение эффективности производства имеет особое значение для горно-добывающих отраслей промышленности, которые обеспечивают топливом, минеральным сырьем и материалами многие отрасли экономики страны: черную и цветную металлургию, энергетику, химическую, строительных материалов, сельское хозяйство и др.

Результаты работы горных предприятий в значительной степени определяют уровень эффективности производства во всех других отраслях, потребляющих их продукцию.

Так, в общих затратах на производство цветных металлов затраты на добычу руды составляют более 50 %. В затратах на производство электроэнергии 60–70 % составляют затраты на топливо.

Повышение эффективности горного производства должно осуществляться путем его технического перевооружения, обеспечивающего снижение затрат на производство продукции, повышение качества продукции, экономное и рациональное использование трудовых и материальных ресурсов, комплексное освоение богатства земных недр.

Задание 2. *Отредактируйте предложения таким образом, чтобы они соответствовали научному стилю, запишите исправленный вариант. Определите, с чем связаны допущенные ошибки.*

1. В своей курсовой работе я хотел бы ответить на очень актуальные в наше нелегкое время вопросы. **2.** Авторы этих статей абсолютно неправильно думают, что только их точка зрения имеет право на существование. **3.** Выводы оказались неожиданными, на первый взгляд просто сумасшедшими. **4.** Однако вначале необходимо разобраться, есть ли угроза

энергетического голода. **5.** Мне кажется, что первый способ решения проблемы более целесообразный. **6.** Стоит представить, а какой будет польза от этого изобретения. **7.** Компьютерный вирус – это сильный паразит! **8.** Современное состояние экономики, энергетики и экологии выдвигает необходимость проведения интердисциплинарных исследований. **9.** Это приводит к необходимости изыскания и выделения огромных усилий общества, чтобы противостоять результатам экологически опасных действий. **10.** В настоящее время сетевые технологии претерпевают бурное развитие. **11.** Свобода в современной России – это не столько свобода сотрудничества и доброжелательного диалога, как своевольное навязывание своего понимания свободы ради сокрушения чужой. **12.** Математическая модель включала в себя систему уравнений, описывающая течение газа около криволинейной поверхности. **13.** Земля должна рассматриваться как некая квазизамкнутая система, ресурс жизнеобеспечения которой большой, но ограничен. **14.** Изучение новых материалов дает свои плоды. **15.** Используя метод аналогий, на кафедре систем управления разработан комплекс программных средств для изучения систем путем их моделирования.

ТЕМА 11. ОФИЦИАЛЬНО-ДЕЛОВОЙ СТИЛЬ

Цель – познакомиться со спецификой официально-делового стиля, научиться определять основные стилевые и языковые особенности документов, их жанр, видеть реквизиты.

КОНСПЕКТ следующего материала к занятию (основные понятия выделены в тексте):

Официально-деловой стиль – это стиль, который обслуживает правовую и административно-общественную сферы деятельности. Он используется при написании документов, деловых бумаг и писем в государственных учреждениях, суде, а также в разных видах делового устного общения.

Среди книжных стилей официально-деловой стиль выделяется относительной устойчивостью и замкнутостью. С течением времени он, естественно, подвергается некоторым изменениям, но многие его черты: исторически сложившиеся жанры, специфическая лексика, морфология, синтаксические обороты – придают ему в целом консервативный характер.

Основные стилевые черты официально-делового стиля:

– **объективный**, **абстрагированный (неличный) характер изложения**, который проявляется в отсутствии субъективных оценок при передаче содержания, в безличности языкового выражения (отсутствуют местоименные и глагольные формы 2-го лица, ограничены – 1-го лица);

– **точность и детальность изложения**, которые не допускают каких-либо разночтений; быстрота понимания не является важной, так как заинтересованный человек в случае необходимости прочитает документ несколько раз, стремясь к полному пониманию;

– **стандартизированность**, **стереотипность изложения**, которая проявляется в том, что разнородные явления жизни в официально-деловом стиле укладываются в ограниченное количество стандартных форм (*анкета*, *справка*, *инструкция*, *заявление*, *деловое письмо* и т. д.);

– **долженствующе-предписующий характер изложения**, т. е. **волюнтативность** (выражение воли), которая в текстах выражается семантически (подбором слов) и грамматически (формы первого лица глагола – *предлагаю*, *приказываю*, *поздравляю*; формами долженствования – *надлежит*, *необходимо*, *следует*, *предлагается*);

– **отсутствие выражения эмоций и оценок** (не употребляются эмоционально-экспрессивные средства).

Эти черты находят свое выражение 1) в отборе языковых средств (лексических, морфологических и синтаксических); 2) в оформлении деловых документов.

Основные языковые особенности официально-делового стиля:

Языковые особенности	Примеры
Лексические	
1) языковые штампы (канцеляризмы, клише)	*ставить вопрос, на основании решения, по собственному желанию, по семейным обстоятельствам, входящие-исходящие документы, контроль за исполнением возложить, по истечении срока* и др.
2) профессиональная терминология	*недоимка, алиби, черный нал, теневой бизнес, жилищный найм, прокурорский надзор, единовременное пособие* и др.
3) архаизмы	*оным удостоверяю, сей документ, в надлежащем виде, во избежание* и др.
4) тяготение к использованию родовых понятий с широкой и бедной семантикой	*прибыть* (вместо *приехать, прилететь, прийти* и т. д.), *транспортное средство* (вместо *автобус, самолет, «Волга»* и т. д.), *населенный пункт* (вместо *деревня, город, село* и т. д.), *помещение (вместо: квартира, цех, ангар, вестибюль, кров, обитель, апартаменты и т. д.)*
Морфологические	
1) существительные-названия людей по признаку, обусловленному действием	*налогоплательщик, ответчик, арендатор, свидетель* и др.
2) существительные, обозначающие должности и звания в форме мужского рода	*сержант полиции Ушакова, инспектор Неверова, ответчик Прошина* и др.
3) отглагольные существительные с частицей *не-*	*нелишение, неявка, несоблюдение, непризнание* и др.
4) производные предлоги	*в связи, в течение, за счет, в силу, по мере, в отношении, на основании* и др.
5) инфинитивные конструкции	*провести осмотр, оказать помощь, доказать невиновность* и др.
6) глаголы настоящего времени в значении обычно производимого действия	*обвиняемому обеспечивается право на защиту, за неуплату взимается штраф* и др.

7) сложные слова, образованные от двух и более основ	*бракосочетание, правонарушение, налогообложение, землепользование, пассажироперевозки, дачевладелец, нетрудоспособность, работодатель, квартиросъемщик, материально-технический, осенне-зимний, ремонтно-эксплуатационный, вышеуказанный, нижепоименованный* и др.
8) нанизывание существительных с суффиксом *-ние*	*Приготовлением к преступлению признается приискание и приспособление средств или орудий или умышленное создание условий для совершения преступлений....*
9) гигантский пласт официальных наименований номенклатуре учреждений, профессий, должностей и т. п.	*Российское акционерное общество «Единая энергетическая система России», Открытое акционерное общество «Нефтяная компания «Лукойл», Всероссийский научно-исследовательский институт документоведения и архивного дела, главный научный сотрудник, заместитель командира полка по инженерной службе, главный специалист сектора делопроизводства компании, председатель Военной коллегии Верховного Суда Российской Федерации, депутат Государственной Думы РФ и др.*
10) широкое использование аббревиатур	*РФ, МИД, МЧС, ФСБ, РЖД, Сбербанк, МОК, СМИ, РПЦ, УГГУ, ЕГЭ, ОСАГО, ТРЦ, ТК, УФМС, МОУ, ФГБОУ, ГТО, ГОСТ, ФГОС, КамАЗ, Роспечать и др.*
11) употребление цепочки имен существительных в родительном падеже	*Для применения (род. п.) мер (род. п.) общественного воздействия (род. п.); в целях широкой гласности (род. п.) работы (род. п.) Министерства (род. п.) высшего образования (род. п.); результаты деятельности (род. п.) органов (род. п.) налоговой полиции (род. п.)* и др.
Синтаксические	
1) употребление простых предложений с однородными членами, причем ряды этих однородных членов могут быть весьма распространенными (до 8–10)	*Объектами общей собственности крестьянского хозяйства является имущество: земельный участок, насаждения, хозяйственные или иные постройки, мелиоративные и другие сооружения, продуктивный и рабочий скот, птица, сельскохозяйственная и иная*

	техника, оборудование, транспортные средства, инвентарь и другое имущество и др.
2) наличие пассивных конструкций	*платежи вносятся в указанное время, сроки выплат установлены на год* и др.
3) преобладание сложных предложений, в особенности сложноподчиненных, с придаточными условия	*При наличии спора о размерах причитающихся уволенному работнику сумм администрация обязана уплатить указанное в настоящей статье возмещение в том случае, если спор решен в пользу работника*.

Документ – зафиксированная на материальном носителе информация с реквизитами, позволяющими её идентифицировать.

Форма документа (схема, отражающая семантико-информативную структуру текста) предоставляет в распоряжение его составителя определенный набор **реквизитов** (необходимые элементы оформления документа) и определенную их **композицию** (последовательность и порядок их размещения в тексте). Состав реквизитов, требования к реквизитам и бланкам документов устанавливаются ГОСТом. В настоящее время это ГОСТ Р 6.30-2003 «Унифицированные системы документации. Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов».

	Состав реквизитов документа
1.	Государственный герб Российской Федерации
2.	Герб субъекта Российской Федерации
3.	Эмблема организации или товарный знак
4.	Код организации
5.	Основной государственный регистрационный номер юридического лица (ОГРН)
6.	Идентификационный номер налогоплательщика / код причины постановки на учет (ИНН / КПП)
7.	Код формы документа
8.	Наименование организации
9.	Справочные данные об организации
10.	Наименование вида документа (жанр документа)
11.	Дата составления документа
12.	Регистрационный номер документа
13.	Ссылка на регистрационный номер или дату документа
14.	Место составления или издания документа
15.	Адресат
16.	Гриф утверждения документа
17.	Резолюция
18.	Заголовок к тексту
19.	Отметка о контроле
20.	Текст документа
21.	Отметка о наличии приложения
22.	Подпись

23.	Гриф согласования документа
24.	Визы согласования документа
25.	Оттиск печати
26.	Отметка о заверении копии
27.	Отметка об исполнителе
28.	Отметка об исполнении документа и направлении его в дело
29.	Отметка о поступлении документа в организацию
30.	Идентификатор электронной копии документа

Состав реквизитов конкретного документа определяется его видом и назначением. К наиболее частотным реквизитам можно отнести: **адресата**, **адресанта**, **название жанра документа**, **основной текст документа**, **список приложений**, **дату** и **подпись**. Логическому делению текста способствует его рубрикация, деление на части с помощью внутренних заголовков, подзаголовков, нумерация или графически единообразное выделение всех однотипных частей.

Способы классификации документов:

1. ***По месту составления***: *внутренние* и *внешние* документы. **Внутренний** документ создаётся в рамках одной организации, где работают и составитель, и адресат текста (*приказы администрации предприятия, служебные записки, должностные инструкции* и др). **Внешние** документы предназначаются адресатам, работающим на других предприятиях (*все виды деловых писем, приказы и распоряжения вышестоящих организаций* и др.).

2. ***По содержанию***: *простые* и *сложные*. **Простые** документы посвящены решению одного вопроса (*заявление*, *объяснительная записка* и другие виды личной документации), **сложные** – двух и более (*приказы*, *письма*, *инструкции*).

3. ***По форме***: *индивидуальные* и *типовые*. **Индивидуальные** документы предполагают некоторую самостоятельность текста и элементы творческого подхода, что не исключает их стандартизованности (*отдельные виды писем, служебных и докладных записок*). **Типовые** документы строятся на базе заранее заданного текста путём видоизменения его отдельных элементов; чаще всего эти документы одинаковы для групп однородных предприятий (*штатное расписание, положение о персонале* и др.). Если в типовом документе постоянные элементы отпечатаны типографским способом, а для переменных предусмотрены пробелы, которые заполняются при его составлении, то такой документ называют **трафаретным** (*анкеты, некоторые виды справок, трудовые договоры*).

4. ***По срокам исполнения***: *срочные* и *бессрочные*. В **срочных** документах содержится указание на выполнение некоторых действий в ограниченный временной период (*распоряжения, указания* и др.). Действие **бессрочных** документов не ограничено временными рамками (*указы, законы, некоторые виды инструкций*).

5. ***По происхождению***: *служебные* и *личные*. **Служебные** документы направлены на реализацию интересов организации (*приказы, деловые письма, контракты*). **Личные** документы, как правило, отражают взаимодействие отдельного физического лица с официальными органами или другими лицами (*заявление, доверенность, расписка, объяснительная записка* и др.).

6. ***По виду оформления***: *подлинник* (подписанный и надлежащим образом оформленный экземпляр документа, составленный в первый раз), *копия* (абсолютно точно

воспроизводит подлинник, но имеет ограниченную юридическую силу, за исключением нотариально заверенных.), *дубликат* (копия, имеющая одинаковую силу с подлинником, выдающаяся в случае его утери) и *выписки* (воспроизведение только одной из частей подлинника).

7. ***По функции***: **организационные** документы, направленные на регламентацию деятельности организации или предприятия (*устав, положение, штатное расписание, положение о персонале, должностную инструкцию*), **распорядительные** документы, содержащие конкретные распоряжения (*приказы, распоряжения, указания, решения*)., **информационно-справочные** документы, документы **по персоналу предприятия** (*трудовой договор, личные карточки, учётные карточки, анкеты*), **письма**, **договоры**.

Задание 1. *Проанализируйте текст официально-делового стиля:*

1. *Укажите характеристику данного текста с точки зрения классификации документов.*

2. *Обозначьте реквизиты и композиционные элементы государственного документа.*

3. *Опишите стилевые и языковые особенности текста*[10].

Федеральный закон от 1 июня 2005 г. N 53-ФЗ
«О государственном языке Российской Федерации»

С изменениями и дополнениями от: 2 июля 2013 г., 5 мая 2014 г.
Принят Государственной Думой 20 мая 2005 года
Одобрен Советом Федерации 25 мая 2005 года

Настоящий Федеральный закон направлен на обеспечение использования государственного языка Российской Федерации на всей территории Российской Федерации, обеспечение права граждан Российской Федерации на пользование государственным языком Российской Федерации, защиту и развитие языковой культуры.

Статья 1. Русский язык как государственный язык Российской Федерации

1. В соответствии с Конституцией Российской Федерации государственным языком Российской Федерации на всей ее территории является русский язык.

2. Статус русского языка как государственного языка Российской Федерации предусматривает обязательность использования русского языка в сферах, определенных настоящим Федеральным законом, другими федеральными законами, Законом Российской Федерации от 25 октября 1991 года N 1807-I «О языках народов Российской Федерации» и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, его защиту и поддержку, а также обеспечение права граждан Российской Федерации на пользование государственным языком Российской Федерации.

3. Порядок утверждения норм современного русского литературного языка при его использовании в качестве государственного языка Российской Федерации, правил русской орфографии и пунктуации определяется Правительством Российской Федерации.

4. Государственный язык Российской Федерации является языком, способствующим взаимопониманию, укреплению межнациональных связей народов Российской Федерации в едином многонациональном государстве.

---

[10] Возможна работа по вариантам: 1 вариант – анализ Статьи 1; 2 вариант – анализ Статьи 3; 3 вариант – анализ статьи 4.

5. Защита и поддержка русского языка как государственного языка Российской Федерации способствуют приумножению и взаимообогащению духовной культуры народов Российской Федерации.

6. При использовании русского языка как государственного языка Российской Федерации не допускается использование слов и выражений, не соответствующих нормам современного русского литературного языка (в том числе нецензурной брани), за исключением иностранных слов, не имеющих общеупотребительных аналогов в русском языке.

7. Обязательность использования государственного языка Российской Федерации не должна толковаться как отрицание или умаление права на пользование государственными языками республик, находящихся в составе Российской Федерации, и языками народов Российской Федерации.

<…>

Статья 3. Сферы использования государственного языка Российской Федерации

1. Государственный язык Российской Федерации подлежит обязательному использованию:

1) в деятельности федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, иных государственных органов, органов местного самоуправления, организаций всех форм собственности, в том числе в деятельности по ведению делопроизводства;

2) в наименованиях федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, иных государственных органов, органов местного самоуправления, организаций всех форм собственности;

3) при подготовке и проведении выборов и референдумов;

4) в конституционном, гражданском, уголовном, административном судопроизводстве, судопроизводстве в арбитражных судах, делопроизводстве в федеральных судах, судопроизводстве и делопроизводстве у мировых судей и в других судах субъектов Российской Федерации;

5) при официальном опубликовании международных договоров Российской Федерации, а также законов и иных нормативных правовых актов;

6) во взаимоотношениях федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, иных государственных органов, органов местного самоуправления, организаций всех форм собственности и граждан Российской Федерации, иностранных граждан, лиц без гражданства, общественных объединений;

7) при написании наименований географических объектов, нанесении надписей на дорожные знаки;

8) при оформлении документов, удостоверяющих личность гражданина Российской Федерации, за исключением случаев, предусмотренных законодательством Российской Федерации, изготовлении бланков свидетельств о государственной регистрации актов гражданского состояния, оформлении документов об образовании и (или) о квалификации установленного в соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2012 года N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» образца, а также других документов, оформление которых в соответствии с законодательством Российской Федерации осуществляется на государственном языке Российской Федерации, при оформлении адресов

отправителей и получателей телеграмм и почтовых отправлений, пересылаемых в пределах Российской Федерации, почтовых переводов денежных средств;

9) в продукции средств массовой информации;

9.1) при показах фильмов в кинозалах;

9.2) при публичных исполнениях произведений литературы, искусства, народного творчества посредством проведения театрально-зрелищных, культурно-просветительных, зрелищно-развлекательных мероприятий;

10) в рекламе;

11) в иных определенных федеральными законами сферах.

1.1. В сферах, указанных в пунктах 9, 9.1, 9.2 и 10 части 1 настоящей статьи, и в иных предусмотренных федеральными законами случаях наряду с государственным языком Российской Федерации могут использоваться государственные языки республик, находящихся в составе Российской Федерации, другие языки народов Российской Федерации, а в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации, также иностранные языки.

<…>

Статья 4. Защита и поддержка государственного языка Российской Федерации

В целях защиты и поддержки государственного языка Российской Федерации федеральные органы государственной власти в пределах своей компетенции:

1) обеспечивают функционирование государственного языка Российской Федерации на всей территории Российской Федерации;

2) разрабатывают и принимают федеральные законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации, разрабатывают и реализуют направленные на защиту и поддержку государственного языка Российской Федерации соответствующие федеральные целевые программы;

3) принимают меры, направленные на обеспечение права граждан Российской Федерации на пользование государственным языком Российской Федерации;

4) принимают меры по совершенствованию системы образования и системы подготовки специалистов в области русского языка и преподавателей русского языка как иностранного языка, а также осуществляют подготовку научно-педагогических кадров для образовательных организаций с обучением на русском языке за пределами Российской Федерации;

5) содействуют изучению русского языка за пределами Российской Федерации;

6) осуществляют государственную поддержку издания словарей и грамматик русского языка;

7) осуществляют контроль за соблюдением законодательства Российской Федерации о государственном языке Российской Федерации, в том числе за использованием слов и выражений, не соответствующих нормам современного русского литературного языка, путем организации проведения независимой экспертизы;

8) принимают иные меры по защите и поддержке государственного языка Российской Федерации.

<…>

Президент Российской Федерации В. Путин

Задание 2. *Проанализируйте следующий текст*[11]*:*

1. *Обозначьте реквизиты и структурно-содержательные элементы документа.*

2. *Опишите стилевые и языковые особенности.*

3. *Имеются ли в тексте документа средства, не соответствующие требованиям официально-делового стиля? Докажите свою точку зрения.*

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор УГГУ**,** профессор
_____ Н.П. Косарев

РЕГЛАМЕНТ
ношения форменной одежды преподавателями,
сотрудниками и студентами УГГУ

1. Общие положения

Форменная одежда УГГУ – важнейший наряду с флагом и гербом символ корпоративной чести и достоинства, принадлежности преподавателей, сотрудников и студентов к высшему учебному заведению – Уральскому государственному горному университету.

Ношение форменной одежды в установленных случаях является почетным правом и обязанностью (моральным долгом) всех преподавателей, сотрудников и студентов УГГУ, облегченных этим доверием. По решению ректора почетное право ношения форменной одежды предоставляется заслуженным выпускникам.

Отказ от форменной одежды рассматривается как пренебрежение горняцким единством и неуважение к корпоративной символике Уральского государственного горного университета.

2. Руководящий состав университета: члены Ученого совета, включая ректорат, деканов, заведующих кафедрами, представителей студенческого, ветеранского и профсоюзного актива, а также руководителя управления отделов и служб, не входящие в Ученый совет, обязаны носить форму в следующих случаях:

– на всех рабочих совещаниях, проводимых ректором, первым проректором и проректором по научной работе;
– на заседаниях Ученого совета и Президиума Ученого совета университета, ученых советах факультетов;
– на торжественных собраниях сотрудников и студентов, митингах, конференциях, проводимых по планам ректората и деканатов;
– при участии в совещаниях, конференциях, торжественных собраниях и других официальных мероприятиях, проводимых органами власти, а также политическими, общественными и научными организациями.

3. Преподаватели университета, имеющие форму, обязаны быть в форменной одежде в следующих случаях:

– во время лекционных занятий;
– при участии в собраниях студентов, преподавателей, конференциях и митингах;

---

[11] Текст Регламента приводится без изменений и исправлений.

– при посещениях ректората и деканатов.

4. Сотрудники из числа административно-управленческого персонала (помощники ректора, проректоров, референты, секретари) обязаны быть в форменной одежде в следующих случаях:

– при нахождении на рабочем месте в дни проведения крупных общеуниверситетских мероприятий, при приеме делегаций, гостей и в иных случаях по распоряжению ректора;
– при участии, в том числе при орг. техническом обеспечении заседании Ученого совета и ректорских совещаний;
– при сопровождении ректора, проректоров во время официальных мероприятий вне университета.

5. Студенты – представители студенческого актива, имеющие форму, обязаны быть в форменной одежде:

– при посещении ректората, деканатов;
– на всех официальных мероприятиях, проводимых в университете;
– при участии в официальных мероприятиях, проводимых вне стен университета органами власти, политическими, общественными, научными и образовательными учреждениями.

6. По собственной инициативе студенты, сотрудники и преподаватели университета могут находиться в форменной одежде во всех случаях, если это не наносит ущерба почетному статусу формы и ее функциональному назначению.



Ученый секретарь совета, профессор О. В. Ошкордин
28.09.2005 г.

Задание 3. *Проанализируйте текст[12] с точки зрения использованных языковых средств, характерных для официально-делового стиля. Опишите средства, с помощью которых в тексте реализуется такая стилевая черта, как волюнтативность.*

Есть ли в Правилах отступления от требований официально-делового стиля? Подтвердите свою точку зрения, опираясь на текст документа.



Правила внутреннего распорядка обучающихся
в ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»
Дата введения 01 сентября 2014 года

<…>

5. Основные права и обязанности обучающихся

[12] Текст Правил внутреннего распорядка приводится без изменений и исправлений.

5.1 Права обучающихся

Обучающиеся в университете имеют право:

– получать образование в соответствии с ГОС и ФГОС (в т. ч. актуализированными ФГОС) обучаться в пределах этих стандартов по индивидуальным учебным планам, ускоренным курсам обучения;

– бесплатно пользоваться библиотечно-информационными ресурсами, получать дополнительные (в том числе платные) образовательные услуги;

– участвовать в управлении университетом;

– свободно выражать собственные мнения и убеждения;

– выбирать факультативные (необязательные для данного направления подготовки (специальности) и элективные (избираемые в обязательном порядке) курсы, предлагаемые факультетом и кафедрой;

– участвовать в формировании содержания своего образования при условии соблюдения требований ГОС и ФГОС (в т. ч. актуализированными ФГОС) среднего профессионального и высшего образования; указанное право может быть ограничено условиями договора, заключенного между студентом и физическим или юридическим лицом, оказывающим ему содействие в получении образования и последующем трудоустройстве;

– осваивать помимо учебных дисциплин по избранным направлениям подготовки (специальностям) любые другие учебные дисциплины, преподаваемые в университете, в порядке, предусмотренном Уставом, а также преподаваемые в других высших учебных заведениях (по согласованию между их руководителями);

– определять по согласованию с деканатом и кафедрами набор дисциплин по специальности в пределах, установленных учебным планом, а также посещать дополнительно любые виды учебных занятий, проводимых в университете;

– ставить перед деканом и ректором, руководителем территориально обособленного учебного подразделения вопрос о замене преподавателей, не обеспечивающих должное качество учебного материала, нарушающих расписание занятий, иные правила организации учебно-воспитательного процесса;

– участвовать в обсуждении и решении важнейших вопросов деятельности университета и его обособленных структурных подразделений, в том числе через общественные организации и органы управления;

– бесплатно пользоваться услугами учебных, научных, лечебных и других подразделений университета в порядке, установленном Уставом;

– принимать участие во всех видах научно-исследовательских работ, конференциях, симпозиумах;

– совмещать учебу с профессиональной деятельностью и иной работой;

– представлять свои работы для публикации, в том числе в изданиях университета;

– обжаловать приказы и распоряжения администрации высшего учебного заведения в установленном законодательством РФ порядке;

– переходить с платного договорного обучения на бесплатное обучение в порядке, предусмотренном Уставом университета;

– получать от университета информацию о положении дел в сфере занятости населения и возможностях трудоустройства по специальности в соответствии с заключенными договорами и законодательством о занятости выпускников образовательных учреждений.

Обучающиеся в университете по заочной форме, выполняющие учебный план, имеют право на дополнительный оплачиваемый и не оплачиваемый отпуск по месту работы, на сокращенную рабочую неделю и на другие льготы, которые предоставляются в порядке, устанавливаемом законодательством РФ (ст. 173-176 ТК РФ).

Обучающиеся в университете имеют право на свободное посещение мероприятий, не предусмотренных учебным планом.

Обучающиеся в университете имеют право на перевод в другое образовательное учреждение, реализующее образовательную программу соответствующего уровня, при согласии этого образовательного учреждения и успешном прохождении ими аттестации.

Обучающиеся в университете по очной форме обучения имеют право на получение отсрочки от призыва на военную службу в соответствии с Федеральным законом «О воинской обязанности и военной службе».

5.2 Обязанности обучающихся

Обучающиеся в университете обязаны:

– добросовестно посещать учебные занятия, глубоко овладевать теоретическими знаниями, практическими навыками и современными методами для работы по избранной специальности;

– выполнять в установленные сроки все виды заданий, предусмотренных соответствующими учебными планами и программами обучения;

– постоянно повышать общую культуру, нравственность и физическое совершенство;

– нетерпимо относиться к недостаткам в учебно-воспитательном процессе и быту;

– бережно и аккуратно относиться к учебным и иным помещениям, оборудованию, учебным пособиям, литературе, приборам, другому имуществу университета; без соответствующего разрешения студентам запрещается выносить предметы и оборудование из лабораторий, кабинетов, аудиторий, учебных, бытовых корпусов и других помещений;

– нести материальную ответственность за ущерб, причиненный имуществу университета в соответствии с нормами действующего законодательства;

– незамедлительно сообщать в администрацию университета о возникновении ситуации, представляющей угрозу жизни и здоровью людей, сохранности имущества университета;

– соблюдать требования Устава университета, настоящие Правила и Правила проживания в общежитиях;

– поддерживать деловую репутацию, честь и престиж университета.

Обучающиеся в территориально обособленном учебном подразделении университета (филиале) помимо указанных выше правомочий пользуются правами и исполняют обязанности, предусмотренные Положением о соответствующем структурном подразделении или договорами о профессиональной подготовке, включая договоры на индивидуальную подготовку специалиста.

При неявке на занятия по уважительным причинам обучающийся ставит об этом в известность декана факультета, руководителя (уполномоченного работника) иного учебного структурного подразделения и в первый день явки на учебу представляет данные о причине неявки и документы установленного образца (справки, письма, телеграммы и т. п.), содержащие сведения оправдательного характера.

5.3 Требования к ношению формы

Обучающиеся в университете должны быть дисциплинированными и опрятными, вести себя достойно в университете, на улице, в общественном месте и в быту. В соответствии с решением Ученого совета университета от 25.06.2004 года, обучающиеся обязаны носить форменную одежду в ниже перечисленных случаях:

– на всех совещаниях, проводимых ректором, проректорами и деканами факультетов;

– на торжественных собраниях коллектива, митингах и конференциях;

– при участии в совещаниях, конференциях, торжественных собраниях и иных официальных мероприятиях, проводимых органами власти, а также общественными и научными организациями, на которых обучающиеся университета являются его представителями;

– при участии, в т. ч. организационно-техническом обеспечении заседаний Ученого совета университета и ректорских совещаний; при сопровождении ректора, проректоров во время официальных мероприятий вне университета.

– в иных случаях по распоряжению ректора.

По собственной инициативе обучающиеся университета могут находиться в форменной одежде в иных случаях, если это не наносит ущерба почетному статусу формы и её функциональному назначению.

Запрещается ношение предметов формы одежды измененных или неустановленных образцов, а также знаков различия, не предусмотренных Положением о форменной одежде.

<…>

ТЕМА 12. ОФОРМЛЕНИЕ ДЕЛОВЫХ БУМАГ

Цель – научиться оформлять основные жанры деловых бумаг.

КОНСПЕКТ следующего материала к занятию (требуется записать определение, основные реквизиты и образец):

Заявление – это документ, содержащий просьбу, предложение или жалобу какого-либо лица.

Заявление, как и большинство деловых бумаг, составляется в произвольной форме от руки или печатается на листе бумаги формата А4.

Основные реквизиты заявления:

1. Сведения об адресате (должность, фамилия, инициалы).

2. Сведения об адресате (должность, ФИО полностью, в некоторых случаях адрес или другая контактная информация).

3. Наименование жанра документа.

4. Основной текст заявления с точным изложением просьбы, предложения или жалобы.

5. Опись приложений к документу, если они имеются.

6. Дата.

7. Подпись.

Образец оформления заявления

Декану ФГиГ
проф. Талалаю А. Г.
от студента группы МПГ-20
Волкова Михаила Владимировича

Заявление

Прошу отпустить меня с занятий на 3 дня с 25 по 27 октября 2021 года в связи с участием в областных соревнованиях по футболу.

Копию справки-вызова прилагаю.

01.10.2021 г.

Доверенность – это документ, выдаваемый одним лицом (доверителем) другому лицу (доверенному) для представительства перед третьими лицами и дающий право доверенному лицу действовать от имени доверителя.

Доверенность предоставляет полномочия доверенному лицу предпринимать за доверителя какое-либо действие. В зависимости от вида полномочий различают три вида доверенности: 1) **разовая** (дает право на совершение одного конкретного действия), 2) **специальная** (дает право на совершение однородных действий), 3) **генеральная** (дает право на общее управление имуществом доверителя).

Основные реквизиты разовой доверенности:

1. Наименование жанра документа.

2. Наименование доверителя (ФИО полностью, должность, паспортные данные, адрес регистрации или проживания).

3. Наименование доверенного лица (ФИО полностью, должность, паспортные данные, адрес регистрации или проживания).

4. Формулировка доверяемой функции.

5. Дата.

6. Подпись.

Образец оформления разовой доверенности

Доверенность

Я, Зорянова Евгения Михайловна, студентка группы ВД-19 (паспорт: серия 3209 № 345177, выдан Отделом УФМС России по Свердловской области в Чкаловском районе гор. Екатеринбурга 09.06.2009 г., проживающая по адресу: г. Екатеринбург, ул. 8 марта, д. 104, кв. 190), доверяю Соловчуку Сергею Станиславовичу, студенту группы ГМО-17 (паспорт: серия 5404 № 654321, выдан Железнодорожным РУВД г. Ульяновска 13.09. 2008 г., проживающему по адресу: г. Екатеринбург, ул. Сулимова, д. 63, кв. 77), получить в кассе УГГУ мою стипендию за март 2020 года.

25.02.2020 г. 

Расписка – это документ, подтверждающий произведенное кем-либо определенное действие (получение ценных предметов).

Расписка всегда составляется от руки. Если она имеет особо важное значение, ее необходимо заверить.

Основные реквизиты расписки:

1. Наименование жанра документа.

2. Наименование лица, получившего ценности (ФИО полностью, должность, паспортные данные, адрес регистрации или проживания).

3. Наименование лица, выдавшего ценности (ФИО полностью, должность, паспортные данные, адрес регистрации или проживания).

4. Точное наименование полученных ценностей с указанием количества (цифрами и прописью).

5. Дата, до которой необходимо вернуть полученные ценности.

6. Дата.

7. Подпись.

Образец оформления расписки

Расписка

Я, Воробьева Наталия Александровна, студентка группы УП-20 (паспорт: серия 5009 № 2435672, выдан отделом УФМС Ленинского района г. Новосибирска 25.09.2009 г., проживающая по адресу: Свердловская область, г. Первоуральск, ул. Горького, д. 7, кв. 5), получила от Штиппеля Артемия Павловича, инженера кафедры ГД (паспорт: серия 6507 № 575849, выдан Отделом УФМС России по Свердловской области в Кировском районе г. Екатеринбурга 05.10.2004 г., проживающего по адресу: г. Екатеринбург, пер. Красный, д. 34, кв. 33), 10 000 (десять тысяч) рублей.

Обязуюсь вернуть указанную сумму до 31 декабря 2020 г.

07 ноября 2020 г. 

Докладная записка – это документ, информирующий адресата о сложившейся ситуации, а также содержащий выводы и предложения составителя.

Основной текст докладной записки делится на две части:

- в первой излагаются причины, послужившие поводом для ее написания;
- во второй анализируется сложившаяся ситуация, содержатся выводы и предложения о действиях, которые необходимо предпринять.

Основные реквизиты докладной записки:

1. Сведения об адресате (должность, фамилия, инициалы).

2. Наименование жанра документа.

3. Основной текст, состоящий из двух смысловых частей.

4. Опись приложений к документу, если они имеются.

5. Подпись автора документа, состоящая из трех частей (должность, собственно личная подпись и расшифровка подписи).

6. Дата.

Образец оформления докладной записки

Ректору УГТУ
проф. Душину А. В.

Докладная записка

24 декабря 2019 г. примерно в 12.30 я сдал свой пуховик в гардероб 4 учебного корпуса. Через два часа (после окончания праздничных мероприятий) я попытался получить пуховик по бирке, но его не оказалось на вешалке. Студенты, дежурившие в гардеробе в тот день, отказались объяснять, что произошло и куда пропала моя одежда.

Прошу разобраться в сложившейся ситуации и помочь с поисками пуховика.

Описание прилагается.

Студент группы ТБ-17  */Вутенко Б. Н./*

25 декабря 2019 г.

Объяснительная записка – это документ, объясняющий причины какого-либо события, факта, поступка (нарушения трудовой или учебной дисциплины, невыполнение задания, поручения и т. д.).

Основной текст объяснительной записки делится на две части:

- в первой излагаются, констатируются факты нарушения;
- во второй объясняются причины нарушения.

Основные реквизиты объяснительной записки:

1. Сведения об адресате (должность, фамилия, инициалы).

2. Наименование жанра документа.

3. Основной текст, состоящий из двух смысловых частей.

4. Опись приложений к документу, если они имеются.

5. Подпись автора документа, состоящая из трех частей (должность, собственно личная подпись и расшифровка подписи).

6. Дата.

Образец оформления объяснительной записки

Зав. кафедрой ИЯДК
доц. Юсуповой Л. Г.

Объяснительная записка

05.03.2020 г. я опоздала на практическое занятие по иностранному языку по причине транспортной аварии на перекрестке улиц Малышева и Гагарина.

Выданную транспортным предприятием справку прилагаю.

Студентка группы МЭ-19  */Вайслер Ю. М./*

07.03.2020 г.

Задание 1. *Напишите от своего имени следующие жанры деловых бумаг:*

а) заявление с просьбой продлить Вам сессию на неделю;

б) заявление с просьбой принять Вас на работу;

в) доверенность на получение Вашей стипендии в этом месяце;

г) расписку в получении Вами образцов минералов для выполнения лабораторной работы;

д) докладную записку о пропаже Ваших личных вещей из аудитории;

е) объяснительную записку о пропуске Вами занятий в течение недели;

ж) объяснительную записку о неявке на экзамен.

Задание 2. *Исправьте допущенные ошибки в оформлении и содержании следующих документов. Обратите внимание на нарушение разного типа языковых норм (орфографических, пунктуационных, лексических и грамматических). Запишите исправленный вариант.*

Текст 1

Декану УГГУ
От студента III курса очной формы обучения факультета горно технологического
Волк Василия Васильевича

заявление

В связи с отъездом на лидерские сборы очень прошу разрешить не посещать мне занятия на следующей неделе.

09.09.21 г. 

Текст 2

Ректору УГТУ
А. В. Душину

доверенность.

Я, Задорин Виктор, студент УГТУ, даю право на получение получаемой мной стипендии студенту Гудину Александру Геннадьевичу (паспорт 6509 номер 124338, ул. Мира, 90-1).

1.5.20 г. *Задорин В. З./*

Текст 3

Кафедре ИЯДК

расписка

Я – Пустник Валентин Тимурович, прошу выдать мне учебные пособия для практических занятий. Автор – Мясникова Юлия Марковна в размере одной штуки. Паспортные данные – серия 6102, номер 879521, УФМС России, дата рождения – 19.02.2000 года, проживаю в городе Лангепас на улице Парковая, 7.

Обязуюсь вернуть в срок.

25 сентября

Текст 4

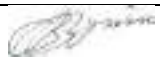
Декану ГМФ
Козину Владимиру
Зиновьевичу

Докладная

Уважаемый Владимир Зиновьевич!

Сегодня я, Курпатова Вера, студентка ГМФ, оставила без присмотра свои вещи в учебной аудитории 2240. При возвращении моих вещей в аудитории не было. Я очень расстроилась.

Пропали: куртка черная кожанная, красная сумка в цветочек, белый платок.



1 октября 2021 года

Текст 5

Зав. кафедры ТТФ Волкову М. Н.
От студента Хлебникова Семена.

Объяснительная о прогуле

Я, Семен Хлебников, отсутствовал на занятиях два месяца всвязи болезни. Справку из 6 городской больницы прилогаю.

01.11.20 *Хлебников С.*

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

№ п/п	*Наименование*
1	*Веселкова Т. В.* Культура устной и письменной коммуникации: учебное пособие / Т. В. Веселкова, И. С. Выходцева, Н. В. Любезнова. – Саратов: Вузовское образование, ИЦ «Наука», 2020. – 264 с. – ISBN 978-5-4487-0707-0. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/94281.html
2	*Культура устной и письменной речи делового человека*: Справочник. Практикум. М.: Флинта: Наука, 2012 (и другие издания).
3	*Меленскова Е. С.* Культура речи и стилистика русского языка: учебное пособие для студентов специальностей 21.05.02 – «Прикладная геология», 21.05.03 –«Технология геологической разведки», 21.05.04 – «Горное дело». – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. 87 с.
4	*Меленскова Е. С.* Русский язык делового общения: учебное пособие для студентов всех специальностей и направлений подготовки. Екатеринбург: УГГУ, 2018. 80 с.
5	*Меленскова Е. С.* Русский язык и культуре речи: учебное пособие с тестовыми заданиями для студентов специальностей 21.05.02 – «Прикладная геология», 21.05.03 – «Технология геологической разведки», 21.05.04 – «Горное дело» / Е. С. Меленскова. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 98 с.

Дополнительная литература

№ п/п	*Наименование*
1.	*Введенская Л. А., Павлова Л. Г., Кашаева Е. Ю.* Русский язык и культура речи: учебное пособие для вузов. Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. – 544 с. (и другие стереотипные издания)
2.	*Введенская Л. А., Павлова Л. Г., Кашаева Е. Ю.* Русский язык и культура речи для инженеров: учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. 384 с.
3.	*Голуб И. Б.* Русский язык и культура речи: учебное пособие / И. Б. Голуб. – Москва: Логос, 2014. – 432 с. – ISBN 978-5-98704-534-3. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/39711.html
4.	*Зверева Е. Н.* Русский язык и культура речи в профессиональной коммуникации: учебное пособие / Е. Н. Зверева, С. С. Хромов. – Москва: Евразийский открытый институт, 2012. – 432 с. – ISBN 978-5-374-00575-2. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/14648.html
5.	*Культура научной и деловой речи*: учебное пособие для студентов-иностранцев / М. Б. Будильцева, И. Ю. Варламова, Н. С. Новикова, Н. Ю. Царёва. – Москва: Российский университет дружбы народов, 2013. – 240 с. – ISBN 978-5-209-05463-4. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/22186.html

6.	*Курганская М. Я.* Деловые коммуникации: курс лекций / М. Я. Курганская. – Москва: Московский гуманитарный университет, 2013. – 121 с. – ISBN 978-5-98079-935-9. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/22455.html
7.	*Лапынина Н. Н.* Русский язык и культура речи: курс лекций / Н. Н. Лапынина. – Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. – 161 с. – ISBN 978-5-89040-431-2. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/22667.html
8.	*Меленскова Е. С.* Культура речи и деловое общение: тестовые задания для студентов всех специальностей. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. 78 с.
9.	*Меленскова Е. С.* Русский язык и культура речи: учебное пособие с упражнениями и контрольными работами для студентов всех специальностей очной и заочной форм обучения. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. 80 с.
10.	*Меленскова Е. С.* Стилистика русского языка: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. 86 с.
11.	*Петрова Ю. А.* Культура и стиль делового общения: учебное пособие / Ю. А. Петрова. – Москва: ГроссМедиа, 2007. – 190 с. – ISBN 5-476-003-476. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/1129.html
12.	*Решетникова Е. В.* Русский язык в деловых коммуникациях: учебное пособие / Е. В. Решетникова. – Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2018. – 99 с. – ISBN 2227-8397. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/84078.html
13.	*Скворцов Л. И.* Большой толковый словарь правильной русской речи / Л. И. Скворцов. – Москва: Мир и Образование, Оникс, 2009. – 1104 с. – ISBN 978-5-94666-556-8. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/14555.html
14.	*Усанова О. Г.* Культура профессионального речевого общения: учебно-методическое пособие / О. Г. Усанова. – Челябинск: Челябинский государственный институт культуры, 2008. – 93 с. – ISBN 5-94839-062-4. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/56426.html
15.	*Федосюк М. Ю., Ладыженская Т. А., Михайлова О. А., Николина Н. А.* Русский язык для студентов-нефилологов: учебное пособие. М.:Флинта: Наука, 2014 (и другие стереотипные издания)

ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. *ГОСТ 6.30-2003.* «Унифицированные системы документации. Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов» (электронная публикация http://docs.cntd.ru/document/1200031361).

2. *Грамота (сайт).* [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.gramota.ru.
3. *Культура письменной речи (сайт)* [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.gramma.ru.
4. *Русский язык*: *энциклопедия русского языка (сайт).* [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://russkiyyazik.ru.
5. *Словари и энциклопедии по русскому языку на Академике (сайт).* [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://dic.academic.ru.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Б1.О.09 УПРАВЛЕНИЕ КОЛЛЕКТИВОМ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)

Обогащение полезных ископаемых

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Управления персоналом	Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой Ветошкина (подпись)	Председатель (подпись)
Ветошкина Т.А	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 16.09.2021	Протокол № 2 от 12.10.2021
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Автор: Ветошкина Т.А., канд. филос. наук, доцент

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2	Методические рекомендации по составлению тестовых заданий	9
3	Методические рекомендации к опросу	11
4	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	13
5	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	15
6	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	17
7	Заключение	19
	Список использованных источников	22

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);
- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации[1]. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

---

[1] Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один- два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

• время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода ***case-study***. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффектна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю;

групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющихся в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

2. Методические рекомендации по составлению тестовых заданий

Требования к составлению тестовых заданий

Тестовое задание (ТЗ) - варьирующаяся по элементам содержания и по трудности единица контрольного материала, сформулированная в утвердительной форме предложения с неизвестным. Подстановка правильного ответа вместо неизвестного компонента превращает задание в истинное высказывание, подстановка неправильного ответа приводит к образованию ложного высказывания, что свидетельствует о незнании студентом данного учебного материала.

Для правильного составления ТЗ необходимо выполнить следующие *требования*:

1. Содержание каждого ТЗ должно охватывать какую-либо одну смысловую единицу, то есть должно оценивать что-то одно.

2. Ориентация ТЗ на получение *однозначного* заключения.

3. Формулировка содержания ТЗ в виде свернутых кратких суждений. Рекомендуемое количество слов в задании не более 15. В тексте не должно быть преднамеренных подсказок и сленга, а также оценочных суждений автора ТЗ. Формулировка ТЗ должна быть в повествовательной форме (не в форме вопроса). По возможности, текст ТЗ не должен содержать сложноподчиненные конструкции, повелительного наклонения («выберите», «вычислите», «укажите» и т.д). Специфический признак (ключевое слово) выносится в начало ТЗ. Не рекомендуется начинать ТЗ с предлога, союза, частицы.

4. Соблюдение единого стиля оформления ТЗ.

Требования к формам ТЗ

ТЗ может быть представлено в одной из четырех стандартизованных форм:

- закрытой (с выбором одного или нескольких заключений);
- открытой;
- на установление правильной последовательности;
- на установление соответствия.

Выбор формы ТЗ зависит от того, какой вид знаний следует проверить. Так, для оценки фактологических знаний (знаний конкретных фактов, названий, имён, дат, понятий) лучше использовать тестовые задания закрытой или открытой формы.

Ассоциативных знаний (знаний о взаимосвязи определений и фактов, авторов и их теорий, сущности и явления, о соотношении между различными предметами, законами, датами) - заданий на установление соответствия. Процессуальных знаний (знаний правильной последовательности различных действий, процессов) - заданий на определение правильной последовательности.

Тестовое задание закрытой формы

Если к заданиям даются готовые ответы на выбор (обычно один правильный и остальные неправильные), то такие задания называются заданиями с выбором одного правильного ответа или с единичным выбором.

При использовании этой формы следует руководствоваться правилом: в каждом задании с выбором одного правильного ответа правильный ответ должен быть.

Помимо этого, бывают задания с выбором нескольких правильных ответов или с множественным выбором. Подобная форма заданий не допускает наличия в общем перечне ответов следующих вариантов: «все ответы верны» или «нет правильного ответа».

Вариантов выбора (дистракторов) должно быть не менее 4 и не более 7. Если дистракторов мало, то возрастает вероятность угадывания правильного ответа, если слишком много, то делает задание громоздким. Кроме того, дистракторы в большом

количестве часто бывают неоднородными, и тестируемый сразу исключает их, что также способствует угадыванию.

Дистракторы должны быть приблизительно одной длины. Не допускается наличие повторяющихся фраз (слов) в дистракторах.

Тестовое задание открытой формы

В заданиях открытой формы готовые ответы с выбором не даются. Требуется сформулированное самим тестируемым заключение. Задания открытой формы имеют вид неполного утверждения, в котором отсутствует один или несколько ключевых элементов. В качестве ключевых элементов могут быть: число, буква, слово или словосочетание. При формулировке задания на месте ключевого элемента, необходимо поставить прочерк или многоточие. Утверждение превращается в истинное высказывание, если ответ правильный и в ложное высказывание, если ответ неправильный. Необходимо предусмотреть наличие всех возможных вариантов правильного ответа и отразить их в ключе, поскольку отклонения от эталона (правильного ответа) могут быть зафиксированы проверяющим как неверные.

Тестовые задания на установление правильной последовательности

Такое задание состоит из однородных элементов некоторой группы и четкой формулировки критерия упорядочения этих элементов.

Задание начинается со слова: «Последовательность».

Тестовые задания на установление соответствия

Такое задание состоит из двух групп элементов и четкой формулировки критерия выбора соответствия между ними.

Соответствие устанавливается по принципу 1:1 (одному элементу первой группы соответствует только один элемент второй группы) или 1:М (одному элементу первой группы соответствуют М элементов второй группы). Внутри каждой группы элементы должны быть однородными. Количество элементов второй группы должно превышать количество элементов первой группы. Максимальное количество элементов второй группы должно быть не более 10, первой группы - не менее 2.

Задание начинается со слова: «Соответствие». Номера и буквы используются как идентификаторы (метки) элементов. Арабские цифры являются идентификаторами первой группы, заглавные буквы русского алфавита - второй. Номера и буквы отделяются от содержания столбцов круглой скобкой.

3. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [2].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

---

[2] Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[3].

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

[3]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

4. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;

- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

5. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что

необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

6.Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на

то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины, Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На

консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальным сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368 с.

2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____
С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Б1.О.09 УПРАВЛЕНИЕ КОЛЛЕКТИВОМ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Обогащение полезных ископаемых

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Управления персоналом	Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Ветошкина Т.А.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1от 16.09.2021	Протокол № 2 от 12.10.2021
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Автор: Полянок О.В., к.пс.н., доцент

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ....3
ВВЕДЕНИЕ....4
1. Общие указания по написанию контрольной работы....5
2. Структура и содержание контрольной работы....7
3. Оформление контрольной работы....7
4. Типичные ошибки студентов при написании контрольной работы....12
5. Критерии оценивания контрольной работы....13
6. План выполнения контрольной работы (по вариантам)....14
ЗАКЛЮЧЕНИЕ....17
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ....18

ВВЕДЕНИЕ

Контрольная работа является одной из форм текущего контроля знаний студентов. Контрольная работа- индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Контрольная работа – самостоятельный труд студента, который способствует углубленному изучению материала**.** Целью выполнения контрольной работы является:

- получить специальные знания по выбранной теме;

-углублённому изучению пройденного материала.

Основные задачи контрольной работы заключаются в:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;

2) выработке навыков самостоятельной работы;

3) выяснение подготовленности студента к будущей практической работе

4)приобретение, систематизация и расширение знаний;

5)формирование умений н навыков работы с монографической и другой научной литературой, а также нормативными документами;

6)развитие умения правильно формулировать и раскрывать теоретические положения, аргументировать самостоятельные выводы и предложения на основе сопоставления различных мнений и взглядов;

7)овладение терминологией.

Учебным планом специальности, предусматривается написание контрольной работы по дисциплине. Данный вид письменной работы выполняется по темам выбранным самостоятельно. Перечень тем разрабатывается преподавателем.

1. Общие указания по написанию контрольной работы

Тему контрольной работы необходимо выбрать по соответствующей схеме: номер темы определяется согласно начальной букве фамилии (см. табл.)

Начальная буква фамилии студента	№ варианта контрольной работы
АБВГДЕ	1.
ЖЗИКЛМ	2.
НОПРС	3.
ТУФХЦЧ	4.
ШЩЭЮЯ	5.

Процесс подготовки к написанию и написания контрольной работы по можно разделить на ряд этапов:

-выбора темы;

-составления плана, подбора необходимой учебной и научной литературы, нормативного и фактологического материала;

-предварительного изучения источников;

-написания чернового варианта контрольной работы и его обработки, оформления контрольной работы и представления её на кафедру;

-в случае отклонения работы кафедрой или её неудовлетворительной оценки, доработки и переработки исходного текста.

После того, как тема контрольной работы определена, её выполнение следует продолжить составлением плана. Значение плана состоит в том, что он определяет основные цели работы, очерчивает круг тех вопросов, которые нужно осветить для полного и всестороннего раскрытия темы, позволяет избежать пробелов, повторений, освещения не относящихся к теме вопросов и обеспечить последовательность, логичность изложения материала.

При составлении плана студенту следует в точности придерживаться содержания того плана избранного им для написания варианта темы контрольных работ, который рекомендован кафедрой. Дополнять или сокращать его, самостоятельно включая туда новые основные вопросы и подвергая редакционной правке или опуская старые, обучающийся не имеет права.

Последующим этапом в действиях студента по подготовке к написанию контрольной работы должно стать изучение им необходимого минимума литературы по избранной теме. Для этого обучающийся должен собрать все те материалы – учебные пособия, справочники, словари и иные источники учебной или научной информации, – которые рекомендованы кафедрой в перечне литературы, обязательной для ознакомления с данной темой. Кроме того, для расширения и детализации отдельных вопросов обучающийся может использовать дополнительную литературу (монографии, брошюры, статьи из газет и журналов, аналитические записки), которую он подбирает самостоятельно. При этом следует учитывать, что лучше подбирать литературу последних изданий, активно используя при этом библиографические справки и систематические каталоги, оглавления, аннотации и предметные указатели книг и брошюр. Изучая литературу и иные источники, необходимо делать заметки, записывать наиболее интересные высказывания авторов и свои собственные мысли. Делать это следует на отдельных листах или карточках, группируя их затем по вопросам плана. По завершении сбора и изучения литературы обучающийся должен ещё раз продумать план с тем, чтобы приступить далее к составлению чернового варианта контрольной работы.

При написании текста контрольной работы уже в черновом варианте изложение каждого вопроса необходимо начать с постановки проблемы, с выяснения её содержания. Затем нужно переходить к её анализу, при необходимости – для определения исходного пункта анализа, формулировки основополагающих положений,

определений или понятий, либо для подтверждения своих мыслей – приводя цитаты, однако увлекаться ими студенту не стоит. Излагаемый материал необходимо органически увязать с современностью, практической деятельностью.

Черновик контрольной работы целесообразно писать на отдельных листах и только с одной стороны, оставляя большие поля и просветы между абзацами. Это даст возможность легко внести необходимые поправки, дополнения, осуществить перестановку абзацев и убрать повторения. По окончании работы над черновым вариантом его следует внимательно прочесть, тщательно отредактировать и переписать (перепечатать) набело, соблюдая правила оформления, изложенные ранее в настоящих методических рекомендациях. Только в таком виде контрольная работа может быть представлена на кафедру.

Контрольные работы, оформление и содержание которых соответствует требованиям, установленным кафедрой для письменных работ по данной учебной дисциплине, рецензируется отметкой «допущена к защите». Одновременно в хранящемся на кафедре журнале учёта рецензирования контрольных работ делается запись о том, что контрольная работа проверена и допускается для последующей защиты. После защиты работы студентов остаются на кафедре, где хранятся в течение одного года и затем уничтожаются.

Если содержание или оформление письменной контрольной работы будет признано преподавателем неудовлетворительным, то такая работа оценивается отметкой «не допущена к защите». В этом случае на лицевой или оборотной стороне обложки контрольной работы, либо на прилагаемом к ней отдельном листе, пишется отзыв (рецензия), в котором указываются конкретные причины, по которым данная контрольная работа была оценена неудовлетворительно, и указываются пути устранения выявленных недостатков.

Не допущенная контрольная работа вместе с рецензией возвращается кафедрой через методиста студенту на переделку или доработку. Последний обязан внимательно ознакомиться с письменным отзывом (рецензией) преподавателя, с его пометками в тексте и на полях работы. Если замечания касаются оформления, то ему следует переоформить работу в соответствии с указаниями преподавателя. Если замечания относятся к содержанию, то студенту путём дополнительного изучения необходимых источников и материалов необходимо следующим образом доработать или переработать исходный текст:

- на вопросы, которые были освещены неправильно, сформулировать правильные ответы;
- на неосвещённые вопросы дать ответы;
- на вопросы, освещённые неполно, подготовить дополнения к ответам.

Доработанная или переработанная контрольная работа представляется обучающимся на кафедру, при этом, если сроки её фактического предоставления не совпадут по времени с итоговой аттестацией студента по данной дисциплине, кафедра имеет право не допустить его до прохождения итоговой аттестации до завершения проверки указанной контрольной работы.

По всем возникшим вопросам студенту следует обращаться за консультацией преподавателю. Срок выполнения контрольной работы определяется преподавателем и она должна быть сдана не позднее, чем за неделю до экзамена/ зачета.

Перед сдачей контрольной работы студент проверяет его в системе «Антиплагиат» (http://www.antiplagiat.ru/), пишет заявление о самостоятельном характере работы, где указывает процент авторского текста, полученный в результате тестирования реферата в данной системе. Информацию, полученную в результате тестирования реферата в данной системе (с указанием процента авторского текста), студент в печатном виде предоставляет преподавателю вместе с окончательным вариантом текста реферата, который не подлежит доработке или замене.

В случае отрицательной оценки, студент должен ознакомиться с замечаниями и, устранив недостатки, повторно сдать работу на проверку.

2. Структура и содержание контрольной работы

Работа должна включать титульный лист, оглавление, введение, основную часть, состоящую из нескольких разделов или параграфов, заключение, список источников и литературы.

Во **«введении»** необходимо кратко раскрыть значение и актуальность изучаемого вопроса (темы), назвать основные задачи работы, ее хронологические рамки, обосновать структуру, дать краткий обзор источников и литературы по теме.

Обзор источников и литературы не должен сводиться к перечислению использованного автором нормативного материала и опубликованных статей. В нем следует дать анализ источников и литературы. В зависимости от объема и целевого назначения работы, обзор источников и литературы может быть представлен отдельным параграфом или разделом в основной части работы.

Основная часть контрольной работы должна быть изложена в соответствии с планом, освещать состояние и содержать анализ рассматриваемых вопросов с учетом современного уровня развития теоретических знаний и опыта практической работы организаций.

При раскрытии той или иной темы студент должен стремиться подробно и глубоко изложить круг вопросов, входящих в нее. По мере рассмотрения материала отдельные положения контрольной работы следует иллюстрировать примерами из литературы и, по возможности, из практики работы конкретных архивов с обязательными ссылками на литературу и источники.

В **заключении** контрольной работы необходимо подвести итоги теоретической и практической разработки вопросов.

Список источников и литературы представляет собой перечень использованных работ по теме, в котором указываются фамилии и инициалы автора (авторов), название работы, место, время ее опубликования и страницы.

3. Оформление контрольной работы

Перед тем, как рассмотреть оформление заголовков, отметим, что работа обычно печатается 14-м размером шрифта Times New Roman (это не регламентируется ГОСТом, однако используется в большинстве отечественных высших учебных заведений). Общепринятый междустрочный интервал – 1,5. На каждой странице должны присутствовать стандартные поля (сверху и снизу – по 2 см, слева – 3 см, справа – 1 см).Объем контрольной работы-15-20 страниц машинописного текста.

Работа нумеруется с помощью арабских цифр, начиная со страницы введения. Она в общей структуре следует под номером «3».

Контрольная по ГОСТу 2018, пример которой (фрагменты) в иллюстративном виде подаем в данной статье, должна содержать заголовки первого и иногда второго уровней. Правила их присутствия в исследовании такие:

1. заголовки выравниваются по центру или по правому краю (этот момент выясняют у научного руководителя или в методичке);
2. названия структурных элементов (ОГЛАВЛЕНИЕ, ЗАДАНИЕ 1, ЗАДАНИЕ 2 ЗАКЛЮЧЕНИЕ) прописываются заглавными буквами;
3. используется тот же размер шрифта, что и для основного текста (по умолчанию – 14);
4. заголовки выделяют полужирным начертанием;
5. между заголовком и текстом оставляют две пустые строчки;

6. переносы, авторские сокращения, точки в конце заголовков не используются;

7. новые разделы и подразделы начинаются с чистого листа.

Каждый новый раздел основной части начинается с новой страницы. Это же правило относится и к другим структурным частям работы: введению, заключению, списку источников и литературы, приложениям.

Расстояние между заголовком и последующим текстом, а также расстояние между заголовком главы и параграфа должно быть равно одному межстрочному интервалу. Расстояние между последней строкой предыдущего параграфа и названием следующего параграфа – два межстрочных интервала. Точку в конце заголовка, расположенного в середине строки, не ставят. Подчеркивать заголовки и переносить слова в заголовке нельзя.

Нумерация страниц проставляется арабскими цифрами, в центре нижней части листа без точки, начиная с третьей страницы. На титульном листе и содержании номера страниц не ставятся. Необходимо соблюдать сквозную нумерацию во всей работе. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, включаются в общую нумерацию.

Иллюстрации. Часть информации, содержащейся в курсовой работе, оформляется в виде иллюстраций (чертежи, схемы, графики, таблицы, фотоматериалы). Они могут располагаться в тексте или помещаться в приложении. Но в любом случае на каждую иллюстрацию в тексте должны быть ссылки. Иллюстрации, расположенные в тексте имеют сквозную нумерацию арабскими цифрами. Причем, отдельно нумеруются рисунки, отдельно таблицы. Иллюстрации расположенные в приложениях располагаются под номерами приложений. Ссылки на них в тексте предполагают обращение к соответствующим приложениям.

Оформление рисунков и иллюстраций

Иллюстрации размещаются в тексте по мере необходимости для пояснения текста. Они могут располагаться как в самом тексте, сразу после текста, к которому они относятся, или в конце. Иллюстрации должны соответствовать регламентам ЕСКД и СПДС. Иллюстрации пронумеровываются сквозной нумерацией арабскими цифрами. Исключение составляют иллюстрации, размещённые в приложениях. В этом случае применяется отдельная нумерация арабскими цифрами для иллюстраций приложения с добавлением обозначения данного приложения. Например,- Рисунок В-2.

Можно иллюстрации нумеровать в рамках раздела. При этом ее номер включает в себя номер раздела и номер самой иллюстрации в разделе. Пример,- Рисунок 3.2.

В случае необходимости иллюстрации могут иметь пояснения, образуя, так называемый, подрисуночный текст. Сначала идёт пояснительный текст к рисунку, затем сам рисунок с нумерацией и его наименование.

Оформление рисунков по ГОСТ-образцу

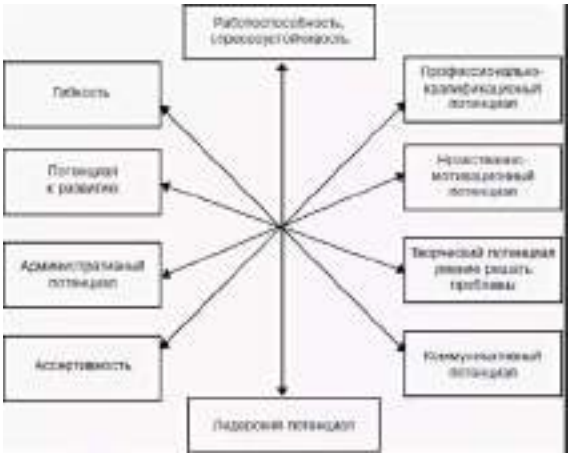


Рисунок 1- Элементы трудового потенциала сотрудника

На все иллюстрации в документе в обязательном порядке должны быть даны ссылки в тексте с указанием порядкового номера.

Иллюстрации в виде чертежей, графиков, схем, диаграмм, размещённые в статье представляются отдельными графическими изображениями и файлами электронных документов.

Подсказки по оформлению рисунков. Эта подборка подсказок поможет ответить на наиболее популярные вопросы, которые возникают у студентов при оформлении рисунков в различных видах научных работ: если рисунков в работе немного, лучше размещать их в основном тексте, а не в приложениях; подписи к рисункам должны быть предельно лаконичными; рисунок должен быть качественным, чтобы все его элементы были четкими, при несоблюдении этого требования, работу могут вернуть на доработку; если размеры рисунков не позволяют поместить их на формат А4, уменьшите объекты до нужного размера, однако следите за тем, чтобы при этом сохранилась четкость изображения; очень большие схемы, разрешается печатать их на листах формата А3; рисунок, схема, чертеж и т.д. должны быть на одной странице с подписью к ним. Рисунки в научных работах могут размещаться в основном тексте или же в приложениях. Очень важно сразу определиться, какой формат подачи будет использоваться, чтобы потом не тратить время на переделывание.

Таблицы

Таблицы, задействованные в работе, должны быть ссылки в основном тексте. Их пишем так: см. Таблицу 1. Окошко таблицы вставляем сразу после абзаца, в котором на нее ссылаемся. У каждой таблички имеется номер. Его и проставляем. Как правило, применяется сквозная нумерация во всей работе, либо нумерация в рамках раздела. Если прибегаем к нумерации в рамках раздела проставляем два знака, разделенные точкой. Например: Таблица 4.7 . Четверка здесь говорит о разделе, семерка о номере таблицы по порядку в разделе.

Для текста таблицы берется шрифт Times New Roman, выполняемый 12 кеглем (используется для написания всего текста внутри таблицы) и 14 кеглем (для названий) с одинарным междустрочным интервалом. По ширине таблички заполняют все имеющееся поле.

Оформление таблиц по ГОСТу 2018 года выдвигает несколько иные требования к таблицам в приложениях – их следует нумеровать немного иначе. В нумерации здесь присутствует буква – наименование приложения и порядковый номер таблицы (арабская цифра). Пример: Таблица А.3

Понятно, что слово «Таблица» пишется полностью, без сокращений с большой буквы. Размещают его слева, над верхней ограничительной табличной линией. Каждая таблица имеет заголовок, который указывается рядом со словом «Таблица».

Таблица 1.2. Признаки эффективных и неэффективных команд

Критерии различий	Эффективная команда	Неэффективная команда
Внедрение инноваций	Регулярно отслеживает все достижения в своей сфере деятельности в целях их использования для реализации миссии и целей. Участники применяют свои уникальные компетенции в работе над задачами команды	Замыкается на решении своей задачи имеющимися в распоряжении средствами
Отношение к новым идеям	Предложения членов команды получают развитие и поддержку. Группа часто генерирует общие идеи	Новые предложения с трудом находят поддержку. Требуется лоббирование интересов
Повышение производительности труда	Наблюдается рост производительности труда. Участники воспринимают работу как собственное дело. Члены группы достаточно мотивированы, чтобы продолжать работу в отсутствие руководителей. Низкий уровень текучести кадров	Не наблюдается роста производительности труда. Участники относятся к работе как наемники. Для успешной работы в группе нужно непосредственное присутствие руководителя. Высокий уровень текучести кадров
Обеспечение высокого качества работы	Высокое качество работы достигается за счет консенсуса в понимании работы команды и роли каждого члена группы. Все участники коллектива разделяют миссию и цели команды.	Невысокое качество работы. Много времени теряется из-за нарушений процесса работы и противоречий между руководителями и подчиненными. Нет понимания организационных целей и роли группы в их достижении

Выполнение заголовка таблицы по ГОСТу 2018

Оформление таблиц по ГОСТу 2018 года предполагает, что заголовок таблицы содержит такие составляющие части:

1. Само название графического элемента – «Таблица»;
2. Номер таблицы по порядку арабскими цифрами;
3. Необходимый знак тире и название с большой буквы.

Наименование должно быть кратким, точным и отражать ее содержимое. При расположении его над самой таблицей абзацный отступ не соблюдается. Набирается предложение одной строкой, без точки в конце.

Пример: Таблица 2.8 – Наименование

Ошибки при оформлении таблиц

Когда речь идет об оформлении таблиц по ГОСТу 2018 года, существуют нюансы, которые ни в коем случае нельзя нарушать. Первое – запрещается ставить кавычки или схожие элементы вместо повторяющихся частей таблицы.

Второе – не рекомендуется оставлять ячейки без данных. Можно вставить прочерк (символ «тире»), но не бросать пустую.

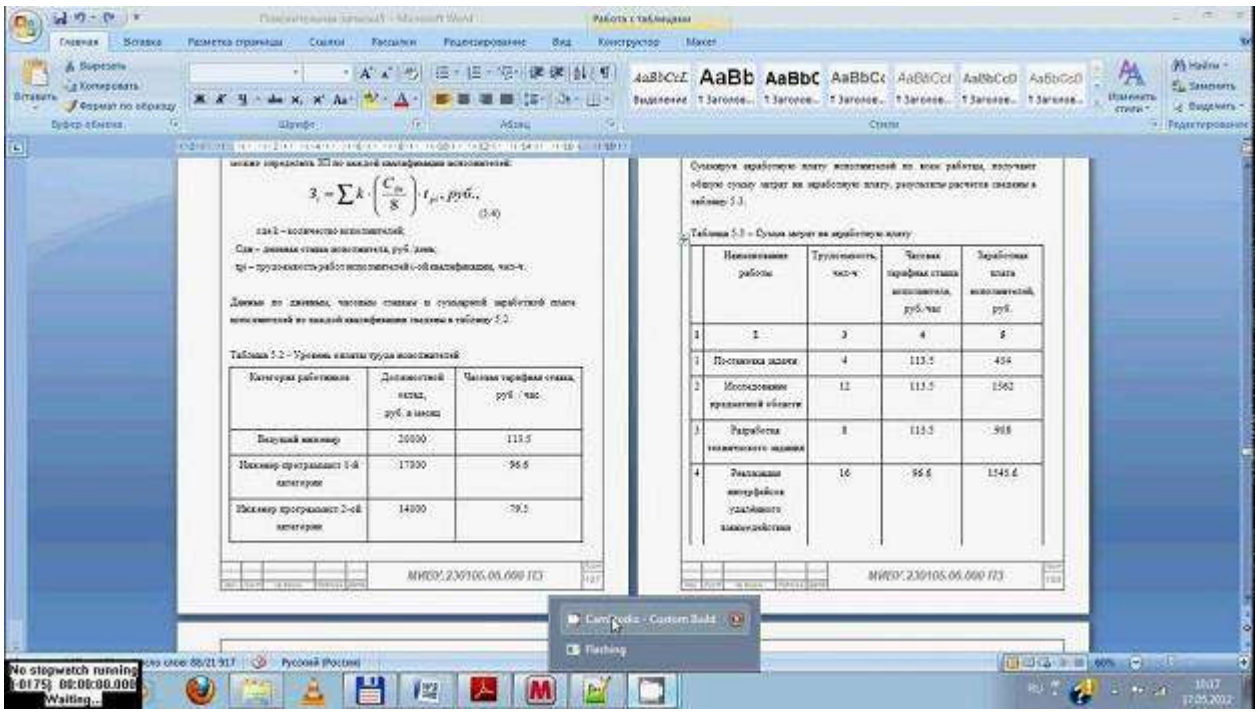
Третье – отрывать тему таблицы от самих ячеек при переносе с предыдущей страницы на следующую нельзя. Рекомендуется указывать наименование, делать «шапку», под ней пару – тройку табличных строчек, и лишь после переносить основную часть таблицы на новую страницу. Начальный кусочек горизонтальной чертой не подчеркиваем. Над второй частью таблицы набираем с левой стороны «Продолжение таблицы» с номером. Название помещают только над первой частью таблицы.

Например: Продолжение таблицы 3.

При подготовке текстовых документов с использованием программных средств надпись «Продолжение таблицы» допускается не указывать.

Запрещается заголовки набирать лишь строчными буквами. С заглавной буквы в единственном числе набирают наименования табличных столбцов и строчек; подзаголовки пишутся строчными буквами (когда имеется смысловое продолжение заголовка) или с прописной (в случаях указания самостоятельной смысловой составляющей). Не следует ставить в конце заголовков и подзаголовков точки. Разрешается надписывать столбцы и вертикально, и горизонтально.

Таблицу без графической сетки использовать не разрешается. Очерчивать строки с данными в некоторых редких случаях не обязательно, но верхушка таблицы с наименованиями всегда очерчивается ограничительной линией.



В работах не используют заимствованные таблицы без указания первоисточника. Информация располагается под таблицей, с абзаца.

Ссылки

Правила составления библиографических ссылок распространяющиеся на оформление цитирования интернет-источников, ссылок на кинофильмы, а также в случае специфичных текстов, как диссертация, манускрипты. Основные правила оформления ссылок на источники указаны в **ГОСТ Р 7.0.5-2008**.

1. Пример первичной ссылки на источник: Ссылки вставляются прямо в тексте научной работы в виде [1, С. 2] или просто [1]. Сами ссылки должны вести на список использованных источников, первая цифра – порядковый номер, вторая – страница местонахождения цитируемой информации
2. Список источников оформляется в алфавитном порядке в конце научной статьи.

В **список литературы и источников** помещаются только те произведения, которые привлекались автором в тексте основной части и во введении, что отражено в текстах сносок.

Пример оформления списка литературы по ГОСТу 2018 демонстрирует, что все источники должны быть расположены в определенном порядке:

1. в первую очередь указываются законодательные акты (международные, государственные, муниципальные) и официальная статистика;
2. далее следуют источники на русском языке;
3. после них в алфавитном порядке располагают книги и документы, изданные на иностранных языках;
4. в завершение указываются электронные ресурсы, использованные для написания текста.

Стандартно, в ссответствии с ГОСТ, располагают книги и статьи в алфавитном порядке, по фамилии автора.

Пример оформления списка литературы по ГОСТу 2018 (книги и статьи с одним или несколькими авторами)

Приведем пример оформления списка литературы по ГОСТу 2018 для источников с одним или несколькими авторами (учебники, монографии и т.д.).

Общепринятая схема здесь такова: фамилия автора, инициалы (после запятой или без нее), наименование книги, косая черта, после которой указывается тип книги.

Далее город, где издана книга, наименование издательства, год и количество страниц.

Более наглядно эту схему демонстрирует пример:

1. Пример оформления книги: Галов, М. Т. История средних веков. Ч.2. Древние Греция и Рим / М. Т. Галов. – 2-е изд., доп. – М.: Юника, 2016. – 333 с.
2. Пример оформления журнальной статьи: Арманова, Л. Г. К вопросу об установлении империи в Риме / Л. Г. Арманова // Вопросы истории. – 2016. — №3. — С. 20-25. Здесь применяется стандартная схема оформления статьи: автор – название статьи – наименование журнала – год выпуска – номер страницы).
3. Пример оформления электронного источника: Протченкова, Т. М. Психологический словарь [Электронный ресурс] / Т.М. Протченкова / Р. М. Никеев // Психология: науч.-метод. журн. – 2014.— № 15. – Режим доступа: http://… – (Дата обращения: 20.09.2018).

Оформление приложений

Приложения бывают двух видов: информационные и обязательные. Информационные приложения могут носить справочный и рекомендуемый характер.

Требования редакции журналов ВАК В тексте обязательно даются ссылки на все приложения. А сами приложения располагаются в порядке очерёдности ссылок на них в тексте. Исключение составляет Приложение «Библиография», которое всегда следует последним.

Каждое приложение начинается на новой странице с указанием его названия и под ним в скобках помечают «обязательное», если оно обязательное и «рекомендуемое» или «справочное», ели оно информационное.

Приложения обозначаются русскими или латинскими заглавными буквами, которые следуют за его названием и имеют сквозную нумерацию страниц со всем текстом.

Документы, которые содержатся в приложении, обозначаются его заглавной буквой и имеют свой номер в этом приложении. Если имеется содержание текста, то в нём обязательно указываются все приложения с их номерами и заголовками.

Окончательный вариант текста работы необходимо распечатать и вставить в папку-скоросшиватель. Законченный и оформленный в соответствии с техническими требованиями реферат подписывается студентом и представляется в распечатанном и в электронном виде в срок, обозначенный преподавателем.

Перед сдачей контрольной работы студент проверяет его в системе «Антиплагиат» (http://www.antiplagiat.ru/), пишет заявление о самостоятельном характере работы, где указывает процент авторского текста, полученный в результате тестирования работы в данной системе. Информацию, полученную в результате тестирования работы в данной системе (с указанием процента авторского текста), студент в печатном виде предоставляет преподавателю вместе с окончательным вариантом текста работы, который не подлежит доработке или замене.

4. Типичные ошибки студентов при написании контрольной работы

В студенческих контрольных работах присутствуют повторяющиеся ошибки, во избежание которых рекомендуется обратить внимание на следующие замечания:

1. Во введении работы не указаны цели и задачи исследования, в результате чего по внешним характеристикам она превращается в обычное сообщение. Цель работы должна соответствовать ее теме, а задачи, призванные раскрыть цель в соответствующих параграфах.

2. Заключение работы не соответствует поставленным во введении целям и задачам, в результате чего теряется логика исследования. Заключение должно включать обобщения, давать четкие и неоднозначные ответы (выводы) на цели и задачи.

3. Отсутствует собственный анализ нормативной базы,в то время как это должно лежать в основе вашего исследования. Без собственной интерпретации источников контрольная работа теряет свою авторскую позицию.

4. Иногда не совсем ясна логика в структуре работы, в распределении материала по параграфам. Это свидетельствует о том, что студент еще не полностью усвоил выбранную тему. Четкость структуры и изложения свидетельствует о четкости мысли,

5. Неправильное оформление списка литературы с библиографической точки зрения (что наиболее часто встречается в контрольных работах). Это замечание принципиально, так как научная жизнь имеет собственную культуру, приобщение к которой – одна из задач высшего образования.

6. Использование устаревшей литературы в качестве основной. Иногда студенты ссылаются на монографии даже 1960-80-х гг.Нужно понимать, что в научной литературе, изданной ранее 1990-х гг., существовали совершенно иные подходы, что было обусловлено идеологией того времени. Между тем эту литературу можно и нужно использовать качестве исторических источников, предварительно дав ей критический анализ.

7. Студенты оставляют недостаточно времени для написания работы. Хотя вопрос о сроках - индивидуальный, но качественная работа создается в течение недель и месяцев, а не дней или часов.

При написании контрольной работы каждый студент может получить индивидуальные консультации, которые проводятся раз в неделю.

5. Критерии оценивания контрольной работы

Критерии оценки письменной контрольной работы ·

- Использование монографической и специальной литературы;
- Разработанность заданий и обоснованность выводов;
- Стиль изложения и творческий подход к написанию;
- Оформление контрольной работы.

Защита контрольной работы проходит в индивидуальном порядке при личном собеседовании с преподавателем на контрольном занятии по дисциплине.

Критерии оценки:

Оценка за выполнение контрольной работы определяется простым суммированием баллов:

Критерии оценки контрольной работы	Количество баллов
Многоаспектность анализа проблемы	0-2
Умение применять теоретические знания к реальной ситуации задания (наличие иллюстративных примеров)	0-2
Наличие выводов	0-2
Соответствие требованиям оформления	0-1
Использование мультимедийных технологий	0-2
Соблюдение норм литературной речи, грамотность, владение профессиональной терминологией	0-1

Итого	0-10

9-10 баллов (85-100%) - оценка «зачтено»
7-8 баллов (70-84%) - оценка «зачтено»
5-6 баллов (50-69%) - оценка «зачтено»
0-4 баллов (0-49%) - оценка «не зачтено»

6. План выполнения контрольной работы (по вариантам)

Вариант 1:

1. Дайте характеристику основных ролей менеджера. Какие из них, на ваш взгляд, наиболее адекватны лидерским функциям? Обоснуйте свое мнение.

2. Анализ ситуации.

Несмотря на то, что Ирина П. и Сергей Г. работали в соседних отделах, по роду деятельности пересекались очень редко. Как правило, это были общие совещания, планерки и корпоративные празднования. Однажды на очередной коллективной встрече между ними завязался спор по одному профессиональному вопросу, который касался организации работы между сотрудниками их отделов. Начав с замечаний по поводу недостатков работы соседних кабинетов, они перешли на личные оскорбления, и только когда их общий руководитель попросил успокоиться, они прекратили публичные разборки.

После этого они старались избегать общения друг с другом, объясняя это тем, что просто не могут найти общий язык. Прошло время, и в результате горизонтального перемещения по карьерной лестнице Сергей оказывается в одном отделе с Ириной. После перехода Сергея в отдел, где работала Ирина, их неприязнь стала совсем очевидной. Что бы ни сказала Ирина, Сергей всегда комментировал ее слова в язвительной форме. Они не упускали момента, чтобы подколоть друг друга. Руководитель отдела поговорила с обоими, и вроде все прекратилось. Но на самом деле негативное отношение не исчезло, а стало тщательно скрываться. Напряжение росло. Коллеги стали выражать антипатию друг к другу, соревнуясь в работе. Старались опередить друг друга с решением рабочих вопросов, быстрее другого выполнить свои задачи и показать руководителю, что лучше справляется с заданиями. Проработав рядом с Сергеем три месяца в состоянии активной борьбы, Ирина перестала стараться. Она сдала позиции, приняла тактику равнодушия и безучастия, в то время как Сергей отлично справлялся со своей работой и показывал высокие результаты. Через какое-то время Ирина решилась на откровенный разговор с руководителем отдела и объяснила ситуацию. Руководитель в ответ принял решение отправить Ирину на курсы повышения квалификации и через два месяца поставил ее на должность ведущего специалиста, в результате чего Сергей стал ее подчиненным.

Вопросы и задания*

а) Кто из участников выбрал неверную модель поведения?
б) Можно ли было избежать конфликта?
в) От кого это зависело?
г) Смогут ли коллеги наладить отношения?

*Обоснование ответа проиллюстрируйте примерами из текста задания

Вариант 2

1. Охарактеризуйте и проиллюстрируйте конкретными примерами классификацию взаимоотношений в коллективе (Р.Блейк и Дж. Мутон).

2. Анализ ситуации.

В мае, незадолго до летнего отпуска, руководитель отдела г-н Амт оказался очень загруженным. Не успевая выполнить весь объем работы, он дал своим сотрудникам

свободу принятия решений, при этом просил не беспокоить его по пустякам и действовать самостоятельно.

Вернувшись после отпуска, руководитель возвращает все «на круги своя». Теперь он уже не может найти себе достаточный объем работы. Он вмешивается во все дела, любое решение принимает только лично и вновь повторяет, что как шеф он должен вникать во всякую мелочь. К рождеству его активность заметно спадает, и наиболее активным сотрудникам вновь удается расширить поле своей деятельности. После рождественских каникул кривая активности шефа вновь ползет вверх до тех пор, пока он весной опять не начинает чувствовать усталость, и достигает своего полного спада вновь ко времени отпуска.

Вопросы и задания*

а) Как бы Вы охарактеризовали метод руководства г-на Амта?

б) Как, по Вашему мнению, сказываются на удовлетворенности работой подчиненных сезонные кривые активности начальника?

в) Эффективно ли волевое делегирование полномочий в каких-либо ситуациях?

г) Как бы Вы определили делегирование полномочий и почему?

д) Сформулируйте цель делегирования полномочий.

*Обоснование ответа проиллюстрируйте примерами из текста задания

Вариант 3

1. Объясните роль установок и стереотипов в поведении человека. Дайте перечень установок и стереотипов подчиненных, определяющих их отношение к руководителю и к профессиональной деятельности.

2. Проанализируйте ситуацию

Один из легендарных руководителей Америки Генри Форд был известен большим количеством высказыванием, приемов, методов, которые приписываются ему как весьма популярному лидеру. Один из, возможно, его приемов позволяет оценить уровень осознанности кандидата. претендующего на высокую руководящую должность.

Генри Форд подводил кандидата, который по итогам серии собеседований доходил до его уровня к автомобилю и сам садился на пассажирское сидение, а кандидату предлагал сесть за руль. За тем в течение 5-7 минут Форд просил кандидата тронуться с места, ехать быстрее или медленнее, повернуть то в одну сторону, то в другую. Наконец, заехав куда-то в глушь, он спрашивал кандидата:

- А теперь объясните мне, пожалуйста, для чего мы приехали именно сюда?

Далее:

- Если кандидат начинал оправдываться, что выполнял указания Форда, то этого человека категорически не брали в компанию.
- Если кандидат находил неожиданный, креативный ответ, желательно с чувством юмора, то Форд рекомендовал кандидата в департамент продаж и больше не имел желания встречаться с ним.
- Если кандидат начинал уточнять цель поездки во время оной, его Форд рекомендовал в инженеры или руководители низового уровня.
- В топ-менеджеры брали только того, кто интересовался целью поездки до того, как трогался с места

Вопросы и задания:*

а) Обоснуйте каждое из решений Г. Форда (компетенции, функциональные обязанности и т.д.)

*Обоснование ответа проиллюстрируйте примерами из текста задания

Вариант 4

1. Проанализируйте влияние определенных факторов на формирование социально-психологического климата в коллективе. Назовите конкретные показатели, которые характеризуют его состояние. Приведите примеры.

2. Анализ ситуации

Вы – руководитель отдела Х. В штате Вашего отдела работает сотрудник-«звезда». Находится на хорошем счету у начальства, работает давно, ведет самостоятельные проекты. Ему напрямую (от высшего руководства) был поручен важный проект. Вы несколько раз запрашивали отчет по проекту, предлагали помощь. Однако сотрудник отказывался от помощи и игнорировал Ваш контроль. Накануне отчетного срока Вы узнаете, что проект не выполнен более чем на 50%. На следующей неделе состоится совещание, на котором речь пойдет и о данном проекте.

Вопросы и задания*:

а) Каковы будут Ваши действия в этой ситуации?

б) Разработайте методы постановки задач «звезде», мотивацию «звезды».

*Обоснование ответа проиллюстрируйте примерами из текста задания

Вариант 5

1. Охарактеризуйте проявление личностных качеств человека, принимающего решения, при оценке и выборе альтернатив. Приведите примеры.

2. Проанализируйте ситуацию

Генеральный директор попросил руководителя по персоналу принять на работу супругу очень важного для компании партнера. Должность при этом не имела значения, так как женщина последние 10 лет нигде не работала и хотела просто больше быть среди людей. Никаких амбиций по поводу карьеры в компании она не заявляла. Основная цель была в том, чтобы женщина почувствовала себя востребованной, частью коллектива с самым простым набором задач, так как полученную когда-то квалификацию все равно уже утратила. Не осмелившись предлагать бывшую домохозяйку руководителям подразделений, глава отдела персонала приняла ее к себе специалистом по кадрам.

Учитывая, что первое образование претендентки – курсы секретаря референта – было получено более 10 лет назад, новой сотруднице предложили три варианта трудовой деятельности: – ходить на работу и за компьютером заниматься своими делами; – не ходить на работу, но числиться в отделе; – освоить простейшие функции и выполнять их по возможности. В результате основным навыком, который она приобрела за время адаптации, стал прием входящих документов, внесение учетной записи, раскладывание документов по папкам. В течение нескольких месяцев все были довольны, и работа выполнялась своим чередом.

Через полгода освободилось место ведущего специалиста по документообороту. Пока решали, найти ли человека со стороны или выбрать из своих, генеральный директор вызвал руководителя отдела персонала с предложением повысить недавно принятую протеже по просьбе партнера. Зная, какие функции супруга выполняет и что в отделе есть те, кто больше подходит на должность ведущего специалиста, руководитель не могла назначить ее на эту должность, но и генерального директора она не могла поставить в неудобное положение перед партнером.

Вопросы и задания*:

а) Как, по Вашему мнению, должна поступить глава отдела персонала в данной ситуации?

б) Можно было избежать такой проблемы?

в) Как повлияет на психологический климат в коллективе повышение супруги партнера, если гендиректор настоит на своем решении?

*Обоснование ответа проиллюстрируйте примерами из текста задания

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Контрольная работа**,** как одна из форм, способствующих успешному контролю учебного процесса, открывает для студента возможность проявить умение выполнять самостоятельную работу по сбору и анализу материала, научиться делать грамотные выводы, развить умение работать со специальными литературными источниками, научиться критически подходить к их осмыслению и сравнению с уже имеющимися у него знаниями. Также студент, создавая контрольную работу, учится грамотно и прилежно оформлять собственный труд. Таким образом, студент, используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) добросовестное выполнение заданий;

2) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

3) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

4) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

5) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам коллектива;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Методические рекомендации по оформлению работы по ГОСТ-2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://vyuchit.work/samorazvitie/sekretyi/oformlenie-risunkov-po-gostu.html

2.Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

3.Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

МАТЕМАТИКА

Специальность
21.05.04 Горное дело

Профиль (направленность)
Обогащение полезных ископаемых

формы обучения: **очная, заочная**

Автор: Власова Л.В., доцент, к.ф.-м.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Математики	горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Сурнев В.Б.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 27.09.2021	Протокол № 2 от 12.10.2021
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические рекомендации необходимы для студентов специалитета по направлению подготовки 21.05.04 – «Горное дело» при организации самостоятельной работы по дисциплине «Математика» в рамках выполнения контрольных работ.

В методических рекомендациях содержатся образцы выполнения контрольных работ, требования к их оформлению, а также критерии оценки.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1 ПО ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВСЕХ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ

Организация выполнения контрольной работы №1

Выполнение контрольной работы в виде решения ряда задач по линейной алгебре практикуется в учебном процессе в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития умений и навыков в соответствии с компетенциями образовательной программы.

Выполнение контрольной работы призвано стимулировать самостоятельную работу студентов по изучению основ математики; оно направлено на формирование знаний основных категорий линейной алгебры, развитие навыков логического мышления, обобщения и умения делать верные выводы.

Каждый студент получает от преподавателя дисциплины свой вариант контрольной работы. Каждый вариант контрольной работы включает 4 задачи.

При этом предлагаются образцы задач с подробными объяснениями и решениями по всем изучаемым темам данного раздела, подобные представленным в контрольной работе.

Требования к оформлению контрольной работы

Контрольная работа должна быть выполнена в рукописном виде. Контрольная работа выполняется либо в ученической тетради, либо на листах формата А4 (сшитых) в той последовательности, которая определена вариантом. Вначале переписывается содержание каждой задачи, затем приводится ее подробное решение и дается ответ.

В случае выполнения контрольной работы на отдельных листах все страницы работы должны быть пронумерованы. Номер страницы ставится снизу страницы, по центру. Первой страницей является титульный лист, но на ней номер страницы не ставится. Титульный лист работы оформляется студентом по образцу, данному в приложении.

В конце работы должен быть представлен список использованной литературы.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №1

В данном разделе приведены подробные решения задач, подобных указанным в вариантах.

Задача 1

Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 5 & 4 \\ 3 & 0 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ -1 & 2 \\ 7 & 1 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $C = B^T \cdot A + 4E$.

Решение

Ищем транспонированную матрицу к матрице B: $B^T = \begin{pmatrix} 3 & -1 & 7 \\ 0 & 2 & 1 \end{pmatrix}$.

Находим произведение матриц $B^T \cdot A$:

$$B^T \cdot A = \begin{pmatrix} 3 & -1 & 7 \\ 0 & 2 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 5 & 4 \\ 3 & 0 \\ -1 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3\cdot 5+(-1)\cdot 3+7\cdot(-1) & 3\cdot 4+(-1)\cdot 0+7\cdot 2 \\ 0\cdot 5+2\cdot 3+1\cdot(-1) & 0\cdot 4+2\cdot 0+1\cdot 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 & 26 \\ 5 & 2 \end{pmatrix}.$$

Находим матрицу C:

$$C = \begin{pmatrix} 5 & 26 \\ 5 & 2 \end{pmatrix} + 4 \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 9 & 26 \\ 5 & 6 \end{pmatrix}.$$

Задача 2

Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 2 & -1 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 3 & -5 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$.

Решение

Обозначим заданные матрицы:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 2 & -1 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 3 & -5 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Тогда имеем уравнение в матричном виде:

$$A \cdot X = B,$$

откуда

$$X = A^{-1} \cdot B.$$

Находим обратную матрицу к матрице A:

$$A^{-1} = \frac{1}{-1}\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 2 & -1 \end{pmatrix}.$$

Таким образом,

$$X = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 2 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3 & -5 \\ 2 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & -5 \\ 4 & -9 \end{pmatrix}.$$

Задача 3

Вычислить определитель $\det A = \begin{vmatrix} -5 & 2 & 4 & 0 \\ 1 & -1 & 3 & -1 \\ 3 & 0 & 1 & 1 \\ -3 & 2 & 1 & 0 \end{vmatrix}$.

Решение

Прибавив третью строку ко второй, получим:

$$\det A = \begin{vmatrix} -5 & 2 & 4 & 0 \\ 4 & -1 & 4 & 0 \\ 3 & 0 & 1 & 1 \\ -3 & 2 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

Так как теперь в четвертом столбике только один ненулевой элемент, разложим данный определитель по 4 столбцу:

$$\det A = \begin{vmatrix} -5 & 2 & 4 & 0 \\ 4 & -1 & 4 & 0 \\ 3 & 0 & 1 & 1 \\ -3 & 2 & 1 & 0 \end{vmatrix} = 0 + 0 + (-1)^{4+3} \cdot 1 \cdot \begin{vmatrix} -5 & 2 & 4 \\ 4 & -1 & 4 \\ -3 & 2 & 1 \end{vmatrix} + 0 = \begin{vmatrix} 5 & -2 & -4 \\ -4 & 1 & -4 \\ 3 & -2 & -1 \end{vmatrix}.$$

Далее вычтем третью строку из первой:

$$\det A = \begin{vmatrix} 2 & 0 & -3 \\ -4 & 1 & -4 \\ 3 & -2 & -1 \end{vmatrix}$$

и прибавим вторую строку к третьей, предварительно умножив все ее элементы на 2:

$$\det A = \begin{vmatrix} 2 & 0 & -3 \\ -4 & 1 & -4 \\ -5 & 0 & -9 \end{vmatrix}.$$

Теперь раскладываем полученный определитель по второму столбцу:

$$\det A = \begin{vmatrix} 2 & 0 & -3 \\ -4 & 1 & -4 \\ -5 & 0 & -9 \end{vmatrix} = 0 + (-1)^{2+2} \cdot 1 \cdot \begin{vmatrix} 2 & -3 \\ -5 & -9 \end{vmatrix} + 0 = 1(-18 - 15) = -33.$$

Задача 4

Решить систему уравнений $\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 5, \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 = 1, \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 = 11. \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Решение

а) Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 11 \end{pmatrix}.$$

Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{vmatrix} = 12.$$

Так как $\det A \neq 0$, то система уравнений является совместной и определенной.

Найдем обратную матрицу:

$$A^{-1} = \frac{1}{12}\begin{pmatrix} 8 & -4 & -4 \\ -5 & 7 & 1 \\ -1 & -1 & 5 \end{pmatrix}^T = \frac{1}{12}\begin{pmatrix} 8 & -5 & -1 \\ -4 & 7 & -1 \\ -4 & 1 & 5 \end{pmatrix}.$$

Тогда решение находим в виде:

$$X = A^{-1}B = \frac{1}{12}\begin{pmatrix} 8 & -5 & -1 \\ -4 & 7 & -1 \\ -4 & 1 & 5 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 11 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}.$$

Ответ: $X = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}$.

б) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{vmatrix} = 12.$$

Так как $\det A \neq 0$, то система уравнений совместна и определённа.

Для нахождения её решения используем формулы Крамера:

$$\det A_1 = \begin{vmatrix} 5 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 1 \\ 11 & 1 & 3 \end{vmatrix} = 24, \det A_2 = \begin{vmatrix} 3 & 5 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \\ 2 & 11 & 3 \end{vmatrix} = -24, \det A_3 = \begin{vmatrix} 3 & 2 & 5 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 11 \end{vmatrix} = 36.$$

Теперь найдем решение определенной неоднородной СЛАУ:

$$x_1 = \frac{\det A_1}{\det A} = \frac{24}{12} = 2,\ x_2 = \frac{\det A_2}{\det A} = \frac{-24}{12} = -2,\ x_3 = \frac{\det A_3}{\det A} = \frac{36}{12} = 3.$$

Ответ: $X = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}$.

в) Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 11 \end{pmatrix}.$$

Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A=\begin{vmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{vmatrix}=12\cdot$$

Если определитель основной матрицы А неоднородной СЛАУ отличен от нуля, то СЛАУ является определенной (имеет единственное решение).

Запишем СЛАУ в виде расширенной матрицы и получим решение:

$$\left(\begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ 2 & 3 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 3 & 11 \end{array}\right)\underset{3c-3\cdot 1c}{\overset{2c-1c}{\sim}}\left(\begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ -1 & 1 & 0 & -4 \\ -7 & -5 & 0 & -4 \end{array}\right)\overset{3c+5\cdot 2c}{\sim}\left(\begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ -1 & 1 & 0 & -4 \\ -12 & 0 & 0 & -24 \end{array}\right)\overset{1c\cdot(-12)}{\sim}$$

$$\overset{1c\cdot(-12)}{\sim}\left(\begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ -1 & 1 & 0 & -4 \\ 1 & 0 & 0 & 2 \end{array}\right)\overset{2c+3c}{\sim}\left(\begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & 0 & 2 \end{array}\right)\overset{1c-2\cdot 2c-3\cdot 3c}{\sim}\left(\begin{array}{ccc|c} 0 & 0 & 1 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & 0 & 2 \end{array}\right)\sim$$

$$\sim\left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{array}\right).$$

Ответ: $X=\begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}$.

Комплект вариантов контрольной работы №1

Вариант 1

1. Даны матрицы $A=\begin{pmatrix} 2 & 0 & 1 \\ 3 & -1 & 2 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ и $B=\begin{pmatrix} 3 & 1 \\ -1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$.

Найти матрицу $C=(A+3A^T)\cdot B$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}\cdot X=\begin{pmatrix} 2 & 4 \\ -1 & -2 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} -2 & 3 & 4 & 0 \\ 1 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 0 & 1 & 1 \\ -3 & 2 & 1 & 0 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 = 8 \\ 2x_1 - 4x_2 - 3x_3 = -1 \\ x_1 + 5x_2 + x_3 = 0 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 2

1. Дана матрица $A = \begin{pmatrix} 3 & -1 & 1 \\ 0 & 2 & 3 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $B = A^2 - 3A^T$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 6 & 1 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} -7 & -6 \\ 3 & 16 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & -3 & 5 & 2 \\ 1 & 0 & -3 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & -1 \\ 0 & 4 & 1 & 2 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 1 \\ 2x_1 - x_2 - 2x_3 = 9 \\ 5x_1 + 8x_2 - x_3 = 7 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 3

1. Дана матрица $A=\begin{pmatrix} -1 & 4 & 0 \\ 2 & 2 & 0 \\ 4 & 1 & 1 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $B = A \cdot A^T - 2E$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 3 & 5 \\ 5 & 9 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & -1 & 3 & 4 \\ 2 & 0 & 4 & 0 \\ 5 & 3 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 2 & 0 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 3x_1 + x_2 + x_3 = 21 \\ x_1 - 4x_2 - 2x_3 = -16 \\ 3x_1 - 5x_2 - 6x_3 = -41 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 4

1. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 0 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$ и $B=\begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 0 & 2 & 1 \\ 0 & -1 & 2 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $C = A \cdot A^T + 2B$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 3 & -2 \\ 5 & -4 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ -5 & 6 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 10 & 0 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & -2 & 0 \\ 3 & 1 & 1 & 1 \\ -4 & 0 & 1 & -1 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 2x_1 - x_2 + 5x_3 = 4 \\ 5x_1 + 2x_2 + 13x_3 = 2 \\ 3x_1 - x_2 + 5x_3 = 0 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 5

1. Даны матрицы и A= $\begin{pmatrix} 3 & 1 \\ -1 & 2 \\ 0 & 3 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} -2 & 1 \\ 5 & 6 \end{pmatrix}$ Найти матрицу $X = A^T \cdot A - 4B$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 1 & -3 \\ 4 & -6 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 8 & 4 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} -3 & 2 & 1 & -1 \\ -2 & 1 & 0 & 3 \\ -1 & -1 & 4 & 1 \\ 2 & 2 & 0 & -3 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 + x_2 - x_3 = -2 \\ 4x_1 - 3x_2 + x_3 = 1 \\ 2x_1 + x_2 - x_3 = 1 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 6

1. Дана матрица $A = \begin{pmatrix} -4 & 5 & 6 \\ -1 & -2 & 1 \end{pmatrix}$. Найти матрицу C= $A^T \cdot A + 5E$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 4 & 6 \\ 6 & 8 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} -6 & 4 \\ -10 & 8 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & -3 & 0 & 1 \\ 4 & 1 & -1 & 1 \\ 2 & 3 & 1 & -1 \\ 3 & 0 & 5 & 1 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 = 4 \\ 3x_1 - 5x_2 + 3x_3 = 1 \\ 2x_1 + 7x_2 - x_3 = 8 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 7

1. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 4 \\ -1 & 1 & 2 \\ 2 & 0 & -5 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -1 & 4 & 0 \\ 2 & -3 & 1 \end{pmatrix}$

Найти матрицу $C = (2A^T - \mathrm{B}) \cdot \mathrm{A}$

2. Решить матричное уравнение $\mathrm{X} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 5 \\ 5 & 9 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 1 & -1 & 1 & -1 \\ 2 & 3 & 1 & 2 \\ 3 & 0 & 4 & 3 \\ 4 & 0 & 5 & 4 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 + x_2 - x_3 = 1 \\ 8x_1 + 3x_2 - 6x_3 = 2 \\ 4x_1 + x_2 - 3x_3 = 3 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 8

1. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} -2 & -1 \\ 1 & 1 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 3 \\ 2 & 2 & -2 \end{pmatrix}$.

   Найти матрицу $C = \mathrm{B} - 3A \cdot A^T$

2. Решить матричное уравнение $\mathrm{X} \cdot \begin{pmatrix} 3 & -2 \\ 5 & -4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ -5 & 6 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 5 & 2 & -1 & 3 \\ 0 & -2 & 3 & 1 \\ 1 & 0 & 5 & 6 \\ 0 & 1 & 1 & -1 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 - 2x_2 + 3x_3 = 6 \\ 2x_1 + 3x_2 - 4x_3 = 20 \\ 3x_1 - 2x_2 - 5x_3 = 6 \end{cases}$

   а) матричным методом;

   б) методом Крамера;

   в) методом Гаусса.

Вариант 9

1. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 0 \\ 1 & -2 & 5 \\ 6 & 0 & 2 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 7 & 2 & 1 \\ -3 & -4 & 0 \end{pmatrix}$.

Найти матрицу $C = B \cdot (A^T + 2A)$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 5 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 4 & 0 & 14 \\ 5 & 2 & 22 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} -4 & -1 & 0 & 2 \\ 0 & 3 & 1 & 0 \\ 2 & 1 & -4 & 0 \\ 3 & 5 & 2 & 5 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 4x_1 - 3x_2 + 2x_3 = 8 \\ 2x_1 + 5x_2 - 3x_3 = 11 \\ 5x_1 + 6x_2 - 2x_3 = 13 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 10

1. Дана матрицы $A = \begin{pmatrix} 2 & -2 & 1 \\ 5 & 0 & 7 \\ -1 & 4 & 0 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $B = A^2 + 2A^T$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 1 & 5 \\ 2 & 3 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} -7 & 11 & 2 \\ 7 & -6 & -3 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & 3 & 0 & 5 \\ 5 & 4 & -1 & 2 \\ 0 & 2 & 3 & 2 \\ 1 & 1 & 2 & 2 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 4x_1 + 2x_2 - 3x_3 = 1 \\ 5x_1 + 3x_2 - 2x_3 = 2 \\ 3x_1 + 2x_2 - 3x_3 = 0 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 11

1. Даны матрицы $A=\begin{pmatrix} -5 & 4 & 1 \\ 0 & 7 & 2 \\ -2 & 4 & 0 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $B = A^T \cdot A + 3E$.

2. Решить матричное уравнение $X \cdot \begin{pmatrix} 3 & 2 \\ 4 & 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 1 & 2 \\ -5 & -4 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 1 & -7 & 0 & 2 \\ 3 & 0 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 3 & 4 \\ 5 & 0 & 2 & -1 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 3x_1 + x_2 + 3x_3 = 2 \\ 5x_1 - 2x_2 + 2x_3 = 1 \\ 2x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 1 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 12

1. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & -3 \\ 0 & 4 & 5 \end{pmatrix}$ и $B=\begin{pmatrix} -1 & 0 & 3 \\ 2 & 5 & 4 \\ 0 & -2 & 1 \end{pmatrix}$.

   Найти матрицу $C = A^T \cdot A - 2B$.

2. Решить матричное уравнение $X \cdot \begin{pmatrix} -2 & 1 \\ 4 & -3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -6 & 2 \\ 8 & -7 \\ -8 & 6 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & 1 & -3 & 1 \\ 4 & 2 & -2 & 1 \\ 0 & 3 & 0 & 2 \\ 1 & 2 & 1 & -1 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 5x_1 + 2x_2 + 5x_3 = 4 \\ 3x_1 + 5x_2 - 3x_3 = -1 \\ 2x_1 + 4x_2 - 3x_3 = -1 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 13

1.Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 5 & 4 \\ 3 & 0 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 7 & -2 \\ 0 & 6 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $C = B^T \cdot A + 4E$.

2. Решить матричное уравнение $X \cdot \begin{pmatrix} -2 & 1 \\ -3 & 4 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 4 & -4 & 3 \\ 9 & 16 & -2 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} -1 & 1 & 2 & -4 \\ 2 & 0 & -2 & 3 \\ 3 & -3 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 5 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 7x_1 + 6x_2 + 3x_3 = 10 \\ 3x_1 + 5x_2 + 7x_3 = 1 \\ 5x_1 + 4x_2 + 3x_3 = -4 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 14

1. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 5 & -6 & 0 \\ 1 & 2 & 4 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $B = A^T \cdot A + 7E$.

2. Решить матричное уравнение $X \cdot \begin{pmatrix} 6 & 4 \\ 3 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 15 & 7 \\ 9 & 4 \\ 24 & 18 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & 2 & 4 & 3 \\ 5 & 3 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & -2 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 - 2x_2 + 3x_3 = 10 \\ 4x_1 + 3x_2 - x_3 = 3 \\ 2x_1 - 5x_2 + 3x_3 = 15 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 15

1. Дана матрица $A = \begin{pmatrix} -5 & 1 & 3 \\ 1 & -1 & 2 \\ 2 & 0 & -3 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $C = A \cdot A^T - 3A$.

2. Решить матричное уравнение $X \cdot \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ -4 & 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 & 9 \\ 4 & 7 \\ 36 & -7 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} -7 & 0 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 7 & 0 \\ 2 & 2 & 2 & 3 \\ -1 & 1 & 1 & -1 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 - x_2 + x_3 = 6 \\ x_1 - 2x_2 + x_3 = 9 \\ x_1 - 4x_2 - 2x_3 = 3 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 16

1. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} -2 & -3 \\ 1 & 4 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 3 & 3 & 1 \\ -2 & 4 & -3 \end{pmatrix}$.

   Найти матрицу $C = 3B - A \cdot A^T$

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 3 & 6 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} -4 & 5 & 7 \\ -3 & 6 & 12 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & 0 & 3 & 5 \\ 0 & 1 & 3 & 5 \\ 4 & 0 & 1 & -1 \\ 5 & 2 & 0 & -1 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 7 \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 = 11 \\ 3x_1 + 4x_2 + x_3 = 11 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 17

1. Дана матрица $A=\begin{pmatrix}0 & 3 & 1\\ 0 & 2 & 4\\ 1 & -1 & 3\end{pmatrix}$. Найти матрицу $B = 3E - A\cdot A^T$

2. Решить матричное уравнение $X\cdot\begin{pmatrix}5 & 1\\ 6 & 2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}-23 & -3\\ 12 & 0\\ -7 & -3\end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix}2 & 4 & 6 & 1\\ 0 & 2 & 0 & 5\\ 1 & -3 & 0 & 0\\ 2 & -1 & 1 & 4\end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases}3x_1+5x_2+2x_3=6\\ 5x_1+4x_2+5x_3=4\\ 5x_1+6x_2+4x_3=7\end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 18

1. Даны матрицы $A=\begin{pmatrix}1 & 3\\ 1 & -1\\ 1 & 0\end{pmatrix}$ и $B=\begin{pmatrix}3 & 1 & 2\\ -1 & 0 & 2\end{pmatrix}$.

   Найти матрицу $C = A\cdot B + 2E$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix}5 & 1\\ 6 & 2\end{pmatrix}\cdot X=\begin{pmatrix}3 & -9 & 11\\ -2 & -6 & 14\end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & 3 & 0 & 7 \\ 0 & 3 & -1 & 0 \\ 4 & 2 & 1 & -2 \\ 3 & -1 & 2 & 0 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 - 2x_2 - x_3 = 3 \\ 4x_1 + 6x_2 - x_3 = 1 \\ 2x_1 - 5x_2 + x_3 = 10 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 19

1. Дана матрица $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & 2 \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 2 \\ 3 & 1 & -1 \\ -2 & 1 & 3 \end{pmatrix}$.

Найти матрицу $C = (3B - A^T) \cdot B$.

2. Решить матричное уравнение $X \cdot \begin{pmatrix} 4 & 3 \\ 5 & 6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 & 9 \\ 1 & -6 \\ 10 & 21 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 1 & 4 & 0 & -1 \\ -3 & 0 & 1 & 0 \\ 2 & 3 & 2 & 3 \\ 3 & -1 & -2 & 1 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 3x_1 - 4x_2 - x_3 = -17 \\ 2x_1 + x_2 - x_3 = 0 \\ 2x_1 - 3x_2 - 5x_3 = -8 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 20

1.Дана матрица A= $\begin{pmatrix} -1 & 3 \\ 4 & -2 \end{pmatrix}$.

Найти матрицу $C = 3E - A \cdot A^T \cdot A$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 3 & -4 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 1 & 10 & -13 \\ 3 & -22 & 27 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & 3 & 4 & 5 \\ -1 & 2 & 0 & 4 \\ 1 & 3 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & 4 & 3 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 + 2x_2 - 3x_3 = -3 \\ 2x_1 - 6x_2 - 9x_3 = 11 \\ 4x_1 + 3x_2 - 8x_3 = 2 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 21

1.Дана матрица $A = \begin{pmatrix} 0 & 4 & 1 \\ -1 & 2 & -3 \end{pmatrix}$.

Найти матрицу X= $A^T \cdot A - 2E$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 3 & 5 \\ 5 & 9 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} -2 & 3 & -1 & 1 \\ 0 & 5 & 4 & 4 \\ 1 & 1 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 5 & 7 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + 2x_3 = 9 \\ x_1 + 2x_2 - 3x_3 = 14 \\ 3x_1 + 4x_2 + x_3 = 16 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 22

1.Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} -1 & 4 \\ 2 & 1 \\ 1 & -2 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 0 & 2 \\ -1 & 3 \end{pmatrix}$.

Найти матрицу $C = 3B - A^T \cdot A$.

2. Решить матричное уравнение $X \cdot \begin{pmatrix} 3 & -2 \\ 5 & -4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ -5 & 6 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 10 & 0 & 5 & -2 \\ 1 & -3 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 1 & -2 \\ 0 & 3 & 0 & 2 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 5x_3 = -9 \\ x_1 - x_2 + 3x_3 = 2 \\ 3x_1 - 6x_2 - x_3 = 25 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 23

1. Дана матрица $B = \begin{pmatrix} -4 & 5 & 6 \\ -1 & -2 & 1 \end{pmatrix}$.

   Найти матрицу $A = 3E - B^T \cdot B$.

2. Решить матричное уравнение $X \cdot \begin{pmatrix} 8 & 3 \\ 4 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 16 & 5 \\ 24 & 11 \\ -28 & -8 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 3 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & -1 & 2 \\ -1 & 0 & 4 & 0 \\ 3 & 3 & -3 & 1 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 2x_1 - 3x_2 + x_3 = 2 \\ x_1 + 5x_2 - 4x_3 = -5 \\ 4x_1 + x_2 - 3x_3 = -4 \end{cases}$

   а) матричным методом;

   б) методом Крамера;

   в) методом Гаусса.

Вариант 24

1. Даны матрицы $X = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 2 \\ 1 & -2 \end{pmatrix}$ и $Y = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 2 & 0 \end{pmatrix}$.

   Найти матрицу $A = Y - 2X^T \cdot X$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 5 & -4 \\ 3 & -2 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 14 & 13 & 38 \\ 8 & 9 & 14 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & 2 & 3 & 1 \\ 1 & 4 & -3 & 1 \\ 0 & -1 & 2 & -2 \\ -3 & 0 & 1 & 1 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 2x_1 + x_2 + 5x_3 = 1 \\ x_1 + 3x_2 + 4x_3 = -3 \\ 3x_1 - 2x_2 + 2x_3 = 3 \end{cases}$

а) матричным методом

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 25

1. Дана матрица $X = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 \\ -1 & 2 & 0 \\ 1 & 3 & 4 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $Y = X - 3X \cdot X^T$.

2. Решить матричное уравнение $X \cdot \begin{pmatrix} 4 & 2 \\ 5 & 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 15 & 7 \\ 14 & 10 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 1 & 0 & 4 & 1 \\ -1 & 3 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 9 \\ -2 & 1 & -1 & 2 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 2 \\ x_1 + 3x_2 + 2x_3 = -3 \\ 3x_1 + 10x_2 + 8x_3 = -8 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 26

1. Дана матрица A= $\begin{pmatrix} 0 & 2 & 4 \\ -1 & 1 & -2 \\ 3 & 1 & 3 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $B = 3A^T - A^2$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 5 & 6 \\ 1 & 2 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 8 & 9 & 8 \\ 4 & 1 & 0 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & 3 & 4 & 0 \\ 0 & -2 & 1 & 0 \\ 3 & 1 & 2 & 3 \\ 4 & 0 & -2 & 5 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 2x_1 + x_2 - x_3 = 1 \\ 3x_1 + 2x_2 - 2x_3 = 1 \\ x_1 - x_2 + 2x_3 = 5 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 27

1. Дана матрица A= $\begin{pmatrix} 4 & -3 & 2 \\ 1 & 1 & -1 \end{pmatrix}$. Найти матрицу X= $3E - A \cdot A^T$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} -1 & 3 \\ -3 & 1 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 3 & 2 & 0 & 5 \\ -4 & 3 & 2 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & -3 \\ 0 & -1 & 2 & 4 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 + x_3 = 7 \\ x_1 + 3x_2 + 2x_3 = -5 \\ 4x_1 - x_2 + 3x_3 = 6 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 28

1. Даны матрицы A $= \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 0 & 0 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 4 & 1 & -1 \\ 3 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 0 \end{pmatrix}$. Найти матрицу C$= A \cdot A^T + 2B$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 6 & -4 \\ 3 & -1 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 4 & 18 & -2 \\ -2 & 12 & 1 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 & 2 \\ 2 & 0 & 3 & 3 \\ 3 & -3 & 1 & 3 \\ 4 & 0 & 0 & -3 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 6 \\ 4x_1 + 5x_2 + 6x_3 = 9 \\ 7x_1 + 8x_2 + 4x_3 = 2 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 29

1. Даны матрицы A $= \begin{pmatrix} -4 & 3 \\ 3 & -4 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 0 & -9 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$. Найти матрицу C$= 5B - A^T \cdot A$.

2. Решить матричное уравнение $X \cdot \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 3 & 7 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 14 & -6 \\ 10 & 33 \\ 1 & -17 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 2 & -2 & 1 & -1 \\ 3 & 0 & 2 & 3 \\ 4 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & -1 & 2 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 - 3x_2 + x_3 = -11 \\ 2x_1 + x_2 - 2x_3 = -2 \\ 3x_1 + 2x_2 - x_3 = 3 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

Вариант 30

1. Дана матрица A$= \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -3 & 5 & 2 \end{pmatrix}$. Найти матрицу B$= 3E - A \cdot A^T$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 5 & 6 \\ -2 & -4 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 2 & -4 \\ 4 & 0 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 1 & 3 & 5 & 1 \\ -1 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & -2 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 1 & 3 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 - 3x_2 - 2x_3 = 5 \\ 3x_1 + x_2 - 2x_3 = 19 \\ 4x_1 - x_2 + x_3 = 6 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2 ПО ИНТЕГРАЛЬНОМУ ИСЧИСЛЕНИЮ ФУНКЦИЙ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВСЕХ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ

Организация выполнения контрольной работы №2

Выполнение контрольной работы в виде решения ряда задач по интегральному исчислению функций одной переменной практикуется в учебном процессе в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития умений и навыков в соответствии с компетенциями образовательной программы.

Выполнение контрольной работы призвано стимулировать самостоятельную работу студентов по изучению основ математики; оно направлено на формирование знаний основных категорий интегрального исчисления функций одной переменной, развитие навыков логического мышления, обобщения и умения делать верные выводы.

Каждый студент получает от преподавателя дисциплины свой вариант контрольной работы. Каждый вариант контрольной работы включает 11 задач.

При этом предлагаются образцы задач с подробными объяснениями и решениями по всем изучаемым темам данного раздела, подобные представленным в контрольной работе.

Требования к оформлению контрольной работы

Контрольная работа должна быть выполнена в рукописном виде. Контрольная работа выполняется либо в ученической тетради, либо на листах формата А4 (сшитых) в той последовательности, которая определена вариантом. Вначале переписывается содержание каждой задачи, затем приводится ее подробное решение и дается ответ.

В случае выполнения контрольной работы на отдельных листах все страницы работы должны быть пронумерованы. Номер страницы ставится снизу страницы, по центру. Первой страницей является титульный лист, но на ней номер страницы не ставится. Титульный лист работы оформляется студентом по образцу, данному в приложении.

В конце работы должен быть представлен список использованной литературы.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №2

В данном разделе приведены подробные решения задач, подобных указанным в вариантах.

Задача 1

Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$$а)\int(7x-1)\left(x^3+\frac{1}{x}\right)dx; \quad б)\int\frac{\sqrt{x}+2}{\sqrt{x}}dx.$$

Решение

$$а)\int(7x-1)\left(x^3+\frac{1}{x}\right)dx=\int\left(7x\cdot x^3-x^3+7x\cdot\frac{1}{x}-\frac{1}{x}\right)dx=\int\left(7x^4-x^3-\frac{1}{x}+7\right)dx=$$

$$=7\int x^4dx-\int x^3dx-\int\frac{1}{x}dx+7\int dx=\frac{7x^5}{5}-\frac{x^4}{4}-\ln|x|+7x+C.$$

$$б)\int\frac{\sqrt{x}+2}{\sqrt{x}}dx=\int\left(\frac{\sqrt{x}}{\sqrt{x}}+\frac{2}{\sqrt{x}}\right)dx=\int\left(1+2x^{-\frac{1}{2}}\right)dx=\int dx+2\int x^{-\frac{1}{2}}dx=$$

$$=x+2\frac{x^{\frac{1}{2}}}{\frac{1}{2}}+C=x+4\sqrt{x}+C.$$

Задача 2

Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$$а)\int\frac{dx}{7x-2}; \quad б)\int\frac{e^{\operatorname{tg}x}dx}{\cos^2 x}; \quad в)\int\frac{\ln^2 x}{x}dx.$$

Решение

$$а)\int\frac{dx}{7x-2}=\left[dx=\frac{1}{7}d(7x-2)\right]=\frac{1}{7}\int\frac{d(7x-2)}{7x-2}=\frac{1}{7}\ln|7x-2|+C;$$

б) $\int \frac{e^{\operatorname{tg} x} dx}{\cos^2 x} = \left[\frac{dx}{\cos^2 x} = d(\operatorname{tg} x) \right] = \int e^{\operatorname{tg} x} d(\operatorname{tg} x) = e^{\operatorname{tg} x} + C;$

в) $\int \frac{\ln^2 x}{x} dx = \left[\frac{dx}{x} = d(\ln x) \right] = \int \ln^2 x d(\ln x) = \frac{\ln^3 x}{3} + C.$

Задача 3

Найти интегралы с помощью замены переменной:

а) $\int \frac{dx}{\sqrt{x}+2};$ *б)* $\int \sqrt{9-x^2}\, dx.$

Решение

$$a) \int \frac{dx}{\sqrt{x}+2} = \left[\begin{array}{l} \text{Замена:} \\ x = t^2 \\ dx = \left(t^2\right)' dt = 2tdt \end{array} \right] = \int \frac{2tdt}{t+2} = 2\int \frac{(t+2)-2}{t+2} dt =$$

$$= 2\int \left(1 - \frac{2}{t+2}\right) dt = 2\int dt - 4\int \frac{dt}{t+2} =$$

$$= 2t - 4\int \frac{d(t+2)}{t+2} = 2t - 4\ln|t+2| = \left[\begin{array}{l} \text{обратная} \\ \text{замена: } t = \sqrt{x} \end{array} \right] = 2\sqrt{x} - 4\ln\left|\sqrt{x}+2\right| + C;$$

$$б) \int \sqrt{9-x^2}\, dx = \left[\begin{array}{l} \text{Замена: } x = 3\sin t, \ \sqrt{9-x^2} = \sqrt{9-9\sin^2 t} = \\ = \sqrt{9(1-\sin^2 t)} = 3\sqrt{\cos^2 t} = 3\cos t; \quad dx = 3\cos t dt \end{array} \right] =$$

$$= \int 3\cos t \cdot 3\cos t dt = 9\int \cos^2 t dt = 9\int \frac{1+\cos 2t}{2} dt = \frac{9}{2}\int dt + \frac{9}{2}\int \cos 2t dt =$$

$$= \frac{9}{2}t + \frac{1}{2}\cdot\frac{9}{2}\int \cos\ 2td(2t) = \frac{9}{2}t + \frac{9}{4}\sin 2t + C = \left[\text{Обратная замена: } \quad t = \arcsin\frac{x}{3}\right] =$$

$$= \frac{9}{2}\arcsin\frac{x}{3} + \frac{9}{4}\sin\left(2\arcsin\frac{x}{3}\right) + C.$$

Задача 4
Проинтегрировать по частям:

$$а)\int x\cos\frac{x}{3}dx; \qquad б)\int\frac{\ln 9x}{x^3}dx; \qquad в)\int x\operatorname{arctg} x dx.$$

Решение

$$а)\int x\cos\frac{x}{3}dx = \left[\begin{array}{l} \text{Выбираем} \quad u = x,\ dv = \cos\frac{x}{3}dx \\ \text{и находим} \quad du = x'dx = dx, \\ v = \int\cos\frac{x}{3}dx = 3\int\cos\frac{x}{3}d\frac{x}{3} = 3\sin\frac{x}{3}\end{array}\right] =$$

$$= x\cdot 3\sin\frac{x}{3} - \int 3\sin\frac{x}{3}dx = 3x\sin\frac{x}{3} - 3\cdot 3\int\sin\frac{x}{3}d\frac{x}{3} = 3x\cdot\sin\frac{x}{3} + 9\cos\frac{x}{3} + C;$$

$$б)\int\frac{\ln 9x}{x^3}dx = \int\frac{1}{x^3}\cdot\ln 9xdx = \int x^{-3}\cdot\ln 9xdx =$$

$$= \left[\begin{array}{l} u = \ln 9x,\ dv = x^{-3}dx,\ \text{тогда} \\ du = (\ln 9x)'\,dx = \frac{9}{9x}dx = \frac{dx}{x},\ v = \int x^{-3}dx = -\frac{1}{2x^2}\end{array}\right] = -\frac{\ln 9x}{2x^2} + \frac{1}{2}\int\frac{1}{x^2}\cdot\frac{dx}{x} =$$

$$= -\frac{\ln 9x}{2x^2} + \frac{1}{2}\int x^{-3}dx = -\frac{\ln 9x}{2x^2} - \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2x^2} + C = -\frac{2\ln 9x + 1}{4x^2} + C;$$

$$в)\int x\operatorname{arctg} xdx = \int\operatorname{arctg} x\cdot xdx = \left[\begin{array}{l} u = \operatorname{arctg} x,\ dv = xdx,\ \text{тогда} \\ du = (\operatorname{arctg} x)'dx = \frac{dx}{1+x^2}, \\ v = \int xdx = \frac{x^2}{2}\end{array}\right] =$$

$$= \frac{x^2\operatorname{arctg} x}{2} - \int\frac{x^2}{2}\cdot\frac{dx}{1+x^2} = \frac{x^2\operatorname{arctg} x}{2} - \frac{1}{2}\int\frac{x^2dx}{1+x^2} = \frac{x^2\operatorname{arctg} x}{2} - \frac{1}{2}\int\frac{x^2+1-1}{1+x^2}dx =$$

$$= \frac{x^2 \operatorname{arctg} x}{2} - \frac{1}{2}\int\left(\frac{x^2+1}{1+x^2} - \frac{1}{1+x^2}\right)dx == \frac{x^2 \operatorname{arctg} x}{2} - \frac{1}{2}\int\left(1 - \frac{1}{1+x^2}\right)dx =$$

$$= \frac{x^2 \operatorname{arctg} x}{2} - \frac{1}{2}x + \frac{1}{2}\operatorname{arctg} x + C = \frac{1}{2}\left(x^2 \operatorname{arctg} x + \operatorname{arctg} x - x\right) + C.$$

Задача 5

Проинтегрировать рациональные дроби:

$$а)\int \frac{x^5 + x^4 - 8}{x^3 - 4x}\,dx; \qquad б)\int \frac{2x^3 - 2x^2 + 5x + 1}{(x^2 - 2x + 1)(x^2 - 1)}\,dx.$$

Решение

Рассмотрим подынтегральную функцию:

$f(x) = \dfrac{x^5 + x^4 - 8}{x^3 - 4x} -$ неправильная рациональная дробь, преобразуем её

$$\begin{array}{r|l} x^5 + x^4 - 8 & x^3 - 4x \\ \underline{x^5 - 4x^3} & \hline & x^2 + x + 4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} x^4 + 4x^3 - 8 \\ \underline{x^4 - 4x^2} \\ 4x^3 + 4x^2 - 8 \\ \underline{4x^3 - 16x} \\ 4x^2 + 16x - 8. \end{array}$$

Таким образом, имеем

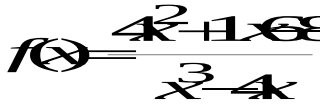


Следовательно

$$\int \frac{x^5 + x^4 - 8}{x^3 - 4x}\,dx = \int\left(x^2 + x + 4 + \frac{4x^2 + 16x - 8}{x^3 - 4x}\right)dx =$$

$$= \int x^2 dx + \int x dx + \int 4 dx + \int \frac{4x^2 + 16x - 8}{x^3 - 4x}\, dx =$$

$$= \frac{x^3}{3} + \frac{x^2}{2} + 4x + \int \frac{4x^2 + 16x - 8}{x^3 - 4x}\, dx.$$

Последний интеграл рассмотрим отдельно. Подынтегральная функция  является правильной рациональной дробью.

Разложим знаменатель этой дроби на множители



Разложим подынтегральную функцию на сумму простейших дробей



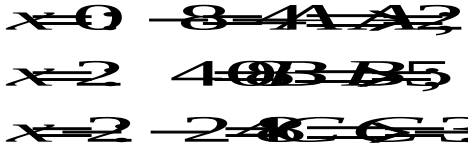
Определим коэффициенты *A, B* и *C*. Для этого приведём полученную сумму дробей к общему знаменателю



и приравняем числители



Определим коэффициенты *A, B* и *C* методом частных значений, для этого подставим конкретные значения *x* в обе части вышестоящего выражения; в качестве конкретных значений *x* рассмотрим те значения, при которых знаменатель рассматриваемой дроби обращается в нуль.



Итак, имеем: 

Интегрируем данную функцию:

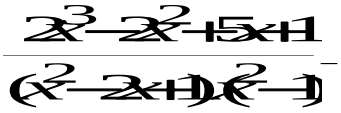
$$\int \frac{4x^2+16x-8}{x\cdot(x-2)(x+2)}\,dx = \int\left(\frac{2}{x}+\frac{5}{x-2}-\frac{3}{x+2}\right)dx =$$

$$= 2\int\frac{dx}{x}+5\int\frac{dx}{x-2}-3\int\frac{dx}{x+2} = 2\ln|x|+5\ln|x-2|-3\ln|x+2|+C.$$

Возвращаемся к исходному интегралу

$$\int \frac{x^5+x^4-8}{x^3-4x}\,dx = \frac{x^3}{3}+\frac{x^2}{2}+4x+\int\frac{4x^2+16x-8}{x^3-4x}dx =$$

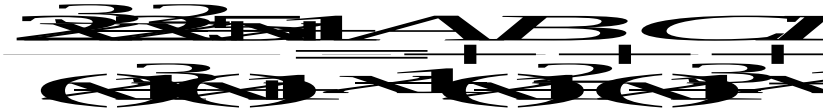
$$= \frac{x^3}{3}+\frac{x^2}{2}+4x+2\ln|x|+5\ln|x-2|-3\ln|x+2|+C.$$

б) Рассмотрим подынтегральную функцию $f(x)=$  правильную рациональную дробь.

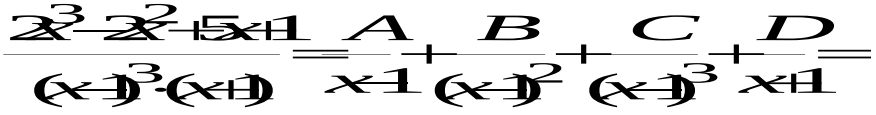
Разложим знаменатель на множители

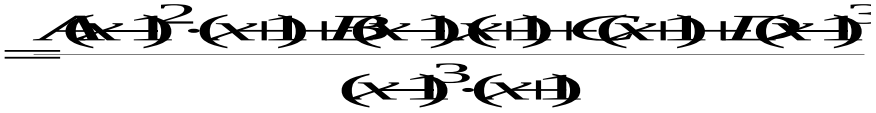


Разложим подынтегральную функцию на сумму простейших дробей



Определим коэффициенты *A*, *B*, *C* и *D*, для этого приведем сумму простейших дробей к общему знаменателю





и приравняем числители



Определим коэффициенты *A*, *B*, *C* и *D* методом частных значений, подставив эти значения в обе части, в качестве конкретных значений *x* выбираем

x = 1; x = -1 (это те значения x при которых знаменатель рассматриваемой дроби равен 0) и два значения x = 0 и x = 2 выбираем произвольно.

$$\begin{aligned} x=1:&\quad 6=2C,\ C=3;\\ x=-1:&\quad 8=8D,\ D=1;\\ x=0&\quad 1=A+B+C+D;\\ x=2&\quad 19=3A+3B+3C+D. \end{aligned}$$

подставив значения C = 3 и D = 1 в последние два уравнения получаем

$$\begin{cases} A+B=1 \\ 3A+3B=9 \end{cases} \Rightarrow \begin{array}{l} A=1 \\ B=2 \end{array}$$

Итак, имеем

$$\frac{2x^3-2x^2-5x+1}{(x-1)^3(x+1)}=\frac{1}{x-1}+\frac{2}{(x-1)^2}+\frac{3}{(x-1)^3}+\frac{1}{x+1}.$$

Интегрируем данную функцию:

$$\int\frac{2x^3-2x^2-5x+1}{(x-1)^3(x+1)}\,dx=\int\left(\frac{1}{x-1}+\frac{2}{(x-1)^2}+\frac{3}{(x-1)^3}+\frac{1}{x+1}\right)dx=$$

$$=\int\frac{dx}{x-1}+2\int\frac{dx}{(x-1)^2}+3\int\frac{dx}{(x-1)^3}+\int\frac{dx}{x+1}=\ln|x-1|-\frac{2}{x-1}-\frac{3}{2(x-1)^2}+\ln|x+1|+C.$$

Задача 6

Найти интегралы от тригонометрических функций:

$$\text{а)}\int\sin^2\frac{x}{3}\,dx;\quad \textit{б)}\int\cos^5 3x\,dx;\quad \textit{в)}\int\sin 5x\cdot\cos 2x\,dx\cdot$$

Решение

$$\text{а)}\int\sin^2\frac{x}{3}\,dx=\int\frac{1-\cos\frac{2x}{3}}{2}\,dx=\frac{1}{2}\int dx-\frac{1}{2}\int\cos\frac{2x}{3}\,dx=$$

$$=\frac{x}{2}-\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{2}\sin\frac{2x}{3}+C=\frac{x}{2}-\frac{3}{4}\sin\frac{2x}{3}+C;$$

б) $\int \cos^5 3x dx = \int \cos^4 3x \cdot \cos 3x dx = \int (\cos^2 3x)^2 \cdot \cos 3x dx =$

$$= \int (1-\sin^2 3x)^2 \cdot \cos 3x dx = \left| \begin{array}{l} \sin 3x = t \\ 3\cos 3\, x dx = dt \\ \cos 3\, x dx = \frac{1}{3} dt \end{array} \right| =$$

$$= \int (1-t^2)^2 \cdot \frac{1}{3} dt = \frac{1}{3}\int (1-2t^2+t^4) dt = \frac{1}{3}\left(t - \frac{2t^3}{3} + \frac{t^5}{5} \right) + C =$$

$$= \frac{1}{3}\sin 3x - \frac{2}{9}\sin^3 3x + \frac{1}{15}\sin^5 3x + C;$$

в) $\int \sin 5x \cdot \cos 2x dx = \frac{1}{2}\int (\sin 7x + \sin 3x) dx = \frac{1}{2} \cdot (-\frac{1}{7}\cos 7x) + \frac{1}{2} \cdot (-\frac{1}{3}\cos 3x) + C$

$$= -\frac{1}{14}\cos 7x - \frac{1}{6}\cos 3x + C.$$

Задача 7

Вычислить определенные интегралы:

а) $\int_0^4 \sqrt{x} dx$; б) $\int_0^{\frac{\pi}{2}} 7\cos 3x dx$; в) $\int_1^e \frac{\ln x}{x} dx$.

Решение

а) $\int_0^4 \sqrt{x} dx = \int_0^4 x^{\frac{1}{2}} dx = \left. \frac{x^{\frac{1}{2}+1}}{\frac{1}{2}+1} \right|_0^4 = \left. \frac{2x^{\frac{3}{2}}}{3} \right|_0^4 = \frac{2 \cdot 4^{\frac{3}{2}}}{3} - \frac{2 \cdot 0^{\frac{3}{2}}}{3} = \frac{2 \cdot 8}{3} = \frac{16}{3};$

б) $\int_0^{\frac{\pi}{2}} 7\cos 3x dx = 7 \cdot \frac{1}{3}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos 3x d3x = \left. \frac{7 \cdot \sin 3x}{3} \right|_0^{\frac{\pi}{2}} = \frac{7}{3}\left(\sin \frac{3\pi}{2} - \sin 0 \right) = -\frac{7}{3};$

в) $\int_1^e \frac{\ln x}{x} dx = \int_1^e \ln x \frac{dx}{x} = \int_1^e \ln x d\ln x = \left. \frac{\ln^2 dx}{2} \right|_1^e = \frac{\ln^2 e}{2} - \frac{\ln^2 1}{2} = \frac{1}{2} - \frac{0}{2} = \frac{1}{2}.$

Задача 8

Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int\limits_2^{\infty} \frac{dx}{x^2-4x+13}$; б) $\int\limits_{-2}^{0} \frac{x^2dx}{x^3+8}$.

Решение

$$a)\int\limits_2^{\infty} \frac{dx}{x^2-4x+13} = \lim_{b\to\infty}\int\limits_2^{b} \frac{dx}{x^2-4x+13} = \lim_{b\to\infty}\int\limits_2^{b} \frac{dx}{(x-2)^2+9} = \lim_{b\to\infty}\int\limits_2^{b} \frac{d(x-2)}{(x-2)^2+9} =$$

$$= \lim_{b\to\infty}\frac{1}{3}\operatorname{arctg}\frac{x-2}{3}\Big|_2^b = \frac{1}{3}\lim_{b\to\infty}\left(\operatorname{arctg}\frac{b-2}{3} - \operatorname{arctg}0\right) = \frac{1}{3}\cdot\frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{6},$$

т.е. интеграл сходится;

$$б)\int\limits_{-2}^{0} \frac{x^2dx}{x^3+8} = \lim_{\xi\to 0}\int\limits_{-2+\xi}^{0} \frac{x^2dx}{x^3+8} = \lim_{\xi\to 0}\int\limits_{-2+\xi}^{0} \frac{\frac{1}{3}d(x^3+8)}{x^3+8} =$$

$$= \frac{1}{3}\lim_{\xi\to 0}\ln\left|x^3+8\right|\Big|_{-2+\xi}^{0} = \frac{1}{3}\lim_{\xi\to 0}\left(\ln 8 - \ln\left|(-2+\xi)^3+8\right|\right) =$$

$$= \frac{1}{3}\lim_{\xi\to 0}\left(\ln 8 - \ln\left(-8+12\xi-6\xi^2+\xi^3+8\right)\right) =$$

$$= \frac{1}{3}\lim_{\xi\to 0}\left(\ln 8 - \ln\left(12\xi-6\xi^2+\xi^3\right)\right) = \infty,$$

т.е. интеграл расходится.

Задача 9

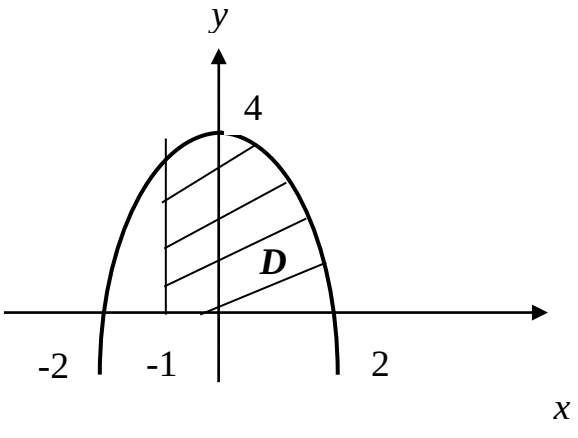
Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y = 4-x^2;\ x=-1;\ y=0;$

б) $\rho = 2\cos\varphi;\quad \rho = 1$ (вне окружности $\rho = 1$).

Решение

а) Построим фигуру. Верхняя граница: $y = 4-x^2$, нижняя граница: $y=0$, левая граница $x=-1$, правая граница $x=2$.

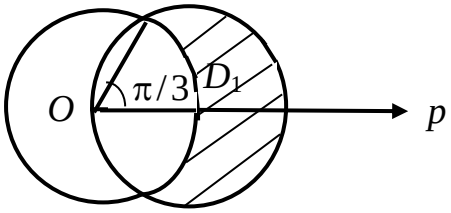


Найдем площадь полученной фигуры:

$$S = \int_{-1}^{2} (4 - x^2 - 0)\, dx = 4x\Big|_{-1}^{2} - \frac{x^3}{3}\Big|_{-1}^{2} =$$

$$= 4(2+1) - \frac{1}{3}(8+1) = 12 - 3 = 9\ ед^2.$$

б) Построим линии:



$$S = 2S_{D_1}$$

Найдем точку пересечения этих окружностей:

$$\begin{cases} \rho = 2\cos\varphi \\ \rho = 1 \end{cases} \Rightarrow 2\cos\varphi = 1,\ \cos\varphi = \frac{1}{2},\quad \varphi = \frac{\pi}{3}.$$

$$S = 2\frac{1}{2}\int_{0}^{\frac{\pi}{3}} (4\cos^2\varphi - 1)\, d\varphi = \int_{0}^{\frac{\pi}{3}} (4\frac{1+\cos 2\varphi}{2} - 1)\, d\varphi =$$

$$= \int_{0}^{\frac{\pi}{3}} (2 + 2\cos 2\varphi - 1)\, d\varphi = \varphi\Big|_0^{\frac{\pi}{3}} + \sin 2\varphi\Big|_0^{\frac{\pi}{3}} =$$

$$= \frac{\pi}{3} + \sin\frac{2\pi}{3} - \sin 0 = \left(\frac{\pi}{3} + \frac{\sqrt{3}}{2}\right)\ ед^2.$$

Задача 10

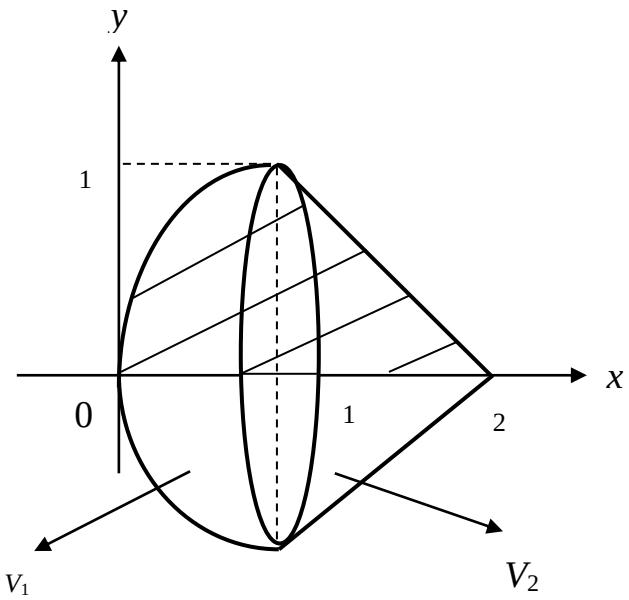
Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$y=\sqrt{x}\,,\ \ y=2-x,\ \ y=0$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

Решение

а)



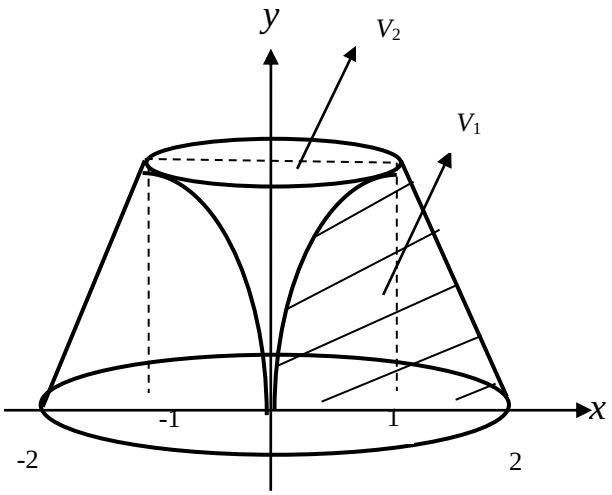
$$V_{0x}=V_1+V_2$$

$$V_1=\pi\int_0^1\left(\sqrt{x}\right)^2dx=\pi\frac{x^2}{2}\Bigg|_0^1=\frac{\pi}{2}\text{ ед}^3$$

$$V_2=\pi\int_1^2(2-x)^2dx=\pi\int_1^2(x-2)^2d(x-2)=\pi\frac{(x-2)^3}{3}\Bigg|_1^2=\frac{\pi}{3}\left(0-(-1)^3\right)=\frac{\pi}{3}\text{ ед}^3$$

$$V_{0x}=\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{3}=\frac{5\pi}{6}\text{ ед}^3.$$

б)



$$V_{0y} = V_1 - V_2$$

$$V_1 = \pi\int_0^1 (2-y)^2\,dy = \pi\int_0^1 (y-2)^2\,d(y-2) = \pi\frac{(y-2)^3}{3}\Big|_0^1 =$$

$$\frac{\pi}{3}\left((-1)^3-(-2)^3\right) = \frac{\pi}{3}(8-1) = \frac{7}{3}\pi \text{ ед}^3$$

$$V_2 = \pi\int_0^1 y^4\,dy = \pi\frac{y^5}{5}\Big|_0^1 = \frac{\pi}{5} \text{ ед}^3$$

$$V_{0y} = \frac{7\pi^{(5}}{3} - \frac{\pi^{(3}}{5} = \frac{32\pi}{15} \text{ ед}^3.$$

Задача 11

Найти длины дуг плоских кривых:

$$а)\, y = \frac{1}{3}(3-x)\cdot\sqrt{x}, \quad 0 \le x \le 3; \qquad б)\begin{cases} x = e^{3t}\cos 4t \\ y = e^{3t}\sin 3t \end{cases}, \ 0 \le t \le \ln 2.$$

Решение

а) Найдем производную:

$$y' = \left(\frac{1}{3}(3-x)\cdot\sqrt{x}\right)' = \frac{1}{3}(3-x)'\cdot\sqrt{x} + \frac{1}{3}(3-x)\cdot(\sqrt{x})' =$$

$$= -\frac{1}{3}\sqrt{x} + \frac{1}{3}(3-x)\cdot\frac{1}{2\sqrt{x}} = \frac{-\frac{2}{3}x + 1 - \frac{1}{3}x}{2\sqrt{x}} = \frac{1-x}{2\sqrt{x}},$$

тогда длина дуги равна:

$$l=\int_0^3\sqrt{1+\left(\frac{1-x}{2\sqrt{x}}\right)^2}\,dx=\int_0^3\sqrt{1+\frac{1-2x+x^2}{4x}}\,dx=\int_0^3\sqrt{\frac{4x+1-2x+x^2}{4x}}\,dx=$$

$$=\int_0^3\sqrt{\frac{(x+1)^2}{4x}}\,dx=\int_0^3\frac{x+1}{2\sqrt{x}}\,dx=\frac{1}{2}\int_0^3\left(\frac{x}{\sqrt{x}}+\frac{1}{\sqrt{x}}\right)dx=\frac{1}{2}\int_0^3\left(\sqrt{x}+\frac{1}{\sqrt{x}}\right)dx=$$

$$=\frac{1}{2}\int_0^3 x^{\frac{1}{2}}\,dx+\frac{1}{2}\int_0^3 x^{-\frac{1}{2}}\,dx=\frac{1}{2}\cdot\frac{x^{\frac{3}{2}}}{\frac{3}{2}}\Bigg|_0^3+\frac{1}{2}\cdot\frac{x^{\frac{1}{2}}}{\frac{1}{2}}\Bigg|_0^3=\frac{1}{3}\sqrt{27}-0+\sqrt{3}-0=2\sqrt{3}.$$

б) Найдем производные x'_t и y'_t:

$$x'_t=\left(e^{3t}\cdot\cos 4t\right)'=\left(e^{3t}\right)'\cos 4t+e^{3t}\cdot\left(\cos 4t\right)'=3e^{3t}\cos 4t-4e^{3t}\sin 4t;$$

$$y'_t=\left(e^{3t}\cdot\sin 4t\right)'=\left(e^{3t}\right)'\sin 4t+e^{3t}\cdot\left(\sin 4t\right)'=3e^{3t}\sin 4t+4e^{3t}\cos 4t.$$

Тогда

$$\left(x'_t\right)^2+\left(y'_t\right)^2=\left(3e^{3t}\cdot\cos 4t-4e^{3t}\cdot\sin 4t\right)^2+\left(3e^{3t}\cdot\sin 4t+4e^{3t}\cdot\cos 4t\right)^2=$$

$$=9e^{6t}\cos^2 4t-24e^{6t}\cos 4t\cdot\sin 4t+16e^{6t}\sin^2 4t+9e^{6t}\sin^2 4t+$$

$$+24e^{6t}\cdot\sin 4t\cos 4t+16e^{6t}\cos^2 4t=25e^{6t}\cos^2 4t+25e^{6t}\sin^2 4t=$$

$$=25e^{6t}\left(\cos^2 4t+\sin^2 4t\right)=25e^{6t},$$

откуда

$$l=\int_0^{\ln 2}\sqrt{\left(x'_t\right)^2+\left(y'_t\right)^2}\,dt=\int_0^{\ln 2}\sqrt{25e^{6t}}\,dt=\int_0^{\ln 2}5e^{3t}\,dt=\frac{5}{3}e^{3t}\Big|_0^{\ln 2}=$$

$$=\frac{5}{3}e^{3\ln 2}-\frac{5}{3}e^0=\frac{5}{3}e^{3\ln 2}-\frac{5}{3}e^0=\frac{5}{3}e^{\ln 8}-\frac{5}{3}=\frac{5}{3}\cdot 8-\frac{5}{3}=\frac{40-5}{3}=\frac{35}{3}=11\frac{2}{3}.$$

Комплект вариантов контрольной работы №2

ВАРИАНТ 1

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$a)\ \int\sqrt{x}\cdot(x+1)(2x+3)dx;$ б) $\int\frac{5e^{2x}+\sqrt{x^3}\cdot e^x}{e^x}dx.$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$$а)\int 3\cos 7x dx; \qquad б)\int \frac{dx}{\cos^2\left(\frac{x}{3}+1\right)}; \qquad в)\int e^{\sin x-2}\cos x dx.$$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

$$а)\int \frac{dx}{e+2\sqrt{x}}; \qquad б)\int \frac{e^{3x}dx}{e^x+3} \qquad \left[e^x=t\right].$$

4. Проинтегрировать по частям:

$$а)\int x\cos\frac{x}{3}dx; \qquad б)\int \ln(x+4)dx; \qquad в)\int \sqrt{x^2+9}\,dx.$$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$$а)\int \frac{2x+3}{x^2-2x+5}dx; \qquad б)\int \frac{x^5+7x^3+x^2+12x+1}{x^4+5x^2+4}dx.$$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

$$а)\int \cos^2\frac{x}{3}dx; \qquad б)\int \cos^3 x\cdot\sin^2 x dx; \qquad в)\int \sin 4x\cdot\cos 5x dx.$$

7. Вычислить определенные интегралы:

$$а)\int_0^4 \sqrt{4x+1}dx; \qquad б)\int_0^{\frac{1}{4}} xe^{4x}dx; \qquad в)\int_2^3 \frac{dx}{x^2-4x+5}dx.$$

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

$$а)\int_1^{\infty} \frac{\operatorname{arctg} x dx}{1+x^2}; \qquad б)\int_0^2 \frac{dx}{\sqrt{(2-x)^3}}.$$

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y=x^2-4x, \quad y=-x+10;$

б) $\rho=\sqrt{3}, \quad \rho=2\cos\varphi.$

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$\frac{x^2}{9}-\frac{y^2}{4}=1; \quad y=\pm 2$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$$а)\ y=\sqrt{4-x^2}\quad -1\le x\le 1; \qquad б)\begin{cases} x=t-\sin t \\ y=1-\cos t \end{cases}\quad 0\le t\le 2\pi.$$

ВАРИАНТ 2

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$$а)\int\frac{(x+3)(\sqrt{x}-1)}{\sqrt{x}}dx; \qquad б)\int\frac{4-\sin^2 x}{2-\sin x}dx.$$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$$а)\int 4e^{-5x}dx; \qquad б)\int\frac{dx}{\sin^2\left(\frac{x}{2}+7\right)}; \qquad в)\int\frac{\sin x dx}{\cos x+1}.$$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

$$а)\int\frac{dx}{\sqrt{2x-1}}; \qquad б)\int x(5x-1)^{19}dx \qquad [5x-1=t].$$

4. Проинтегрировать по частям:

$$а)\int(2x+1)e^{-3x}dx; \qquad б)\int\arcsin 5x dx; \qquad в)\int\cos\ln 2x dx.$$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$$а)\int\frac{3x+2}{x^2+2x+5}dx; \qquad б)\int\frac{x^5+6x^3+x^2+5x+3}{x^4+4x^2+3}dx.$$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

$$а)\int\sin^2\frac{x}{3}dx; \qquad б)\int\sin^3 x\cdot\cos^2 x dx; \qquad в)\int\sin 3x\cdot\sin 7x dx.$$

7. Вычислить определенные интегралы:

$$а)\int_0^{\frac{\pi}{6}}3\cos 3x dx; \qquad б)\int_1^e x^2\cdot\ln x dx; \qquad в)\int_{-1}^0\frac{x dx}{\sqrt{4-5x}}.$$

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int\limits_{-\infty}^{1} \frac{dx}{x^2+3}$; б) $\int\limits_{0}^{3} \frac{xdx}{\sqrt{9-x^2}}$.

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y=-x^2+9, \quad y=-3x-1;$

б) $\rho=2, \quad \rho=4\sin\varphi$ (верхняя фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$\frac{x^2}{16}-\frac{y^2}{9}=1; \quad x=8$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$a) y=\ln\sin x$

$\frac{\pi}{6}\le x\le\frac{\pi}{2};$

$б)\begin{cases} x=2\cos^3 t \\ y=2\sin^3 t \end{cases}$

$0\le t\le \pi/2.$

ВАРИАНТ 3

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$a) \int \frac{1}{x^3}\left(3x^2-\frac{1}{x^6}\right)dx;$ б) $\int \frac{x^2-6}{x^4-36}dx.$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$a) \int 2\sin\frac{x}{10}dx;$ $б) \int \frac{dx}{(5x+8)^2};$ $в) \int \frac{e^x dx}{\sqrt{1-e^{2x}}}.$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

$a) \int \frac{dx}{x\sqrt{2x-9}};$ $б) \int \frac{dx}{x\sqrt{x^2+4}}$ $\left[x=\frac{2}{t}\right].$

4. Проинтегрировать по частям:

$a) \int\left(\frac{x}{2}-1\right)\sin 2x dx;$ $б) \int (x+4)\ln x dx;$ $в) \int e^{3x}\cos x dx.$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$$а)\int\frac{1-2x}{x^2-2x+2}dx; \qquad б)\int\frac{x^5+5x^3+x^2+4x+2}{x^4+3x^2+2}dx.$$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

$$а)\int\sin^2\frac{x}{2}\cdot\cos^2\frac{x}{2}dx; \qquad б)\int\cos^3 x\sqrt{\sin x}\,dx; \qquad в)\int\cos 3x\cdot\cos 8x\,dx.$$

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int\limits_1^2\frac{dx}{x(x+1)}$; б) $\int\limits_0^1\operatorname{arctg}x dx$; в) $\int\limits_2^5\frac{dx}{x\sqrt{x-1}}$.

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int\limits_{-1}^{\infty}\frac{dx}{x^2+2x+2}$; б) $\int\limits_4^5\frac{dx}{\sqrt[3]{(5-x)^2}}$.

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y=x^2+2x, \quad y=x+6;$

б) $\rho=1+\cos\varphi, \quad \rho=1$ (правая фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$\frac{x^2}{9}+\frac{y^2}{16}=1; \quad y=2$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$$а)y=\frac{2}{3}(x+1)^{\frac{3}{2}} \quad 0\le x\le 3; \qquad б)\begin{cases}x=4\sin t+3\cos t\\ y=3\sin t-4\cos t\end{cases} \quad 0\le t\le\pi.$$

ВАРИАНТ 4

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$$а)\int\frac{5x^2-4x+12}{x^2}dx; \qquad б)\int\frac{1-4\sin^2 x}{\sin^2 x}dx.$$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

а) $\int \frac{7dx}{\cos^2 3x}$; *б*) $\int e^{\frac{x}{2}+3}dx$; *в*) $\int \frac{\sqrt{\ln x+2}}{x}dx$.

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

а) $\int \frac{dx}{\sqrt{x}+\sqrt[3]{x}}$; *б*) $\int \frac{xdx}{(3-x)^7}$ $[3-x=t]$.

4. Проинтегрировать по частям:

а) $\int (8x+3)\cos 8xdx$; *б*) $\int \ln 8xdx$; *в*) $\int \sin(15\ln x)dx$.

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

а) $\int \frac{2x^2+7x+4}{x^3+4x^2+4x}dx$; *б*) $\int \frac{x^5+7x^3+x^2+10x+3}{x^4+5x^2+6}dx$.

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

а) $\int \cos^2 \frac{x}{5}dx$; *б*) $\int \sin^3 x\cdot\sqrt{\cos x}\,dx$; *в*) $\int \sin 7x\cdot\cos 5xdx$.

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int_0^{\frac{1}{5}} \frac{e^x dx}{e^{6x-1}}$; б) $\int_{-\pi}^{\pi} x\sin\frac{x}{3}dx$; в) $\int_1^9 \frac{dx}{1+\sqrt{x}}$.

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int_0^{\infty} x\cdot e^{-x^2}dx$; б) $\int_2^3 \frac{xdx}{x^2-4}$.

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y=-x^2+4,\quad y=x-2;$

б) $\rho=4\cos\varphi,\quad \rho=4\sin\varphi.$

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$\frac{x^2}{4}+\frac{y^2}{9}=1;\quad x=1$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$а) y = e^{\frac{x}{2}} + e^{-\frac{x}{2}}$ $0 \le x \le 4;$

$б) \begin{cases} x = \cos t + t\sin t \\ y = \sin t - t\cos t \end{cases}$ $0 \le t \le 2\pi.$

ВАРИАНТ 5

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$а) \int \frac{\left(\sqrt{x}+2\right)x}{\sqrt[3]{x}}dx;$ $б) \int \frac{x^2-4x+3}{x-3}dx.$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$а) \int \frac{3dx}{\sin^2\frac{x}{4}};$ $б) \int \cos(2-5x)\,dx;$ $в) \int \frac{xdx}{x^2+3}.$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

$а) \int \frac{dx}{\sqrt{x^3}+\sqrt{x}};$ $б) \int \frac{dx}{x\sqrt{4-x^2}}$ $\left[x = \frac{2}{t}\right].$

4. Проинтегрировать по частям:

$а) \int (x+4)\ln 5x dx;$ $б) \int \left(x^2-1\right)5^{-x}dx;$ $в) \int \sqrt{x^2-1}\,dx.$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$а) \int \frac{3-2x}{x^2+4x+5}dx;$ $б) \int \frac{x^5+8x^3+x^2+16x+2}{x^4+6x^2+8}dx.$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

$а) \int \sin^2\frac{x}{5}dx;$ $б) \int \frac{\cos^3 x\,dx}{\sqrt[3]{\sin^2 x}};$ $в) \int \sin 6x \cdot \sin 2x dx.$

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int_8^{20}\left(\frac{x}{2}+5\right)^{\frac{1}{2}}dx$; б) $\int_0^{\pi}(x-\pi)\cos x dx$; в) $\int_0^{\ln 2}\frac{e^x dx}{\left(e^x+1\right)^2}$.

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int_1^{\infty}\frac{\ln x}{x}dx;$ б) $\int_{-1}^{0}\frac{x^2dx}{x^3+1}.$

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y = x^2 + 4, \quad y = 5x + 12;$

б) $\rho = 4\cos\varphi, \quad \rho = \dfrac{1}{\cos\varphi}$ (правая фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$y^2 = 2x; \quad x = 2$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$$a)\ y = \ln\cos x \qquad 0 \le x \le \frac{\pi}{3}$$

$$б)\begin{cases} x = \left(t^2 - 2\right)\sin t + 2t\cos t \\ y = \left(2 - t^2\right)\cos t + 2t\sin t \end{cases} \qquad 0 \le t \le \pi.$$

ВАРИАНТ 6

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$$а)\int x\left(\sqrt{x} - 9\right)\left(\sqrt{x} + 9\right)dx; \qquad б)\int \frac{5x\sin x + 2}{x}dx.$$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$$а)\int \frac{5dx}{9 + 4x^2}; \qquad б)\int \sin\left(\frac{1}{3}x + 4\right)dx; \qquad в)\int \cos\left(x^3 + 3\right)x^2 dx.$$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

$$а)\int \frac{dx}{x - 3\sqrt{x}}; \qquad б)\int \frac{dx}{e^x - 2} \qquad \left[e^x = t\right].$$

4. Проинтегрировать по частям:

$$а)\int\left(1 - \frac{5}{2}x\right)\sin 5x dx; \qquad б)\int (2x - 5)\ln x dx; \qquad в)\int e^x \sin\frac{x}{4}dx.$$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$$а)\int \frac{3x - 4}{x^2 + 4x + 5}dx; \qquad б)\ \int \frac{x^5 + 9x^3 + x^2 + 20x + 3}{x^4 + 7x^2 + 12}dx.$$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

$$а)\int \sin^2\frac{x}{4}\cdot\cos^2\frac{x}{4}dx; \qquad б)\int \frac{\sin^3 x dx}{\sqrt{\cos x}}dx; \qquad в)\int \cos 5x\cdot\cos 7x\,dx$$

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int_{8}^{0,5} \frac{dx}{(6x-1)^2}$; б) $\int_{0}^{\pi} \frac{xdx}{e^{2x}}$; в) $\int_{0}^{\frac{\pi}{3}} \sin^3 x dx$.

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int_{0}^{\infty} \frac{xdx}{(2+x^2)^2}$; б) $\int_{-2}^{0} \frac{x^2 dx}{\sqrt{x^3+8}}$.

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y = x^2 + 1, \quad y = -x - 11;$

б) $\rho = 6\sin\varphi, \quad \rho = \frac{1}{\sin\varphi}$ (верхняя фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$y^2 = -3x; \quad x = -3$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$a) y = 4 - 3\ln(x^2 - 9)$, $4 \le x \le 6;$

$б) \begin{cases} x = 2\cos t - \cos 2t \\ y = 2\sin t - \sin 2t \end{cases}$, $0 \le t \le \frac{\pi}{2}.$

ВАРИАНТ 7

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

а) $\int \frac{5}{x^2}\left(\frac{x}{25} - x^2\right)dx;$ б) $\int \frac{(81 - x^2)\,dx}{x-9}$.

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

а) $\int \frac{6dx}{\sqrt{4-9x^2}};$ *б)* $\int (5x+1)^8\, dx;$ *в)* $\int \frac{\sqrt{\mathrm{tg}x}\, dx}{\cos^2 x}.$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

а) $\int \frac{xdx}{\sqrt{x+2}};$ *б)* $\int x(1-3x)^8 dx \quad [1-3x = t].$

4. Проинтегрировать по частям:

а) $\int x\cos\left(\frac{x}{5} - 1\right)dx;$ *б)* $\int \mathrm{arctg}2x dx;$ *в)* $\int e^{4x}\sin x dx.$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$$а)\int\frac{5+2x}{x^2-6x+10}dx;\qquad б)\quad\int\frac{x^5+6x^3+x^2+8x+1}{x^4+5x^2+4}dx.$$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

$$а)\int\sin^2\frac{x}{8}\cdot\cos^2\frac{x}{8}dx;\qquad б)\int\frac{\sin^3 xdx}{\sqrt[5]{\cos^3 x}}dx;\qquad в)\int\cos5x\cdot\sin6x\,dx.$$

7. Вычислить определенные интегралы:

$$а)\int\limits_{-0,5}^{1}2\sin\pi xdx;\qquad б)\int\limits_{1}^{e}\frac{\ln xdx}{x^2};\quad в)\int\limits_{0}^{2}\frac{xdx}{(x+1)^2}.$$

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

$$а)\int\limits_{0}^{\infty}\frac{dx}{\sqrt{3x+4}};\qquad б)\int\limits_{0}^{1}\frac{dx}{\sqrt{1-x^2}}.$$

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y=x^2-2x,\quad y=-x+6;$

б) $\rho=2(1-\cos\varphi),\quad \rho=3$ (левая фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$y=x^2+1;\quad y=2$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$$а)\ y=\sqrt{9-x^2}\quad -\frac{3}{2}\le x\le\frac{3}{2};\qquad б)\begin{cases}x=2t^3+1\\ y=\frac{t^3}{3}-2\end{cases}\quad 0\le t\le 3.$$

ВАРИАНТ 8

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$$а)\int\left(\frac{3}{x}+4\right)\cdot\left(\sqrt{x}+1\right)dx;\qquad б)\int\frac{6+x^2}{36-x^4}\,dx.$$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

а) $\int 2\cos\frac{x}{4}dx;$ *б*) $\int \frac{dx}{\sqrt{4x-3}};$ *в*) $\int \frac{dx}{\operatorname{ctg}^3 x \cdot \sin^2 x}.$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

а) $\int \frac{dx}{x\sqrt{2x+1}};$ *б*) $\int \frac{dx}{x\sqrt{x^2+9}}$ $\left[x=\frac{3}{t}\right].$

4. Проинтегрировать по частям:

а) $\int \left(\frac{x}{5}+7\right)e^{0,1x}dx;$ *б*) $\int x\operatorname{arctg}x dx;$ *в*) $\int \sin\ln x dx.$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

а) $\int \frac{2-5x}{x^2+6x+10}dx;$ *б*) $\int \frac{x^5+6x^3-x^2+5x-3}{x^4+4x^2+3}dx.$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

а) $\int \sin^2\frac{x}{6}dx;$ *б*) $\int \frac{\sin^3 x\,dx}{\sqrt[3]{\cos^2 x}};$ *в*) $\int \cos 4x \cdot \cos 7x\,dx.$

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int_{-3}^{0}(x+4)^{-2}dx;$ б) $\int_{0}^{\frac{\pi}{2}}(x+4)\sin 2x dx;$ в) $\int_{1}^{e}\frac{\sqrt{\ln x}}{x}dx.$

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int_{e}^{\infty}\frac{dx}{x\ln x};$ б) $\int_{1}^{2}\frac{dx}{x^2-5x+6}.$

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y=-x^2+4,\quad y=-x-2;$

б) $\rho=4(1+\sin\varphi),\quad \rho=4$ (верхняя фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$y=x^2-8;\quad y=-4$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$а) y = \ln(2\sin x)$

$\frac{\pi}{4} \le x \le \frac{\pi}{2};$

$б) \begin{cases} x = \frac{t^3}{3} + 1 \\ y = \frac{2}{9} t^{\frac{9}{2}} - 3 \end{cases}$

$0 \le t \le 2.$

ВАРИАНТ 9

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$а) \int \left(\frac{1}{x^2} + \frac{1}{\sqrt{x}} \right) \cdot x dx;$ б) $\int \frac{\sqrt{x^2+3}\, dx}{x^2+3}.$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$а) \int 3e^{\frac{x}{7}} dx;$ $б) \int \frac{dx}{(5x+2)^3};$ $в) \int \frac{\operatorname{arctg}^4 x dx}{1+x^2}.$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

$а) \int \frac{dx}{\sqrt{x} + 2\sqrt[3]{x}};$ $б) \int \frac{x dx}{(4x+5)^{10}}$ $[4x+5=t].$

4. Проинтегрировать по частям:

$а) \int (7x+1) \sin \frac{x}{7} dx;$ $б) \int x^{-5} \ln x dx;$ $в) \int \operatorname{arctg}^2 x dx.$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$а) \int \frac{1-4x}{x^2-2x+10} dx;$ $б) \int \frac{x^5+5x^3-x^2+4x-2}{x^4+3x^2+2} dx.$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

$а) \int \sin^2 \frac{x}{6} \cdot \cos^2 \frac{x}{6} dx;$ $б) \int \cos^3 x \cdot \sin^4 x\, dx;$ $в) \int \cos 7x \cdot \sin 4x\, dx.$

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int_0^{\pi} \frac{5dx}{\cos^2 \frac{x}{4}}$; б) $\int_{\frac{1}{e}}^{1} x^2 \ln x dx$; в) $\int_{-\frac{\pi}{3}}^{0} \frac{\sin x dx}{\cos^3 x}$.

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int_0^{\infty} \frac{arctg^2\, x}{1+x^2} dx;$ б) $\int_2^3 \frac{dx}{\sqrt{(3-x)^5}}.$

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y = x^2 + 4x, \quad y = x + 10;$

б) $\rho = 2(1 - \sin\varphi), \quad \rho = 2$ (нижняя фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$y = \sin x,\ y = 2 - \frac{2}{\pi}x,\ y = 0$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$$а)\ y = \frac{4}{3}(x+2)^{\frac{3}{2}} \quad -1 \le x \le 2; \qquad б)\begin{cases} x = 3(t - \sin t) \\ y = 3(1 - \cos t) \end{cases} \quad 0 \le t \le \pi.$$

ВАРИАНТ 10

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$$а)\int \frac{7x^2 + 6x - 5}{x^2}dx; \qquad б)\int \frac{x^2 - 6x + 5}{x - 5}dx.$$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$$а)\int 5\sin 8x\,dx; \qquad б)\int \frac{dx}{\sin^2\left(\frac{x}{4} + 1\right)}; \qquad в)\int \frac{\arcsin^3 x dx}{\sqrt{1 - x^2}}.$$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

$$а)\int \frac{dx}{\sqrt{x^3} + 4\sqrt{x}}; \qquad б)\int \frac{dx}{x\sqrt{9 - x^2}} \qquad \left[x = \frac{3}{t}\right].$$

4. Проинтегрировать по частям:

$$а)\int x\cos\left(5 - \frac{x}{10}\right)dx; \qquad б)\int \arccos 3x dx; \qquad в)\int e^x \sin 2x dx.$$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$$а)\int \frac{5x + 3}{x^2 + 2x + 10}dx; \qquad б)\ \int \frac{x^5 + 7x^3 - x^2 + 10x - 3}{x^4 + 5x^2 + 6}dx.$$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

$$а)\int \cos^2\frac{2x}{5}dx; \qquad б)\int \sin^3 x \cdot \cos^4 x dx; \qquad в)\int \sin 11x \cdot \sin 5x dx.$$

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int_0^{0,1} \frac{5dx}{e^{1-5x}}$; б) $\int_0^{e-1} (x+1)\cdot \ln(x+1)dx$; в) $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^3 x dx$.

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int_{-\infty}^{0} \frac{dx}{x^2+1}$; б) $\int_4^{\infty} \frac{dx}{x^2-4x+8}$.

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y=-x^2+9, \quad y=3x-1;$

б) $\rho=1+\cos\varphi, \quad \rho=\frac{3}{4\cos\varphi}$ (правая фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$y=\cos x,\ y=1,\ x=-\frac{\pi}{2}$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

а) $y=\frac{3}{2}\left(e^{\frac{x}{3}}+e^{-\frac{x}{3}}\right)$ $0\le x\le 3$

б) $\begin{cases} x=4\cos^3 t \\ y=4\sin^3 t \end{cases}$ $\frac{\pi}{2}\le t\le \pi.$

ВАРИАНТ 11

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

а) $\int \frac{7\sqrt{x}+x\cdot\sqrt[3]{x}}{x^2}dx;$ б) $\int \frac{(1-\cos^2 x)\,dx}{x^2\cdot\sin^2 x}$.

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

а) $\int \frac{3dx}{\cos^2\frac{x}{10}};$ *б)* $\int (7x-2)^5 dx;$ *в)* $\int \operatorname{ctg}\ x dx.$.

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

а) $\int \frac{dx}{x+3\sqrt{x}};$ *б)* $\int \frac{dx}{e^x+5}$ $[x=\ln t]$.

4. Проинтегрировать по частям:

а) $\int (x^2 - 2x)\ln x dx$; *б*) $\int x \cdot 10^{5x} dx$; *в*) $\int e^{3x} \cdot \cos x dx$.

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

а) $\int \frac{5x+2}{x^2-6x+13} dx$; *б*) $\int \frac{x^5+8x^3-x^2+16x-2}{x^4+6x^2+8} dx$.

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

а) $\int \sin^2 \frac{2x}{5} dx$; *б*) $\int \cos^3 x \cdot x \sqrt[4]{\sin^3} dx$; *в*) $\int \cos 9x \cdot \cos 6x dx$.

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{16x+9}}$; б) $\int_0^{2\frac{\pi}{3}} (x+1)\cos 2x dx$; в) $\int_{-1}^0 \frac{\text{arctg}x}{x^2+1} dx$.

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int_4^\infty \frac{dx}{x^2-4x+8}$; б) $\int_0^2 \frac{xdx}{\sqrt{4-x^2}}$.

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y = x^2 - 2x, \quad y = -3x + 12;$

б) $\rho = 1, \quad \rho = 4\cos\varphi$ (правая фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$\frac{x^2}{25} - \frac{y^2}{9} = 1; \quad y = \pm 3$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

а) $y = \ln(5\cos x)$

$\frac{\pi}{6} \le x \le \frac{\pi}{3}$;

б) $\begin{cases} x = 8\sin t + 6\cos t \\ y = 6\sin t - 8\cos t \end{cases}$

$\frac{\pi}{2} \le t \le \pi.$

ВАРИАНТ 12

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

а) $\int (x+2)(1-x)\sqrt{x} dx$; б) $\int \frac{4e^{5x} - x^4 \cdot e^{4x} dx}{e^{4x}} dx$.

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

а) $\int \frac{4dx}{\sin^2 10x}$; *б*) $\int e^{\frac{x}{5}+2}dx$; *в*) $\int \cos^2 x \sin x\, dx$. .

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

а) $\int \frac{(x+1)\,dx}{\sqrt{3x+2}}$; *б*) $\int x(3-2x)^{11}dx$ $\left[3-2x=t\right]$.

4. Проинтегрировать по частям:

а) $\int \ln 12x dx$; *б*) $\int x\left(\cos^2 x-\sin^2 x\right)dx$; *в*) $\int \sqrt{x^2+7}\,dx$.

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

а) $\int \frac{4-2x}{x^2+6x+13}dx$; *б*) $\int \frac{x^5+9x^3+x^2+18x+4}{x^4+7x^2+12}dx$.

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

а) $\int \sin^2\frac{x}{5}\cdot\cos^2\frac{x}{5}dx$; *б*) $\int \sin^3 x\sqrt[3]{\cos^2 x}\,dx$; *в*) $\int \cos 6x\cdot\sin 4x\,dx$.

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int_{-1}^{0}\frac{dx}{(3x+4)^2}$; б) $\int_{0}^{1} xe^{9x}dx$; в) $\int_{-4}^{-3}\frac{dx}{x^2+8x+15}$.

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int_{0}^{\infty} x^2\cdot e^{-x^3}dx$; б) $\int_{0}^{2}\frac{dx}{\sqrt[4]{(2-x)^3}}$.

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y=-x^2+25,\quad y=-x+13;$

б) $\rho=2,\quad \rho=2\sqrt{2}\sin\varphi$ (верхняя фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$\frac{x^2}{9}-\frac{y^2}{4}=1;\quad x=6$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

а) $y=3+\ln(x^2-1)$ $2\le x\le 3;$

б) $\begin{cases}x=2(\cos t+t\sin t)\\ y=2(\sin t-t\cos t)\end{cases}$ $\pi\le t\le 2\pi.$

ВАРИАНТ 13

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

а) $\int x^2 \cdot \sqrt{x} \cdot \sqrt[3]{x^4}\, dx;$ б) $\int \frac{\sin^2 5x + \cos^2 5x}{\sqrt{16 - x^2}} dx.$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

а) $\int \frac{7dx}{25 + 9x^2};$ *б)* $\int \cos\left(\frac{x}{4} - 7\right) dx;$ *в)* $\int \frac{e^x\, dx}{e^x + 5}.$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

а) $\int \frac{dx}{x\sqrt{2x + 36}};$ *б)* $\int \frac{dx}{x\sqrt{x^2 + 25}}$ $\left[x = \frac{5}{t}\right].$

4. Проинтегрировать по частям:

а) $\int x^2 \sin x dx;$ *б)* $\int \ln(7x + 9)\, dx;$ *в)* $\int \arcsin^2 x dx.$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

а) $\int \frac{3x - 1}{x^2 - 4x + 8} dx;$ *б)* $\int \frac{x^5 + 6x^3 - x^2 + 8x - 1}{x^4 + 5x^2 + 4} dx.$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

а) $\int \cos^2 \frac{x}{7} dx;$ *б)* $\int \cos^3 x \cdot \sqrt[3]{\sin x}\, dx;$ *в)* $\int \sin 12x \cdot \cos 8x dx.$

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int_0^{\frac{\pi}{6}} \left(\frac{1}{2} - \sin^2 x\right) dx$; б) $\int_0^{\pi} x \cdot \sin \frac{x}{3} dx$; в) $\int_{-1}^{0} \frac{dx}{3 + \sqrt{x + 1}}$.

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int_e^{\infty} \frac{\ln^2 x dx}{x};$ б) $\int_3^4 \frac{x dx}{x^2 - 9}.$

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y = x^2 - 8x, \quad y = x;$

б) $\rho = 1 + \cos\varphi, \quad \rho = \frac{3}{2}$ (правая фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$y^2 = 5x, \ x = 5$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$а)\ y=\sqrt{16-x^2}$
$-2\le x\le 2;$

$б)\begin{cases} x=(t^2-2)\sin t+2t\cos t \\ y=(2-t^2)\cos t+2t\sin t \end{cases}$
$\pi\le t\le 2\pi.$

ВАРИАНТ 14

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$а)\int(x^2\cdot\sqrt{x}-4x^3+3)\,dx;$ б) $\int(1+x+tg^2x)\,dx.$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$а)\int\frac{3dx}{\sqrt{36-25x^2}};$ $б)\int\sin\left(\frac{x}{7}+4\right)dx;$ $в)\int\frac{\sqrt[3]{\ln x}}{x}dx.$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

$а)\int\frac{dx}{\sqrt{x}-2\sqrt[3]{x}};$ $б)\int\frac{xdx}{(3x+4)^6}$ $[3x+4=t].$

4. Проинтегрировать по частям:

$а)\int(2x+7)\cos\frac{1}{7}xdx;$ $б)\int\operatorname{arctg}\frac{1}{x}dx;$ $в)\int e^{5x}\cdot\sin xdx.$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$а)\int\frac{3x-5}{x^2+4x+8}dx;$ $б)\int\frac{x^5+5x^3+2x^2+4x+6}{x^4+4x^2+3}dx.$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

$а)\int\sin^2\frac{x}{7};$ $б)\int\sin^3x\cdot\sqrt[4]{\cos x}\,dx;$ $в)\int\cos8x\cdot\cos5x\,dx.$

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int\limits_{0,25}^{0,5}\frac{5dx}{\sin^2\pi x}$; б) $\int\limits_{-1}^{0}\frac{xdx}{e^x}$; в) $\int\limits_{0}^{5}x\cdot\sqrt{x+4}\,dx$.

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int\limits_{0}^{\infty}\frac{xdx}{(3+x^2)^3};$ б) $\int\limits_{-1}^{0}\frac{x^2dx}{\sqrt{x^3+1}}.$

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y=-x^2+4,\quad y=-5;$

б) $\rho = \sqrt{3}\cos\varphi, \quad \rho = \sin\varphi.$

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$y^2 = -4x, \;\; x = -4$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$$а) y = \ln(3\sin x) \qquad \frac{\pi}{6} \le x \le \frac{\pi}{3};$$

$$б) \begin{cases} x = 3\cos t - \cos 3t \\ y = 3\sin t - \sin 3t \end{cases} \qquad \frac{\pi}{2} \le t \le \pi.$$

ВАРИАНТ 15

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$$а) \int x \cdot \left(\frac{7}{x^3} + \frac{2}{x^2} + 3 \right) dx; \qquad б) \int (4 + ctg^2 x)\, dx\,.$$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$$а) \int 2\cos 8x dx; \qquad б) \int \frac{dx}{\sqrt{\frac{x}{3} + 1}}; \qquad в) \int \frac{x^2 dx}{x^3 + 4}.$$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

$$а) \int \frac{dx}{\sqrt{x^3} - 4\sqrt{x}}; \qquad б) \int \frac{dx}{x\sqrt{x^2 - 25}} \qquad \left[x = \frac{5}{t} \right].$$

4. Проинтегрировать по частям:

$$а) \int x \cdot e^{x+100} dx; \qquad б) \int \ln 12x\, dx; \qquad в) \int \cos\ln 5x dx.$$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$$а) \int \frac{2x+3}{x^2 - 4x + 13} dx; \qquad б) \int \frac{x^5 + 4x^3 + 2x^2 + 3x + 4}{x^4 + 3x^2 + 2} dx.$$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

$$а) \int \sin^2 \frac{x}{7} \cdot \cos^2 \frac{x}{7} dx; \quad б) \int \frac{\cos^3 x dx}{\sin x \sqrt{\sin x}} dx; \qquad в) \int \sin 7x \cdot \cos 3x\, dx.$$

7. Вычислить определенные интегралы:

$$а) \int_{-\sqrt{3}}^{0} \frac{\sqrt{3} dx}{x^2 + 3}; \quad б) \int_0^1 x \sin \frac{\pi x}{4} dx; \quad в) \int_1^2 \frac{x dx}{(2x-1)^3}.$$

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int\limits_e^{\infty} \frac{dx}{x\ln^2 x}$; б) $\int\limits_0^2 \frac{dx}{\sqrt{4-x^2}}$.

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y = x^2 + 2x, \quad y = 2x + 16;$

б) $\rho = \cos\varphi, \quad \rho = \frac{3}{\cos\varphi}$ (правая фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$\frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{4} = 1; \quad y = 1$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$a) y = 2(x+3)^{\frac{3}{2}}$, $-2 \le x \le 1;$

$б) \begin{cases} x = \frac{t^3}{3} - 1 \\ y = 2t^2 + 3 \end{cases}$, $0 \le t \le 3.$

ВАРИАНТ 16

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$a) \int \frac{(x^3\sqrt{x} - 2x)dx}{x^3}$; б) $\int \frac{\sqrt{64-x^2}}{64-x^2}dx$.

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$a) \int 3e^{-\frac{x}{7}}dx$; $б) \int e^{-3x^2}xdx$; $в) \int \frac{dx}{\sin^2(4x-5)}$.

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

$a) \int \frac{dx}{x + 2\sqrt{x}}$; $б) \int \frac{e^{3x}dx}{e^x - 4}$ $[x = \ln t]$.

4. Проинтегрировать по частям:

$a) \int (12x+1)\cdot e^{\frac{x}{2}}dx$; $б) \int (x^2 - 4x + 4)\ln x dx$; $в) \int \sin(5\ln x)dx$.

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$a) \int \frac{3x-7}{x^2+4x+13}dx$; $б) \int \frac{x^5 + 7x^3 + x^2 + 12x + 2}{x^4 + 5x^2 + 6}dx$.

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

а) $\int \cos^2 \frac{x}{8} dx;$ *б)* $\int \frac{\sin^3 x\, dx}{\cos x \sqrt{\cos x}}$; *в)* $\int \sin 5x \cdot \sin 8x\, dx.$

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int_{-1}^{0} \frac{dx}{\sqrt{16-9x}}$; б) $\int_{0}^{1} (2x+1)\ln(x+1)dx$; в) $\int_{-3}^{5} x \cdot \sqrt{x+4}\, dx.$

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int_{2}^{\infty} \frac{dx}{x^2-4x+5};$ б) $\int_{-3}^{1} \frac{dx}{(3+x)^3}.$

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y = -x^2 + 9, \quad y = -7;$

б) $\rho = 4\sin\varphi, \quad \rho = \frac{3}{\sin\varphi}$ (верхняя фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$\frac{x^2}{36} + \frac{y^2}{9} = 1; \quad x = 3$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

а) $y = 2\left(e^{\frac{x}{4}} + e^{-\frac{x}{4}}\right)$ $0 \le x \le 4;$

б) $\begin{cases} x = 3(\cos t + t\sin t) \\ y = 3(\sin t - t\cos t) \end{cases}$ $\frac{\pi}{2} \le t \le \frac{3\pi}{2}.$

ВАРИАНТ 17

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

а) $\int \frac{\sqrt[5]{x} \cdot \sqrt[5]{x^4} - \sqrt[4]{x^5}}{x} dx;$ б) $\int 4\sin\frac{x}{4} \cdot \cos\frac{x}{4} \cdot \cos\frac{x}{2} dx$.

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

а) $\int 25\sin\frac{x}{9} dx;$ *б)* $\int \frac{dx}{\sqrt{tgx} \cdot \cos^2 x};$ *в)* $\int \frac{dx}{\cos^2(4x+7)}.$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

а) $\int \frac{(1-x)\,dx}{\sqrt{x-5}}$; *б*) $\int x(3x+1)^8\,dx$ $\left[3x+1=t\right]$.

4. Проинтегрировать по частям:

а) $\int (x+7)\cdot\sin 7x dx$; *б*) $\int x^{100}\cdot\ln x\,dx$; *в*) $\int e^{20x}\cdot\cos x dx$.

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

а) $\int \frac{2x+1}{x^2-6x+18}dx$; *б*) $\int \frac{x^5+4x^3+x^2+2}{x^4+6x^2+8}dx$.

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

а) $\int \sin^2\frac{x}{8}\cdot\cos^2\frac{x}{8}dx$; *б*) $\int \frac{\sin^3 x dx}{\sqrt[5]{\cos^3 x}}dx$; *в*) $\int \cos 5x\cdot\sin 6x\,dx$.

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int_0^{\frac{2}{3}} \frac{dx}{\sqrt{16-9x^2}}$; б) $\int_{-3}^{-2}(x+3)e^{x+3}dx$; в) $\int_{-1}^{0}\frac{dx}{\sqrt{x+1}+2}$.

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int_0^{\infty}\frac{x^2dx}{\sqrt{x^3+1}}$; б) $\int_1^3 \frac{dx}{x^2-2x-3}$.

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y=x^2-6x,\quad y=-6x+4;$

б) $\rho=1-\cos\varphi,\quad \rho=1$ (левая фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$y=x^2+4;\quad y=8$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

а) $y=\ln(4\cos x)$

$0\le x\le\frac{\pi}{6}$;

б) $\begin{cases}x=5\cos^3 t\\ y=5\sin^3 t\end{cases}$

$\pi\le t\le\frac{3\pi}{2}$.

ВАРИАНТ 18

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

а) $\int \frac{16x^4 - 1(x^3\sqrt{x} - 2x)}{(2x-1)(2x+1)}dx;$ б) $\int \frac{20dx}{\cos(1+tg^2 x)}dx.$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

а) $\int \frac{6dx}{\cos^2 5x};$ *б*) $\int \frac{e^{-2ctgx}dx}{\sin^2 x};$ *в*) $\int e^{-\frac{x}{7}+2}dx.$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

а) $\int \frac{dx}{x\sqrt{2x+16}};$ *б*) $\int \frac{dx}{x\sqrt{16-x^2}}$ $\left[x = \frac{4}{t}\right].$

4. Проинтегрировать по частям:

а) $\int x \cdot \cos(7x+9)dx;$ *б*) $\int \ln(10-x)dx;$ *в*) $\int \sqrt{x^2-10}\,dx.$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

а) $\int \frac{2x-1}{x^2+6x+18}dx;$ *б*) $\int \frac{x^5+9x^3-x^2+20x-3}{x^4+7x^2+12}dx.$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

а) $\int \sin^2\frac{x}{8}\cdot\cos^2\frac{x}{8}dx;$ *б*) $\int \frac{\sin^3 xdx}{\sqrt[5]{\cos^3 x}}dx;$ *в*) $\int \cos 5x \cdot \sin 6x\,dx.$

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int_0^{4\pi} 6\cos\frac{x}{12}dx;$ б) $\int_{-\sqrt{3}}^{\sqrt{3}} \operatorname{arctg} x\,dx;$ в) $\int_2^7 \frac{xdx}{\sqrt{x+2}}.$

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int_{-\infty}^{3} \frac{dx}{x^2-6x+10};$ б) $\int_0^2 \frac{dx}{(x-2)^4}.$

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y = -x^2 + 1, \quad y = -3;$

б) $\rho = 4(1+\sin\varphi), \quad \rho = 4$ (верхняя фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$y = x^2 - 2; \quad y = -1$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$а) y = 5 - 3\ln(x^2 - 9)$ $\quad 4 \le x \le 5;$

$б) \begin{cases} x = 8\sin t - 6\cos t \\ y = 6\sin t + 8\cos t \end{cases}$ $\quad \pi \le t \le \dfrac{3\pi}{2}.$

ВАРИАНТ 19

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$а) \int \dfrac{x^3 - 2x^2 + x}{x - 1}\,dx;$ $\qquad$ б) $\int e^x (12e^{-x} + 3)\,dx$.

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$а) \int \dfrac{4dx}{\sin^2 \dfrac{x}{6}};$ $\qquad$ $б) \int \dfrac{dx}{(1 + x^2)arctg^2 x};$ $\qquad$ $в) \int \dfrac{dx}{5x - 3}.$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

$а) \int \dfrac{dx}{\sqrt{x} - 5\sqrt[3]{x}};$ $\qquad$ $б) \int \dfrac{xdx}{(5 - x)^8}$ $\qquad [5 - x = t]$.

4. Проинтегрировать по частям:

$а) \int 2x\sin 4x \cdot \cos 4x\,dx;$ $\qquad$ $б) \int x^2 \cdot \ln x dx;$ $\qquad$ $в) \int e^x \cdot \cos 12x dx.$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$а) \int \dfrac{3x - 4}{x^2 - 2x + 17}\,dx;$ $\qquad$ $б) \int \dfrac{x^5 + 6x^3 + x^2 + 5x + 4}{x^4 + 5x^2 + 4}\,dx.$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

$а) \int \sin^2 \dfrac{x}{8};$ $\qquad$ $б) \int \sin^5 x \cdot \sqrt[4]{\cos x}\,dx;$ $\qquad$ $в) \int \cos 8x \cdot \cos 6x\,dx.$

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int\limits_{-\frac{\pi}{12}}^{0} 12\sin 6x dx;$ $\qquad$ б) $\int\limits_0^1 x e^{1-x} dx$; $\qquad$ в) $\int\limits_0^1 \dfrac{xdx}{(x^2 + 2x + 1)^2}$.

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int\limits_{-\infty}^{3} \dfrac{dx}{x^2 - 2x + 5};$ $\qquad$ б) $\int\limits_{-1}^{2} \dfrac{dx}{(x + 1)^3}.$

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y = x^2 + 6x, \quad y = 6x - 25;$

б) $\rho = 2(1 - \sin\varphi), \quad \rho = 1$ (нижняя фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$y = \sin x,\ y = 0,\ x = \frac{\pi}{2}$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$$а)\ y = \sqrt{25 - x^2} \quad -\frac{5}{2} \le x \le \frac{5}{2};$$

$$б)\ \begin{cases} x = 4(t - \sin t) \\ y = 4(1 - \cos t) \end{cases} \quad \frac{3\pi}{2} \le t \le 2\pi.$$

ВАРИАНТ 20

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$$а)\ \int x\left(\sqrt{x} - 1\right)\cdot\frac{9}{x}\,dx; \qquad б)\ \int \frac{(x-3)(x+3)}{x^4 - 81}\,dx.$$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$$а)\ \int \frac{3dx}{16 + 25x^2}; \qquad б)\ \int \frac{e^{\arcsin x}dx}{\sqrt{1 - x^2}}; \qquad в)\ \int\left(3x + \frac{1}{7}\right)^4 dx.$$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

$$а)\ \int \frac{dx}{\sqrt{x^3} + 9\sqrt{x}}; \qquad б)\ \int \frac{dx}{x\sqrt{x^2 - 9}}\ . \quad \left[x = \frac{3}{t}\right].$$

4. Проинтегрировать по частям:

$$а)\ \int x^{\frac{3}{2}} \cdot \ln x dx\ ; \qquad б)\ \int x^2 \cdot e^{3x} dx; \qquad в)\ \int \sqrt{x^2 + 12}\,dx.$$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$$а)\ \int \frac{4x + 3}{x^2 + 2x + 17}\,dx\,; \qquad б)\ \int \frac{x^5 + 5x^3 - 2x^2 + 4x - 6}{x^4 + 4x^2 + 3}\,dx.$$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

$$а)\ \int \sin^2 \frac{x}{9}\,dx; \qquad б)\ \int \sin^3 x \cdot \sqrt[7]{\cos^4 x}\,dx; \qquad в)\ \int \cos 9x \cdot \cos 11x\,dx.$$

7. Вычислить определенные интегралы:

$$а)\ \int_0^9 \sqrt[3]{1 - x}\,dx; \qquad б)\ \int_0^{\frac{1}{2}} x \cdot \sin x dx\ ; \qquad в)\ \int_0^{\ln 2} \frac{dx}{e^x + 1}dx\,.$$

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int\limits_1^{\infty} x \cdot e^{-2x^2} dx;$ б) $\int\limits_1^{e} \frac{dx}{x\sqrt{\ln x}}.$

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y = -x^2 + 4, \quad y = -2x + 1;$

б) $\rho = 1 - \cos\varphi, \quad \rho = -\frac{3}{4\sin\varphi}.$

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$y = \cos x,\ y = 1,\ x = \frac{\pi}{2}$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$$а) y = \ln(4\sin x) \quad \frac{\pi}{6} \le x \le \frac{\pi}{4};$$

$$б) \begin{cases} x = (t^2 - 2)\sin t + 2t\cos t \\ y = (2 - t^2)\cos t + 2t\sin t \end{cases} \quad \frac{\pi}{2} \le t \le \frac{3\pi}{2}.$$

ВАРИАНТ 21

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$$а) \int (7x + 2)\left(\frac{7}{x} - 1\right) dx; \qquad б) \int \frac{x^2 \cdot \cos x\, dx}{2 \cdot \left(\cos^2\frac{x}{2} - \sin^2\frac{x}{2}\right)}.$$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$$а) \int \frac{5dx}{\sqrt{16 - 9x^2}}; \qquad б) \int \sqrt{\cos x}\,\sin x dx; \qquad в) \int \cos\left(\frac{x}{2} + 1\right) dx.$$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

$$а) \int \frac{dx}{x - 7\sqrt{x}}; \qquad б) \int \frac{dx}{e^x - 4} \quad [x = \ln t].$$

4. Проинтегрировать по частям:

$$а) \int x \cdot \sin \pi x dx; \qquad б) \int x^5 \cdot \ln 5x dx; \qquad в) \int \arccos^2 x\, dx.$$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$$а) \int \frac{3x - 4}{x^2 - 4x + 20} dx; \qquad б) \int \frac{x^5 + 4x^3 - 2x^2 + 3x - 4}{x^4 + 3x^2 + 2} dx.$$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

а) $\int \sin^2\frac{x}{9}\cdot\cos^2\frac{x}{9}dx;$ *б)* $\int \cos^3 x\cdot\sqrt[5]{\sin^4 x}\,dx;$ *в)* $\int \cos 11x\cdot\sin 5x\,dx.$

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int\limits_0^{2\pi} 5\sin\frac{x}{4}dx;$ б) $\int\limits_0^{1-e}\ln(x+e)\,dx$; в) $\int\limits_{-1}^{0}\frac{xdx}{x^2+6x+9}$.

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int\limits_e^{\infty}\frac{dx}{x\ln^3 x};$ б) $\int\limits_2^4\frac{dx}{x^2-2x-8}.$

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y=x^2-4x,\quad y=-2x+5;$

б) $\rho=\sqrt{2},\quad \rho=2\cos\varphi$ (правая фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$\frac{x^2}{4}-y^2=1;\quad y=\pm 1$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

а) $y=\frac{2}{3}(x+4)^{\frac{3}{2}}$ $-3\le x\le 0;$

б) $\begin{cases}x=4\cos t-\cos 4t\\ y=4\sin t-\sin 4t\end{cases}$ $\pi\le t\le\frac{3\pi}{2}.$

ВАРИАНТ 22

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

а) $\int x^3\left(x^{\frac{4}{3}}+\sqrt[3]{x^2}\right)dx;$ б) $\int\frac{x^2-6x-8}{x-2}dx.$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

а) $\int 5\cos\ 9xdx;$ *б)* $\int\frac{dx}{\cos^2\left(\frac{x}{5}+3\right)};$ *в)* $\int\frac{\cos x dx}{1+\sin^2 x}.$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

а) $\int\frac{(x-3)\,dx}{\sqrt{5x-1}};$ *б)* $\int x(5x+3)^9\,dx$ $\left[5x+3=t\right].$

4. Проинтегрировать по частям:

а) $\int x\cdot\left(\cos^2\frac{x}{2}-\sin^2\frac{x}{2}\right)dx$; *б)* $\int x^{-\frac{1}{2}}\operatorname{arctg}\sqrt{x}dx$; *в)* $\int\sin 3xdx$.

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

а) $\int\frac{3x+2}{x^2+4x+20}dx$; *б)* $\int\frac{x^5+7x^3-x^2+12x-2}{x^4+5x^2+6}dx$.

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

а) $\int\cos^2\frac{2x}{3}dx$; *б)* $\int\sin^3 x\cdot\sqrt[5]{\cos^4 x}\,dx$; *в)* $\int\sin 12x\cdot\sin 7xdx$.

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int\limits_0^{\ln 2}e^x(e^x+1)dx$; б) $\int\limits_1^{\sqrt{3}}\operatorname{arctg}xdx$; в) $\int\limits_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{3}}\frac{dx}{\sin 2x}$.

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int\limits_2^{\infty}\frac{2xdx}{\sqrt{(x^2+5)^3}}$; б) $\int\limits_4^5\frac{xdx}{x^2-16}$.

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y=-x^2+16,\quad y=-9;$

б) $\rho=2\sqrt{2},\quad \rho=4\sin\varphi$ (верхняя фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$x^2-\frac{y^2}{9}=1;\quad x=2$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

а) $y=\frac{1}{4}\left(e^{2x}+e^{-2x}\right)$ $0\le x\le 1;$

б) $\begin{cases}x=\frac{3}{2}t^2-2\\ y=\frac{t^3}{3}+5\end{cases}$ $0\le t\le 4.$

ВАРИАНТ 23

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$а) \int \frac{x^3 - 16x}{x+4} dx;$ $\quad$ $б) \int \frac{x^3 e^x + 3e^{2x}}{e^x} dx.$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$а) \int 5e^{5x} dx;$ $\quad$ $б) \int \frac{e^x dx}{e^x - 4};$ $\quad$ $в) \int \frac{dx}{\sin^2\left(\frac{x}{8} - 3\right)}.$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

$а) \int \frac{dx}{x\sqrt{2x-25}};$ $\quad$ $б) \int \frac{dx}{x\sqrt{x^2-16}}$ $\quad$ $\left[x = \frac{4}{t}\right].$

4. Проинтегрировать по частям:

$а) \int (7x-4) \cdot e^{4-x} dx;$ $\quad$ $б) \int \frac{\ln x}{(1+x)^2} dx;$ $\quad$ $в) \int \cos(3\ln x)\, dx.$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$а) \int \frac{2x+3}{x^2 - 4x + 29} dx;$ $\quad$ $б) \int \frac{x^5 + 8x^3 + x^2 + 12x + 4}{x^4 + 6x^2 + 8} dx.$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

$а) \int \sin^2 \frac{2x}{3} dx;$ $\quad$ $б) \int \frac{\cos^3 x dx}{\sin x \sqrt{\sin x}};$ $\quad$ $в) \int \cos 13x \cdot \cos 5x\, dx.$

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int_0^1 12(1+x)^5 dx;$ $\quad$ б) $\int_0^{\frac{\pi}{3}} (3x+4)\sin x dx;$ $\quad$ в) $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^3 x dx.$

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int_e^{\infty} \frac{dx}{x\sqrt{\ln x}};$ $\quad$ б) $\int_0^4 \frac{dx}{\sqrt{16 - x^2}}.$

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y = x^2 + 4x, \quad y = 2x + 3;$

б) $\rho = 3(1 + \cos\varphi), \quad \rho = 3$ (правая фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$\frac{x^2}{25} + \frac{y^2}{16} = 1; \quad y = 2$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$a) y = \ln(3\cos x)$ $\quad 0 \le x \le \frac{\pi}{4};$

$б) \begin{cases} x = 6(t - \sin t) \\ y = 6(1 - \cos t) \end{cases}$ $\quad \pi \le t \le \frac{3\pi}{2}.$

ВАРИАНТ 24

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$а) \int \frac{x^3 - 2\sqrt[3]{x} + 3}{x} dx;$ $\qquad$ б) $\int \frac{1 + x\sqrt{9 - x^2}}{\sqrt{9 - x^2}} dx.$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$а) \int 3\sin\frac{2}{5}x dx;$ $\qquad б) \int \frac{dx}{\sqrt{x+7}};$ $\qquad в) \int \frac{\cos(\ln x)}{x} dx.$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

$а) \int \frac{dx}{\sqrt{x} + 4\sqrt[3]{x}};$ $\qquad б) \int \frac{x dx}{(3-x)^9}$ $\quad [3 - x = t].$

4. Проинтегрировать по частям:

$а) \int (x+10)\ln 10x dx;$ $\qquad б) \int (1+x)^2 \cdot e^x dx;$ $\qquad в) \int \sin\ln 7x\, dx.$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$а) \int \frac{2x - 3}{x^2 + 4x + 29} dx;$ $\qquad б) \int \frac{x^5 + 5x^3 + x^2 + 4x + 3}{x^4 + 7x^2 + 12} dx.$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

$а) \int \sin^2\frac{2x}{3} \cdot \cos^2\frac{2x}{3} dx;$ $\quad б) \int \frac{\sin^3 x dx}{\cos x \cdot \sqrt[3]{\cos x}};$ $\qquad в) \int \cos 9x \cdot \sin 4x\, dx.$

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int_0^{\pi} \frac{dx}{\cos^2\frac{x}{4}};$ $\quad$ б) $\int_{-\frac{\pi}{4}}^{0} (4x - 3)\cos x dx;$ $\quad$ в) $\int_{\frac{\pi}{2}}^{\pi} \sin^3 x dx.$

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int_1^{\infty} \frac{arctg^3 x}{1 + x^2} dx;$ $\qquad$ б) $\int_2^3 \frac{dx}{\sqrt[3]{(3-x)^4}}.$

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y = -x^2 + 4, \quad y = 2x + 1;$

б) $\rho = \cos\varphi, \quad \rho = \sqrt{3}\sin\varphi.$

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$\frac{x^2}{16}+y^2=1;\quad x=2$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$$а)\ y=3+2\ln(x^2-4)\qquad 3\le x\le 5;$$

$$б)\begin{cases}x=3\cos^3 t\\ y=3\sin^3 t\end{cases}\qquad \frac{3\pi}{2}\le t\le 2\pi.$$

ВАРИАНТ 25

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$$а)\int\frac{\left(2\sqrt{x}+1\right)^2}{\sqrt{x}}dx;\qquad б)\int\frac{(x^2+1)}{x}dx.$$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$$а)\int\frac{4dx}{\cos^2\frac{x}{12}};\qquad б)\int e^{-3x^2}xdx;\qquad в)\int e^{-4x+5}dx.$$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

$$а)\int\frac{dx}{\sqrt{x^3}-9\sqrt{x}};\qquad б)\int\frac{dx}{x\sqrt{x^2-49}}\qquad \left[x=\frac{7}{t}\right].$$

4. Проинтегрировать по частям:

$$а)\int\lg(10x+0{,}5)\,dx;\qquad б)\int x\cdot\cos\frac{2x}{\pi}dx;\qquad в)\int 2\sin\ln x\cdot\cos\ln x\,dx.$$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$$а)\int\frac{4x-7}{x^2-2x+26}dx;\qquad б)\int\frac{x^5+6x^3-x^2+5x-4}{x^4+5x^2+4}dx.$$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

$$а)\int\cos^2\frac{3x}{4}dx;\qquad б)\int\frac{\cos^3 xdx}{\sqrt[4]{\sin^3 x}};\qquad в)\int\sin13x\cdot\sin8x\,dx.$$

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int\limits_{\frac{\pi}{3}}^{\pi}3\sin6xdx;$ б) $\int\limits_0^1\frac{xdx}{e^{2x}}$; в) $\int\limits_5^6\frac{dx}{(x^2-8x+16)^2}$.

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int_4^{\infty} \frac{xdx}{\sqrt{x^2+9}}$; б) $\int_4^5 \frac{dx}{x^2-6x+5}$.

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y = x^2 - 4x, \quad y = -x + 4;$

б) $\rho = 2\cos\varphi, \quad \rho = \frac{1}{\cos\varphi}$ (правая фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$y^2 = 7x; \quad x = 7$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

а) $y = \sqrt{36 - x^2}$ $-3 \le x \le 3;$

б) $\begin{cases} x = 4\sin t - 3\cos t \\ y = 3\sin t + 4\cos t \end{cases}$ $\frac{3\pi}{2} \le t \le 2\pi.$

ВАРИАНТ 26

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

а) $\int \frac{3}{x^3}\left(\frac{x^2}{3} + x^3 + 1\right)dx;$ б) $\int \left(e^x + 4e^{2x}\right)e^{-x}\,dx.$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

а) $\int \frac{dx}{\sin^2 \frac{4x}{5}};$ *б)* $\int e^{2x^3} x^2 dx;$ *в)* $\int \cos(3x+8)dx.$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

а) $\int \frac{dx}{x - 7\sqrt{x}};$ *б)* $\int \frac{e^{3x}dx}{e^x - 3}$ $\left[e^x = t\right].$

4. Проинтегрировать по частям:

а) $\int (x+9)\cdot \sin\frac{x}{9}dx;$ *б)* $\int \left(1+x^2\right)^2 \cdot \ln x\,dx;$ *в)* $\int 2e^x \cdot \sin x \cos x dx.$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$а)\int\frac{4x+5}{x^2+2x+26}dx;$ $б)\int\frac{x^5+6x^3+7x}{x^4+4x^2+3}dx.$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

$а)\int\sin^2\frac{3x}{4}dx;$ $б)\int\frac{\sin^3 xdx}{\sqrt[4]{\cos^3 x}};$ $в)\int\sin 12x\cdot\sin 8x\,dx.$

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int\limits_0^{e-1}\frac{5dx}{x+1};$ б) $\int\limits_{-0,25}^{0}xe^{4x+1}dx;$ в) $\int\limits_{-5}^{3}x\cdot\sqrt[3]{x+5}\,dx.$

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int\limits_4^{\infty}\frac{x^2dx}{\sqrt{x^3+4}};$ б) $\int\limits_{-2}^{0}\frac{dx}{(x+2)^2}.$

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y=-x^2+1,\quad y=-3x-3;$

б) $\rho=3(1-\cos\varphi),\quad \rho=3$ (левая фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$y^2=6x;\quad x=-6$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$а)y=\ln(5\sin x)$ $\frac{\pi}{4}\le x\le\frac{\pi}{2};$

$б)\begin{cases}x=4(\cos t+t\sin t)\\y=4(\sin t-t\cos t)\end{cases}$ $\frac{3\pi}{2}\le t\le 2\pi.$

ВАРИАНТ 27

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$а)\int\frac{3x^2+1}{x\sqrt{x}}dx;$ б) $\int 3x^2\cdot\left(\frac{1}{x^3\sin x}+\frac{1}{3x^2}\right)dx.$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$а)\int\frac{6dx}{9+16x^2};$ $б)\int\frac{\cos(tgx)dx}{\cos^2 x};$ $в)\int\sin\left(\frac{x}{10}+10\right)dx.$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

а) $\int \frac{x\,dx}{\sqrt{7x+5}}$; *б*) $\int x(2x-5)^5\,dx$ $\quad [2x-5=t]$.

4. Проинтегрировать по частям:

а) $\int\left(9-\frac{7}{2}x\right)\cdot\sin 2x dx$; *б*) $\int \arccos 2x\,dx$; *в*) $\int \frac{e^x\cdot\sin x}{\mathrm{tg}x}dx$.

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

а) $\int \frac{5x-1}{x^2-6x+25}dx$; *б*) $\int \frac{x^5+2x^3+2x^2+x+4}{x^4+3x^2+2}dx$.

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

а) $\int \sin^2\frac{3x}{4}\cdot\cos^2\frac{3x}{4}dx$; *б*) $\int \frac{\cos^3 x dx}{\sqrt[7]{\sin^5 x}}$; *в*) $\int \sin 5x\cdot\cos 8x\,dx$.

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int\limits_5^6 \sqrt[3]{x-5}\,dx$; б) $\int\limits_{\frac{1}{9}}^{\frac{e}{9}} \ln 9x dx$; в) $\int\limits_0^{\ln 5} \frac{dx}{e^x+4}$.

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int\limits_1^\infty \frac{\ln^3 x dx}{x}$; б) $\int\limits_4^5 \frac{dx}{\sqrt[6]{5-x}}$.

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y=x^2-2x,\quad y=-5x+4;$

б) $\rho=4\sin\varphi,\quad \rho=\frac{2}{\sin\varphi}$ (верхняя фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$y=x^2+9;\quad y=18$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

а) $y=\frac{4}{3}(x-1)^{\frac{3}{2}}$ $\quad 1\le x\le 2;$

б) $\begin{cases} x=(t^2-2)\sin t+2t\cos t \\ y=(2-t^2)\cos t+2t\sin t \end{cases}$ $\quad \frac{3\pi}{2}\le t\le 2\pi.$

ВАРИАНТ 28

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

а) $\int (3x^2-1)\cdot x\sqrt{x}\,dx;$ б) $\int \dfrac{x^2+3}{x^4-9}dx.$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

а) $\int \dfrac{7dx}{\sqrt{64-25x^2}};$ *б)* $\int \dfrac{dx}{7x-5};$ *в)* $\int \dfrac{e^{\mathrm{ctg}x}dx}{\sin^2 x}.$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

а) $\int \dfrac{dx}{x\sqrt{2x+25}};$ *б)* $\int \dfrac{dx}{x\sqrt{x^2+64}}$ $\left[x=\dfrac{8}{t}\right].$

4. Проинтегрировать по частям:

а) $\int x\cdot\sin\left(9-\dfrac{7x}{2}dx\right);$ *б)* $\int \dfrac{\ln(x+1)}{(x+1)^2}dx;$ *в)* $\int \cos\ln x\,dx.$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

а) $\int \dfrac{5x-3}{x^2+6x+25}dx;$ *б)* $\int \dfrac{x^5+3x^3+x^2+2}{x^4+5x^2+6}dx.$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

а) $\int \cos^2\dfrac{3x}{5}dx;$ *б)* $\int \dfrac{\sin^3 xdx}{\sqrt[7]{\sin^5 x}};$ *в)* $\int \sin 14x\cdot\sin 9x\,dx.$

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int\limits_{10}^{\frac{1}{2}} e^{1-0,1x}dx;$ б) $\int\limits_{-1}^{0} \mathrm{arctg}x dx;$ в) $\int\limits_{0}^{2} \dfrac{xdx}{\sqrt{4x+1}}.$

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int\limits_{2}^{\infty} \dfrac{xdx}{(x^2-1)^2};$ б) $\int\limits_{0}^{5} \dfrac{dx}{\sqrt{25-x^2}}.$

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y=-x^2+9,\quad y=3x+5;$

б) $\rho=3(1+\cos\varphi),\quad \rho=3$ (верхняя фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$y=x^2-18;\quad y=-9$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$а) y = \frac{1}{2}\left(e^{x} + e^{-x}\right)$ $0 \le x \le 2;$ $б) \begin{cases} x = 5\cos t - \cos 5t \\ y = 5\sin t - \sin 5t \end{cases}$ $0 \le t \le \frac{\pi}{2}.$

ВАРИАНТ 29

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$а) \int \frac{2x\sqrt{x} + 3x + 12}{x} dx;$ $б) \int \frac{3x^2}{\cos x}\left(\frac{2\cos x}{x^3} - \frac{\cos^2 x}{x^2}\right) dx.$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$а) \int \sin\frac{3x}{7} dx;$ $б) \int \frac{dx}{\sqrt[3]{x-7}};$ $в) \int \frac{\sqrt[3]{\operatorname{arctg} x}}{1+x^2} dx.$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

$а) \int \frac{dx}{\sqrt{x} + 6\sqrt[3]{x}};$ $б) \int \frac{xdx}{(3x+1)^7}$ $[3x+1=t].$

4. Проинтегрировать по частям:

$а) \int (x+7)\cdot\cos(x+7)\, dx;$ $б) \int x \cdot \ln x^7\, dx;$ $в) \int e^x \cdot (1+\cos 3x)\, dx.$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$а) \int \frac{4x-3}{x^2 - 8x + 17} dx;$ $б) \int \frac{x^5 + 8x^3 - x^2 + 12x - 4}{x^4 + 6x^2 + 8} dx.$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

$а) \int \sin^2 \frac{3x}{5} dx;$ $б) \int \frac{\cos^3 x dx}{\sqrt[6]{\sin^5 x}};$ $в) \int \cos 15x \cdot \cos 11x\, dx.$

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int_0^6 \left(\frac{x}{6} + 1\right)^3 dx$; б) $\int_{-\frac{1}{6}}^0 x \cdot e^{6x+1} dx;$ в) $\int_0^3 x \cdot \sqrt{4-x}\, dx$.

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int_{-\infty}^0 \frac{dx}{x^2 + 9};$ б) $\int_{-3}^0 \frac{x^2 dx}{\sqrt{x^3 + 2'}}.$

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y = x^2 - 4x, \quad y = -2x + 8;$

б) $\rho = 3(1 - \sin\varphi), \quad \rho = 3$ (нижняя фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$y = \sin x,\ y = 1,\ y = 0,\ x = 2$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$$а)\ y = \ln(2\cos x) \qquad \frac{\pi}{6} \le x \le \frac{\pi}{4};$$

$$б)\begin{cases} x = \dfrac{t^3}{3} + 2 \\ y = \dfrac{3}{2}t^2 + 7 \end{cases} \qquad 0 \le t \le 4.$$

ВАРИАНТ 30

1. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования:

$$а)\int \frac{(3x+4)(x-1)}{\sqrt{x}}dx; \qquad б)\int \frac{2dx}{1+\cos 2x}.$$

2. Подведением под знак дифференциала найти интегралы:

$$а)\int e^{-\frac{2x}{5}}dx; \qquad б)\int \sqrt{4x-5}dx; \qquad в)\int \frac{dx}{\arcsin^3 x\cdot\sqrt{1-x^2}}.$$

3. Найти интегралы с помощью замены переменной:

$$а)\int \frac{dx}{\sqrt{x^3}+49\sqrt{x}}; \qquad б)\int \frac{dx}{x\sqrt{81-x^2}} \qquad \left[x = \frac{9}{t}\right].$$

4. Проинтегрировать по частям:

$$а)\int \left(x^2-2x-3\right)\cdot \ln x dx; \qquad б)\int \frac{x\cdot \sin^3 x}{1-\cos^2 x}dx; \qquad в)\int \frac{\sin 2x}{e^{2x}}dx.$$

5. Проинтегрировать рациональные дроби:

$$а)\int \frac{2x+7}{x^2+8x+17}dx; \qquad б)\int \frac{x^5+9x^3-x^2+18x-4}{x^4+7x^2+12}dx.$$

6. Найти интегралы от тригонометрических функций:

$$а)\int \sin^2\frac{3x}{5}\cdot\cos^2\frac{3x}{5}dx; \qquad б)\int \frac{\sin^3 x dx}{\sqrt[6]{\cos^5 x}}; \qquad в)\int \sin 9x\cdot\cos 3x\,dx.$$

7. Вычислить определенные интегралы:

а) $\int_0^{0{,}1\pi} 10\cos 5x dx;$ б) $\int_0^1 (4-x)\cdot e^x dx$; в) $\int_0^3 \frac{dx}{1+\sqrt{4-x}}$.

8. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int_0^{\infty} \frac{dx}{\sqrt{5x+9}};$ б) $\int_1^e \frac{dx}{x\ln x}.$

9. Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:

а) $y = -x^2 + 9, \quad y = 2x + 1;$

б) $\rho = 1 + \sin\varphi, \quad \rho = \dfrac{3}{4\sin\varphi}$ (верхняя фигура).

10. Найти объемы тел вращения фигур, ограниченных заданными линиями:

$$y = \cos x,\ y = 1,\ y = 0,\ x = 2$$

а) вокруг оси Ox; б) вокруг оси Oy.

11. Найти длины дуг плоских кривых:

$$a)\ y = 1 - \ln(x^2 - 1) \qquad 3 \le x \le 4;$$

$$б)\begin{cases} x = \dfrac{2}{9}t^{\frac{9}{2}} + 3 \\ y = \dfrac{t^3}{3} - 2 \end{cases} \qquad 0 \le t \le 2.$$

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №3 ПО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОМУ ИСЧИСЛЕНИЮ ФУНКЦИЙ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВСЕХ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ

Организация выполнения контрольной работы №3

Выполнение контрольной работы в виде решения ряда задач по дифференциальному исчислению функций нескольких переменных практикуется в учебном процессе в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития умений и навыков в соответствии с компетенциями образовательной программы.

Выполнение контрольной работы призвано стимулировать самостоятельную работу студентов по изучению основ математики; оно направлено на формирование знаний основных категорий дифференциального исчисления функций нескольких переменных, развитие навыков логического мышления, обобщения и умения делать верные выводы.

Каждый студент получает от преподавателя дисциплины свой вариант контрольной работы. Каждый вариант контрольной работы включает 7 задач.

При этом предлагаются образцы задач с подробными объяснениями и решениями по всем изучаемым темам данного раздела, подобные представленным в контрольной работе.

Требования к оформлению контрольной работы

Контрольная работа должна быть выполнена в рукописном виде. Контрольная работа выполняется либо в ученической тетради, либо на листах формата А4 (сшитых) в той последовательности, которая определена вариантом. Вначале переписывается содержание каждой задачи, затем приводится ее подробное решение и дается ответ.

В случае выполнения контрольной работы на отдельных листах все страницы работы должны быть пронумерованы. Номер страницы ставится снизу страницы, по центру. Первой страницей является титульный лист, но на ней номер страницы не ставится. Титульный лист работы оформляется студентом по образцу, данному в приложении.

В конце работы должен быть представлен список использованной литературы.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №3

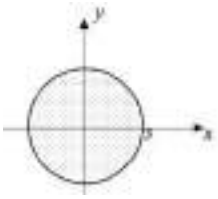
В данном разделе приведены подробные решения задач, подобных указанным в вариантах.

Задача 1

Найти и построить область определения функции $z = \sqrt{9 - x^2 - y^2}$.

Решение

Область определения данной функции представляет собой множество точек, удовлетворяющих неравенству $\sqrt{9 - x^2 - y^2} \geq 0$. Построив границу этой области и проверив любую точку, не лежащую на границе, находим, что искомая область определения есть внутренняя часть круга с центром в начале координат и радиусом 3, включая и границу круга:



Задача 2

Найти все частные производные второго порядка от функции $z = \sin(xy)$.

Решение. Имеем:

$$z'_x = y \cdot \cos(xy), \quad z'_y = x \cdot \cos(xy),$$
$$z''_{xx} = (y \cdot \cos(xy))'_x = -y^2 \sin(xy),$$
$$z''_{xy} = (y \cdot \cos(xy))'_y = \cos(xy) - xy \sin(xy),$$
$$z''_{yx} = (x \cdot \cos(xy))'_x = \cos(xy) - xy \sin(xy),$$
$$z''_{yy} = (x \cdot \cos(xy))'_y = -x^2 \sin(xy).$$

Задача 3

Исследовать функцию на экстремум:

$$z = x^3 + y^3 - 3xy + 4.$$

Решение

Найдем частные производные первого и второго порядка:

$$\frac{\partial z}{\partial x} = 3x^2 - 3y, \frac{\partial z}{\partial y} = 3y^2 - 3x,$$

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = 6x, \quad \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = -3, \quad \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = 6y.$$

Для определения критических точек функции составляем систему уравнений

$$\begin{cases} 3x^2 - 3y = 0, \\ 3y^2 - 3x = 0. \end{cases}$$

Решая эту систему, получаем точки $M_1(0,0)$ и $M_2(1,1)$.

Для точки M_1 имеем $AC - B^2 = -9 < 0$. Значит, в точке M_1 экстремума нет.

Для точки M_2 имеем $AC - B^2 = 27 > 0$, а $A = 6 > 0$. Значит, в точке M_2

функция имеет минимум $z_{min} = z(1,1) = 3.$

Задача 4

Найти полный дифференциал функции $z = y^{2x}$ и вычислить его значение при $x = y = 1,\ \Delta x = -0{,}2,\ \Delta y = 0{,}1.$

Решение

Найдем частные производные: $z'_x = 2y^{2x}\ln y;\ z'_y = 2y^{2x-1}$, тогда

$$dz = 2y^{2x}\ln y dx + 2y^{2x-1}dy = 2\cdot 1^2\cdot \ln 1\cdot(-0{,}2) + 2\cdot 1^{2-1}\cdot 0{,}1 = 0 + 0{,}2 = 0{,}2.$$

Задача 5

Найти $\frac{dz}{dt}$, если $z = e^{2x+5y}$, где $x = \sin t,\ \ y = t^3.$

Решение

Имеем:

$$\frac{\partial z}{\partial x} = 2e^{2x+5y},\quad \frac{\partial z}{\partial y} = 5e^{2x+5y},\quad \frac{dx}{dt} = \cos t,\quad \frac{dy}{dt} = 3t^2.$$

Тогда

$$\frac{dz}{dx} = 2e^{2x+5y}\cdot\cos t + 5e^{2x+5y}\,3t^2 = (2\cos t + 15\,t^2)\cdot e^{2\sin t+5t^3}\ .$$

Задача 6

Найти частные производные $\frac{\partial z}{\partial x}$ и $\frac{\partial z}{\partial y}$, если z определяется как функция от x и y из уравнения $z^3 - 4xy^2 - 2z^2 + 1 = 0.$

Решение

Обозначим левую часть данного уравнения через $F(x, y, z)$. Тогда

$$F'_x(x,y,z) = -4y^2;\quad F'_y(x,y,z) = -8xy;\quad F'_z(x,y,z) = 3z^2 - 4z.$$

Получаем:

$$\frac{\partial z}{\partial x} = -\frac{F'_x(x,y,z)}{F'_z(x,y,z)} = \frac{4y^2}{3z^2-4z};\qquad \frac{\partial z}{\partial y} = -\frac{F'_y(x,y,z)}{F'_z(x,y,z)} = \frac{8xy}{3z^2-4z}.$$

Задача 7

Составить уравнение нормали и касательной плоскости к поверхности $z = e^{x\cos y}$ в точке $M_0(1,\pi,1/e).$

Решение

Найдем частные производные функции $f(x,y) = e^{x\cos y}$ и их значения в точке $(1,\pi)$:

$$f'_x = e^{x\cos y}\cdot\cos y,\ f'_x(1,\pi) = e^{1\cos\pi}\cdot\cos\pi = -e^{-1},$$
$$f'_y = -e^{x\cos y}\cdot x\ \sin y,\ f'_y(1,\pi) = -e^{1\cos\pi}\cdot 1\cdot\sin\pi = 0.$$

Уравнение касательной плоскости имеет вид:

$$z - e^{-1} = -e^{-1}\cdot(x-1) + 0\cdot(y-\pi),$$

или

$$x + ez - 2 = 0.$$

Уравнение нормали имеет вид:

$$\frac{x-1}{-e^{-1}} = \frac{y-\pi}{0} = \frac{z-e^{-1}}{-1}.$$

Задача 8

Найти производную функции $z = x^2 - xy + 2y^2 + 1$ в точке $M(1, 1)$ по направлению вектора $\vec{a} = 6\vec{i} + 8\vec{j}$.

Решение

Найдем единичный вектор, соответствующий вектору направления:

$$\overrightarrow{l^0} = \frac{\vec{a}}{|\vec{a}|} = \frac{6\vec{i} + 8\vec{j}}{\sqrt{6^2 + 8^2}} = 0{,}6\vec{i} + 0{,}8\vec{j}$$

Отсюда получаем, что $\cos\alpha = 0{,}6$ и $\cos\beta = 0{,}8$.

Найдем значения частных производных функции $z = x^2 - xy + 2y^2 + 1$ в точке $M(1, 1)$:

$$\frac{\partial z}{\partial x} = 2x - y,\ \frac{\partial z}{\partial y} = 4y - x;\ \frac{\partial z}{\partial x}(1,1) = 1,\ \frac{\partial z}{\partial y}(1,1) = 3.$$

Подставляя найденные значения в формулу для вычисления производной по направлению, получаем:

$$\frac{\partial z}{\partial l} = \frac{\partial z}{\partial x}\cos\alpha + \frac{\partial z}{\partial y}\cos\beta = 1 \cdot 0{,}6 + 3 \cdot 0{,}8 = 3.$$

Задача 9

Найти направление наиболее быстрого возрастания функции $z = 3x^2 - y^2 - 2$ в точке $M(-1, 2)$. Какова скорость изменения функции в этом направлении?

Решение

Направление наиболее быстрого возрастания функции указывает вектор

$$grad\, z = \frac{\partial z}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial z}{\partial y}\vec{j} = 6x\vec{i} - 2y\vec{j} = -6\vec{i} - 4\vec{j}$$

Скорость изменения функции в направлении градиента (наибольшая скорость возрастания функции) равна модулю градиента этой функции:

$$\max\frac{\partial z}{\partial l} = |grad\, z| = \sqrt{(-6)^2 + (-4)^2} = \sqrt{52}.$$

Комплект вариантов контрольной работы №3

Вариант 1.

1) Найти и построить область определения функции $z = 2 \cdot \sqrt{36 - 4x^2 - 9y^2}$.

2) Для функции $u = \frac{x \cdot y^2}{z} - y \cdot e^{2x-z}$ найти $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$, $\frac{\partial^2 u}{\partial y \partial z}$, $\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial z}$ в точке $M(1;-1;2)$.

3) Найти экстремумы функции $z = x \cdot \sqrt{y} - x^2 + 6x - y$.

4) Найти полный дифференциал функции $v(t,z) = \ln\left(arctg\frac{t}{z}\right)$ и вычислить его значение при $t = z = 1$, $\Delta t = 0{,}2$, $\Delta z = 0{,}1$.

5) Для функции $\omega = \cos(3u - 2v)$, где $u = 2^{tg(4x)}$, $v = \log_2(3\sqrt{x} + 2)$ найти $\frac{d\omega}{dx}$ в точке $x = 0$.

6) Найти производную $\frac{\partial z}{\partial y}$ неявной функции $z(x, y)$, заданной уравнением

$\arcsin(zy) + ctg\left(\frac{\pi x}{4y}\right) = \frac{\pi}{6} + \frac{1}{z} - x$ при $x = 1$, $y = 1$, $z = 0{,}5$.

7) Составить уравнения касательной плоскости и нормали к поверхности $x^3 + y^3 + z^3 - xyz - 6 = 0$ в точке $M(1;2;-1)$.

Вариант 2.

1) Найти и построить область определения функции $z = \sqrt{x^2 + y^2 - 4} + 3\ln(2x - y^2)$.

2) Для функции $u = \sin^2(2x + 3y)$ вычислить $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - 2\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}$ в точке $M\left(\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{6}\right)$.

3) Найти экстремум функции $z = x^2 + 2y^2 - 2xy + 3x - y + 5$.

4) Для функции $z = (2x + 1)^{3y-2}$ составить формулу полного дифференциала.

5) Найти производную $\frac{dy}{dx}$ неявной функции $y(x)$, заданной уравнением $y^2 - 4xy = 0$ и вычислить ее значение при $x = 1$, $y = 4$.

6) Найти градиент функции $u = \frac{x \cdot y^2}{z} + \frac{z \cdot y}{\sqrt[3]{x}}$ в точке $M(1;2;-1)$.

7) Для функции $u = \ln(2x - y^2)$, где $x = 3e^t$, $y = arctg\left(\frac{t}{2}\right)$ найти $\frac{du}{dt}$ и вычислить ее значение в точке $t = 0$.

Вариант 3.

1) Найти и построить область определения функции $z = \sin\left(\frac{1}{x} + \frac{5}{y}\right)$.

2) Для функции $u = ctg(\sqrt{x^3} + y)$ найти формулу полного дифференциала.

3) Найти экстремумы функции $z = xy - x^2y - xy^2$.

4) Найти производную $\frac{dy}{dx}$ неявной функции $y(x)$, заданной уравнением

$arctg\frac{x + 2y}{3} = 2x + \frac{y}{5}$ и вычислить ее значение при $x = 0$, $y(0) = 0$.

5) Найти полную производную $\frac{du}{dx}$, если $u = x^y$, где $y = \ln(2x)$.

6) Найти производную функции $\omega = x^2y + 2y^2z + 3z^2x$ в точке $M(1;1;1)$ по направлению вектора $\vec{l} = \vec{MN}$, где $N(-1;4;-5)$.

7) Найти градиент функции $v = e^{xz^3 - y^2}$ в точке $M(1;2;-1)$ и его величину.

Вариант 4.

1) Найти область определения функции $f(x,y)=\dfrac{2x-3y}{3x-y}$. Вычислить $f(1,3)$, $f(a,-a)$, $f(-a,a)$, $a\neq 0$.

2) Найти экстремумы функции $z=x^3-x^2y-xy^2$.

3) Для функции $z=arctg\dfrac{y}{x-1}$ найти полный дифференциал и вычислить его значение при $x=0$, $y=1$, $\Delta x=\Delta y=0{,}1$.

4) Найти производную $\dfrac{du}{dt}$ сложной функции $u=\sin(2x+y^2)$, где $x=\ln(2\sqrt{t}+1)$ $y=ctg\dfrac{1}{t}$.

5) Найти $\dfrac{dy}{dx}$ производную неявной функции $y(x)$, заданной уравнением $2x^2+y^2-4x+6y-1=0$ и вычислить ее значение при $x=0$, $y<-2$.

6) Найти градиент функции $u=z^2e^{x-2y}+\cos\dfrac{\pi y}{xz^2}$ в точке $M(2;1;-1)$.

7) Вектор $\vec{l}$ составляет с осью OX угол $\alpha=30^0$, с осью OУ $0\le\beta\le 90^0$. Найти производную функции $z=x^3-3\sqrt[3]{y^2}+4\sqrt[4]{xy^3}$ в точке $M(1;1)$ по направлению $\vec{l}$.

Вариант 5.

1) Найти и построить область определения функции $f(x,y)=\dfrac{x^2+y^2}{\sqrt{x^2-y^2}}$.

2) Найти экстремумы функции $z=x^3+y^2-6xy-39x+18y+20$.

3) Для функции $u=e^{x^2-y^2}\cdot\sin\dfrac{\pi}{2y}$ найти полный дифференциал и вычислить его значение при $x=y=1$, $\Delta x=0{,}01$, $\Delta y=-0{,}01$.

4) Найти частные производные $\dfrac{\partial z}{\partial x}$ и $\dfrac{\partial z}{\partial y}$ сложной функции $z=arctg(uv)$, где $u=\cos(2x-y)$, $v=tg\dfrac{\sqrt{x}}{y}$.

5) Составить уравнения касательной плоскости и нормали к окружности $x^2+y^2-2x+4y-20=0$, где $x=4$, $y<0$. Сделать чертеж.

6) В точке $M(4;3;-12)$ вычислить модуль градиента функции $u=\sqrt{x^2+y^2+z^2}$

7) Найти производную функции $z=x^3-3x^2y+3xy^2+1$ в точке $M_1(3;1)$ по направлению вектора $\vec{l}=M_1\vec{M}_2$, где $M_2(6;5)$.

Вариант 6.

1) Найти и построить область определения функции $f(x,y)=\frac{1}{\sqrt{xy}}$.

2) Найти экстремумы функции $z=x^2+2y^2+2xy-2x+4y+15$.

3) Для функции $u=e^{xy}\cdot\sin\left(\frac{\pi x}{y}\right)$ найти полный дифференциал и вычислить его значение при $x=y=1$, $\Delta x=0{,}01$, $\Delta y=-0{,}01$.

4) Найти производную $\frac{\partial v}{\partial x}$ сложной функции $v=ctg\left(\frac{y^2}{z}\right)$, где $y=\ln(5x+4u)$, $v=arctg(\sqrt{x\cdot u})$.

5) Составить уравнения касательной плоскости и нормали к эллипсу $3x^2+2y^2-6x-12y+16=0$ в точке, где $x=2$, $y<3$. Сделать чертеж.

6) Найти градиент функции $u=\arccos\frac{z}{x+y}-\sqrt[3]{\frac{y}{x^2z}}$ в точке $M(1;1;1)$.

7) Найти производную функции $z=\frac{\sqrt{x}}{y}-\frac{y}{\sqrt{z}}-xyz^3$ в точке $M_1(1;-2;1)$ по направлению вектора $\vec{l}=M_1\vec{M}_2$, где $M_2(-1;4;-2)$.

Вариант 7.

1) Найти и построить область определения функции $z=\sqrt{9-x^2-4y^2}$.

2) Найти экстремумы функции $z=2x^3+2y^3-36xy+430$.

3) Для функции $u=arctg\frac{x}{y}$ вычислить частные производные второго порядка и их значения в точке $M(1;-1)$.

4) Найти производную $\frac{dz}{dt}$ сложной функции, где $z=t-\sin t$, $y=1-\cos t$

5) Найти частные производные неявной функции $z=f(x,y)$, заданной уравнением $z\cdot\ln(2y-x)+2^{x+2z}-\frac{8y}{\sqrt[3]{z}}=0$ в точке $M(1;1;1)$.

6) В точке $M(4;3;-12)$ вычислить модуль градиента функции $u=\sqrt{x^2+y^2+z^2}$

7) Найти производную функции $u=xy^{\ln z}$ в точке $M_1(1;1;2)$ по направлению вектора $\vec{l}=M_1\vec{M}_2$, где $M_2(3;-1;1)$.

Вариант 8.

1) Найти и построить область определения функции $w=\arcsin(|y|-x)$.

2) Найти экстремумы функции $z=x^3+y^3-6xy$.

3) Для функции $u = e^x \cos(2y)$ вычислить частные производные второго порядка и их значения при $x = 1,\ y = 0$.

4) Для функции $z = x^3 \ln y$, где $x = \frac{u}{v},\ y = 3u + 2v$ найти $\frac{\partial z}{\partial u}$ и $\frac{\partial z}{\partial v}$.

5) Найти производную неявной функции $y(x)$, заданной уравнением $2x^2 + y^2 - 4x + 6y - 1 = 0$ в точке, где $y = -5,\ x > 0$.

6) Найти градиент функции $u = \arcsin\frac{z}{x+y} - \sqrt[3]{\frac{y}{x^2 z}}$ в точке $M(1;1;1)$.

7) Составить уравнения касательной плоскости и нормали к поверхности $x^2(2 - z^2) - y^2 = 0$ в точке $M_0(1;-1;1)$.

Вариант 9.

1) Найти и построить область определения функции $z = \arccos(|x| + y)$.

2) Найти экстремумы функции $z = x^3 + 2y^2 - 3x + 4y$.

3) Для функции $u = 2^{\arcsin\frac{x}{z}}$ найти полный дифференциал и вычислить его значение при $x = 0,\ z = 1,\ \Delta x = \Delta z = 0{,}01$.

4) Найти производную $\frac{dz}{dt}$ сложной функции $z = tg(2x^2 - y)$, где $x = \ln(2t),\ y = \sqrt{t}$

5) Найти частные производные $\frac{\partial z}{\partial x}$ и $\frac{\partial z}{\partial y}$ в точке $M(2;1;1)$ $z = f(x, y)$ - неявной функции, заданной уравнением $x\ln(2z - y) + arctg\frac{z}{y} = \frac{\pi}{2x}$.

6) Найти производную функции $u = \frac{1}{\pi} tg\frac{\pi \cdot x^2}{2y} + e^{y-2x}$ в точке $M_1(1;2)$ по направлению вектора $\vec{l} = M_1\vec{M}_2$, где $M_2(5;-1)$.

7) Найти градиент функции $u = \frac{2z}{\sqrt[3]{x}} + yz^3 - \sqrt{\frac{x}{y}}$ в точке $M_1(8;2;1)$. Составить уравнение поверхности уровня функции, проходящей через точку M_1.

Вариант 10.

1) Найти и построить область определения функции $z = \arcsin(x^2 + y^2 - 2x)$

2) Найти экстремумы функции $z = x^2 - xy + y^2 - 6x + 9y + 20$.

3) Для функции $u = \sqrt{y+1} \cdot \ln(x^2 + 2y)$ найти полный дифференциал и вычислить его значение при $x = 1,\ y = 0,\ dx = dy = 0{,}1$.

4) Найти производную $\frac{dz}{dt}$ сложной функции $z = \lg(x + y^2)$, где $x = arctg\frac{1}{t},\ y = \sin(\pi \cdot t)$.

5) Уравнение $2x^2+y^2-4x+6y-1=0$ задает неявную функцию $y(x)$. Найти производную $\frac{dy}{dx}$. Составить уравнения касательной плоскости и нормали к графику этой функции в точке, где $y=-1,\ x>0$.

6) Найти градиент функции $u=e^{\frac{x-y}{z}}-\frac{1}{\pi}tg\frac{\pi\cdot z}{xy^2}$ в точке $M(1;1;1)$.

7) Найти производную функции $u=\frac{xy}{\sqrt{2z}}+\frac{z}{2x^2y}+\sqrt{\frac{2y}{z}}$ в точке $M_1(1;2;4)$ по направлению вектора $\vec{l}=M_1\vec{M}_2$, где $M_2(-2;0;-2)$.

Вариант 11.

1) Найти и построить область определения функции $z=\frac{\ln(x+1)}{1+\ln y}$.

2) Найти экстремумы функции $z=x^2-xy+y^2+9x-6y+23$.

3) Для функции $z=\sin^2(2x+3y)$ найти частные производные второго порядка и вычислить их значения при $x=\frac{\pi}{4},\ y=\frac{\pi}{6}$.

4) Для функции $z=\frac{u}{\ln v}$, где $u=\sqrt{4x-y^2}$, $v=4-x^2-y^2$ найти $\frac{\partial z}{\partial x}$ и $\frac{\partial z}{\partial y}$.

5) Составить уравнения касательной плоскости и нормали к эллипсу $2x^2+3y^2-12x-6y+16=0$ в точке, где $x=4,\ y\neq 0$.

6) Найти модуль градиента функции $u=e^{\frac{2y-x}{z}}-\frac{1}{\pi}\cos\frac{\pi\cdot z}{xy^2}$ в точке $M(2;1;1)$.

7) Найти производную функции $u=\sqrt[3]{y^2-4z}+arctg\frac{x-z}{y}$ в точке $M_1(1;2;-1)$ по направлению вектора $\vec{l}=M_1\vec{M}_2$, где $M_2(-2;-4;1)$.

Вариант 12.

1) Найти и построить область определения функции $z=\sqrt{x-y+1}\cdot\ln(x+y)$.

2) Найти экстремумы функции $z=\frac{y}{x}+\frac{1}{y}+x$.

3) Найти полный дифференциал функции $v(t,z)=\ln\left(arctg\frac{t}{z}\right)$ и вычислить его значение при $t=z=1,\ dt=0{,}01,\ \Delta z=-0{,}01$.

4) Для функции $z=u\cdot e^{\frac{u}{v}}$, где $u=x^2+y^2$, $v=xy$ найти $\frac{\partial z}{\partial x}$ и $\frac{\partial z}{\partial y}$.

5) Найти производную неявной функции $y(x)$, заданной уравнением $x^2+y^2=2x-4y+20$ в точке, где $x=4,\ y>0$.

6) Найти производную функции $u = x \cdot \arcsin\dfrac{z-y}{2} - \sqrt[3]{y^2-4z}$ в точке $M_1(-1;1;2)$ по направлению вектора $\vec{l} = M_1\vec{M}_2$, где $M_2(0;2;1)$.

7) Составить уравнения касательной плоскости и нормали к поверхности $2x^2+4y^2+9z^2=21$ в точке, где $x_0=2$, $y_0<0$, $z_0=1$.

Вариант 13.

1) Найти и построить область определения функции $v = \arccos(x-2y)$.

2) Найти экстремумы функции $z = x^3+y^3+6xy$.

3) Для функции $u = ctg(e^{y^2-x^2})$ найти полный дифференциал и вычислить его значение при $x=1$, $y=-1$, $\Delta x = \Delta y = 0{,}1$.

4) Для функции $z = arctg(xy)$, где $y = e^{2x}$ найти $\dfrac{dz}{dx}$.

5) Для функции, заданной уравнением $\dfrac{6}{\pi}\arcsin\dfrac{x+y}{4z} - \sqrt[3]{\dfrac{zx^2}{y}} = 0$ найти $\dfrac{\partial z}{\partial x}$ и $\dfrac{\partial z}{\partial y}$ в точке $M(1;1;1)$.

6) Найти градиент функции $u = y\cdot\ln(x+2z) + z\cdot\sqrt[3]{x^2y^3}$ в точке $M(-1;1;1)$. Найти модуль градиента.

7) Найти производную функции $u = \dfrac{x-y}{\sqrt[3]{z}} + \dfrac{x+2y}{x-z} + \sqrt[3]{\dfrac{xy^2}{2z}}$ в точке $M_1(2;1;1)$ по направлению вектора $\vec{l} = M_1\vec{M}_2$, где $M_2(0;-1;2)$.

Вариант 14.

1) Найти и построить область определения функции $u = \dfrac{1}{\sqrt{x^2+y^2-4}}$.

2) Найти экстремумы функции $z = e^{-x}(x-y^2)$.

3) Вычислить приближено изменение функции $\varphi = arctg\dfrac{x+1}{y}$, если x изменяется от $x_1=0$ до $x_2=0{,}2$, y изменяется от $y_1=1$ до $y_2=0{,}9$

4) Для функции $z = \ln^2(u) - \ln(2v)$, где $u = tg(3x)$, $v = \sin(3x)$ найти $\dfrac{dz}{dx}$.

5) Составить уравнения касательной плоскости и нормали к окружности $x^2+y^2-2x+4y-20=0$ в точке, где $y=-6$, $x<0$.

6) Найти градиента функции $u = \dfrac{x}{\ln(y+z)} + \sqrt[3]{2x^2z^5}$ в точке $M(2;1;1)$.

7) Найти производную функции $u = \arcsin(x\sqrt{y})$ в точке $M_1\left(\dfrac{1}{2};1\right)$ по направлению вектора $\vec{l} = M_1\vec{M}_2$, где $M_2\left(\dfrac{3}{2};\dfrac{1}{2}\right)$

Вариант 15.

1) Найти и построить область определения функции $z=\sqrt{x-y+2}+\ln(y-x^2)$.

2) Показать, что функция $z=x^4+y^4-2x^2-4xy-2y^2$ имеет экстремум в точке $M_0\left(\sqrt{2};\sqrt{2}\right)$. Выяснить тип экстремума. Найти этот экстремум.

3) Для функции $u=y\cdot e^{2(1-x)}+\cos\dfrac{\pi\cdot x}{2y^2}$ найти частные производные второго порядка и вычислить их значения в точке $M(1;1)$.

4) Для функции $z=arctg\dfrac{y}{x}$, где $y=\ln(2x+1)$ найти $\dfrac{\partial z}{\partial x}$ и $\dfrac{dz}{dx}$.

5) Уравнение $\dfrac{6}{\pi}\arcsin\dfrac{x+z}{4y}-\sqrt[3]{\dfrac{x^2y}{z}}=0$ задает неявную функцию $z=f(x,y)$. Найти частную производную этой функции в точке $M(1;1;1)$.

6) Найти производную функции $u=ye^{2y-x}+\dfrac{\sqrt{z}}{x+y}$ в точке $M_1(2;1;4)$ по направлению вектора $\vec{l}=M_1\vec{M}_2$, где $M_2(0;-2;-2)$.

7) Найти градиент функции $u=\dfrac{1}{\pi}\left(ctg\dfrac{\pi\cdot y^2}{2x}\right)^2$ в точке $M(2;1)$.

Вариант 16.

1) Найти и построить область определения функции $u=\dfrac{x+y}{x^2+y^2}$. Вычислить значение функции u в точке $M(1;3)$.

2) Найти экстремумы функции $z=e^{0,5x}(x+y^2)$.

3) Для функции $u=\dfrac{xy}{x^2+y^2}$ найти полный дифференциал и вычислить его значение при $x=2$, $y=1$, $\Delta x=0{,}1$, $\Delta y=-0{,}2$.

4) Для сложной функции $z=x^2y-xy$, где $x=u\cos v$, $y=v\sin u$ найти $\dfrac{\partial z}{\partial u}$ и $\dfrac{\partial z}{\partial v}$.

5) Уравнение $\arccos\dfrac{x}{y}=\dfrac{\pi}{3}+zy-\sqrt{\dfrac{z}{x}}$ задает неявную функцию $z=f(x,y)$. Найти $\dfrac{\partial z}{\partial y}$ при $x=\dfrac{1}{2}$, $y=1$, $z>0$.

6) Найти производную функции $u=\arcsin\dfrac{2y-x}{z}+\dfrac{\sqrt[3]{2x^2z}}{y^3}$ в точке $M_1(2;1;-1)$ по направлению вектора $\vec{l}=M_1\vec{M}_2$, где $M_2(-1;-5;1)$.

7) Найти модуль градиента функции $u=\dfrac{2x-y}{3y+2z}$ в точке $M(-1;1;-1)$.

Вариант 17.

1) Найти и построить область определения функции $u=\arccos\left(\dfrac{1}{x^2+y^2}\right)$.

2) Показать, что функция $z=3x+6y-x^2-xy-y^2$ имеет экстремум в точке $M_0\left(\sqrt{2};\sqrt{2}\right)$. Выяснить тип экстремума. Найти этот экстремум.

3) Для функции $u=z\cdot e^{y-2x}+\dfrac{1}{z^2}\cos\dfrac{\pi\cdot x}{y}$ найти $\dfrac{\partial u}{\partial y}$ и $\dfrac{\partial^2 u}{\partial x\partial z}$. Вычислить их значения в точке $M(1;2;1)$.

4) Для функции $z=2u+\sqrt{v}$, где $u=\arcsin(xy)$, $v=\ln(x^2+2y)$ найти $\dfrac{\partial z}{\partial x}$ и $\dfrac{\partial z}{\partial y}$.

5) Уравнение $x\ln(2y-z)+arctg\dfrac{y}{z}=\dfrac{\pi}{2x}$ задает неявную функцию $z=f(x,y)$. Найти $\dfrac{\partial z}{\partial x}$ и $\dfrac{\partial z}{\partial y}$ в точке $M(2;1;1)$.

6) Найти модуль градиента функции $u=\dfrac{1}{\pi}tg\left(\dfrac{\pi\cdot x}{y\cdot z}\right)-\dfrac{z-x}{y-x}+x\cdot\sqrt[3]{\dfrac{y}{z}}$ в точке $M(1;2;2)$.

7) Составить уравнения касательной плоскости и нормали к параболоиду $z=2x^2+4y^2$ в точке, где $y=1$, $z=12$, $x<0$.

Вариант 18.

1) Найти и построить область определения функции $z=\arcsin(|x|-|y|)$.

2) Найти экстремумы функции $z=x^3+3y^2-3xy+1{,}75$.

3) Для функции $u=\ln(x^2+3y)$ найти частные производные второго порядка и вычислить их значения при $x=2$, $y=0$.

4) Для функции $u=\dfrac{x^2-y}{x^2+y}$, где $y=arctg\dfrac{1}{x}$ найти $\dfrac{\partial z}{\partial x}$ и $\dfrac{dz}{dx}$.

5) В точке $M(2;1)$ найти угловой коэффициент касательной к кривой $x^2-y^2+y=2^{y-2}-2^x$

6) Найти градиент функции $u=\dfrac{1}{\pi}\cos\dfrac{\pi\cdot x}{yz}\cdot e^{x+y}-\sqrt[3]{\dfrac{zy^2}{2x}}$ в точке $M(-1;1;2)$.

7) Найти производную функции $u=\dfrac{x}{y}\arcsin\dfrac{y}{x}$ в точке $M_1(-2;1)$ по направлению вектора $\vec{l}=M_1\vec{M}_2$, где $M_2(2;4)$.

Вариант 19.

1) Найти и построить область определения функции $u = \dfrac{\ln(x^2 - 2y)}{\sqrt{9 - x^2 - y^2}}$.

2) Найти экстремумы функции $z = 3x^2 + y^3 - 3xy$.

3) Для функции $u = \dfrac{ctg\left(2y + \dfrac{\pi}{4}\right)}{x - 1}$ найти полный дифференциал и вычислить его значение при $x = 3$, $y = 0$, $\Delta x = -0{,}04$, $\Delta y = 0{,}01$.

4) Для функции $z = \ln(y^2 - 2x^2)$, где $y = e^{x+1}$ найти $\dfrac{\partial z}{\partial x}$ и $\dfrac{dz}{dx}$.

5) Уравнение $\arcsin\dfrac{x}{y} = \dfrac{\pi}{6} + zy - \sqrt{\dfrac{z}{x}}$ задает неявную функцию $z = f(x, y)$. Найти $\dfrac{\partial z}{\partial y}$ в точке $M_0\left(\dfrac{1}{2};1; z_0\right)$, $z_0 > 0$.

6) Найти производную функции $u = \dfrac{x^2}{yz} - \sqrt{\dfrac{y}{2x}} + xyz^3$ в точке $M_1(1;2;-1)$ по направлению вектора $\vec{l} = M_1\vec{M}_2$, где $M_2(-2;-4;1)$.

7) Найти градиент функции $z = x^y + y^x$ в точке $M(2;1)$.

Вариант 20.

1) Найти и построить область определения функции $t = \log_2(\sqrt{x} - \sqrt{y})$.

2) Показать, что функция $z = x^2 - xy + y^2 + \dfrac{1}{x} + \dfrac{1}{y}$ имеет экстремум в точке $M_0(1;1)$ Выяснить тип экстремума. Найти этот экстремум.

3) Для функции $u = y \cdot e^{2(1-x)} + \cos\dfrac{\pi \cdot x}{2y^2}$ найти частные производные второго порядка и вычислить их значения в точке $M(1;1)$.

4) Катеты $a = 12$ (см), $b = 5$ (см) измерены с точностью $\Delta a = \Delta b = 0{,}1$ (см). Найдите гипотенузу треугольника и относительную погрешность значения гипотенузы $\left(\delta c = \dfrac{\Delta c}{c} \cdot 100\%\right)$.

4) Для функции $u = x^2 + 2y^2 + \ln(1 + y)$, где $y = \sin(3x)$ найти $\dfrac{du}{dx}$.

5) Составить уравнения касательной плоскости и нормали к эллипсу $2x^2 + y^2 - 4x + 6y - 1 = 0$ в точке, где $y = -1$, $x < 0$.

6) Найти градиент функции $z = arctg\sqrt{\dfrac{x^2 - y^2}{x^2 + y^2}}$ в точке $M_0(\sqrt{2};1)$.

7) Найти производную функции $u = xe^{2y+z} + z \cdot \sqrt[3]{\dfrac{x}{y^2}}$ в точке $M_1(-1;1;2)$ по направлению вектора $\vec{l} = M_1\vec{M}_2$, где $M_2(4;3;14)$.

Вариант 21.

1) Найти и построить область определения функции $z = \arcsin\frac{1}{x} + \arccos\frac{1}{y}$.

2) Найти экстремумы функции $z = 3x^2 + y^3 - 6xy$.

3) Для функции $u = (x^2 + 2)\cdot\arcsin\frac{1}{y}$ найти частные производные второго порядка.

4) Найти производную $\frac{du}{dt}$ сложной функции $u = e^{x-3y}$, где $x = \sin(\pi\cdot t)$, $y = \sqrt[3]{t}$ и ее значение при $t = 1$.

5) Уравнение $x\ln(2y+z) + arctg\frac{z}{y} + \frac{\pi}{2x} = 0$ задает неявную функцию $z = f(x,y)$ Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$ и $\frac{\partial z}{\partial y}$ в точке $M(2;1;-1)$.

6) Составить уравнения касательных плоскостей к эллипсоиду $x^2 + 2y^2 + 3z^2 = 21$ в точках пересечения эллипсоида и прямой $\frac{x}{1} = \frac{y}{2} = \frac{z}{2}$.

7) Найти производную функции $z = x^2 - y^2$ в точке $M(1;1)$ в направлении вектора l_0, составляющего с осью ОУ угол $\beta = 60^0$.

Вариант 22.

1) Найти и построить область определения функции $v = \arccos(x^2 + y^2 - 2y)$. Вычислить z при $x = 0$, $y = 1$.

2) Найти экстремумы функции $z = x^2 - 2x\sqrt{y} + y - 4x$.

3) Для функции $u = \frac{5x+3y}{9x-2y}$ найти полный дифференциал и вычислить его значение при $x = 1$, $y = 2$, $\Delta x = -0{,}1$, $\Delta y = 0{,}3$.

4) Для функции $w = tg\frac{4u}{v^2}$, где $u = \arcsin(t-2z)$, $v = \ln(t^2 + z^2)$ найти $\frac{\partial w}{\partial z}$.

5) Уравнение $arctg\frac{x+2y}{3z} - ye^{x-z} + \frac{1}{z} = \frac{\pi}{4}$ задает неявную функцию $z = f(x,y)$. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$ и $\frac{\partial z}{\partial y}$ в точке $M(1;1;1)$.

6) Найти модуль градиента функции $u = \frac{2x^2}{9} + \frac{3y^2}{z} - xyz$ в точке $M(1;-2;3)$.

7) Найти производную функции $u = \frac{z}{\sqrt[3]{x-y}} + \frac{1}{\ln 2}\cdot 2^{3y+z} - \sqrt{x(y^2 - z)}$ в точке $M_1(2;1;-3)$ по направлению вектора $\vec{l} = M_1\vec{M}_2$, где $M_2(5;-5;-1)$.

Вариант 23.

1) Найти и построить область определения функции $u = \arccos\left(\frac{x}{y}\right)$.

2) Найти экстремум функции $z = x^2 + 2y^2 - xy^2 + 1$.

3) Для функции $u = x\ln(3x + 2y)$ найти полный дифференциал и вычислить его значение при $x = 1$, $y = -1$, $\Delta x = \Delta y = 0{,}01$.

4) Для функции $z = u^v$, где $u = \sin(2y)$, $v = arctg\frac{x}{y}$ найти $\frac{\partial z}{\partial x}$ и $\frac{\partial z}{\partial y}$.

5) Найти производную неявной функции $y(x)$, заданной уравнением $x \cdot 3^{\frac{x+1}{y}} + tg\frac{\pi x}{4y} - 10 = 0$ в точке $M(1;1)$.

6) Найти производную функции $u = \sqrt{3}\arcsin\frac{x-y}{z} + y^2 \cdot \sqrt{\frac{z}{x^3}}$ в точке $M_1(1;2;1)$ по направлению вектора $\vec{l} = M_1\vec{M}_2$, где $M_2(-1;5;-10)$.

7) Найти градиент функции $u = \frac{x}{\sqrt[3]{z(2x+y)}} + 3 \cdot \sqrt[3]{\frac{y}{z}} + xyz^2$ в точке $M(1;2;-2)$.

Вариант 24.

1) Найти и построить область определения функции $z = x + 2y - \arccos(xy)$.

2) Найти экстремум функции $z = x^3 + y^2 - 3x + 2y$.

3) Для функции $u = e^{1-x} \cdot \ln(2y)$ найти частные производные второго порядка и вычислить их значения в точке $M(1;1)$.

4) Для функции $z = (u+1)^{v+1}$, где $u = \arcsin\left(\frac{x}{y}\right)$, $v = \cos(2x + 3y)$ найти $\frac{\partial z}{\partial x}$ и $\frac{\partial z}{\partial y}$.

5) Уравнение $x\ln(2z + y) + arctg\frac{z}{y} + \frac{\pi}{2x} = 0$ задает неявную функцию $z = f(x, y)$. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$ и $\frac{\partial z}{\partial y}$ в точке $M(2;-1;1)$.

6) Найти производную функции $u = \sqrt{3}\arccos\frac{x-y}{z} + \frac{4}{\pi}tg\frac{\pi y}{x^2}$ в точке $M_1(2;1;2)$ по направлению вектора $\vec{l} = M_1\vec{M}_2$, где $M_2(5;-1;-4)$.

7) Составить уравнения касательной плоскости и нормали к поверхности $\sin(3x) \cdot \cos y - z = 0$ в точке, где $x = y = \frac{\pi}{4}$.

Вариант 25.

1) Найти и построить область определения функции $u = \sqrt{x-1} + \sqrt[4]{y+2}$. Вычислить значение функции u в точке $M(5;-1)$.

2) Найти экстремумы функции $z = e^{0,5y}(x^2 + y)$.

3) Вычислить приближено изменение функции $z = \arcsin\frac{y}{x}$, если x изменяется от $x_1 = 5$ до $x_2 = 4{,}5$, y изменяется от $y_1 = 3$ до $y_2 = 3{,}3$

4) Для функции $z = y^{\sqrt{x}}$, где $y = \log_2(x^2 + 2x)$ найти $\frac{\partial z}{\partial x}$, $\frac{dz}{dx}$.

5) Составить уравнения касательной плоскости и нормали к гиперболе $x^2 - 2y^2 + 4y - 4 = 0$ в точке $M(2;2)$. Сделать чертеж.

6) Найти производную функции $u = \frac{1}{\pi}\cos\frac{\pi \cdot z}{x^2 y} + \frac{x+2y}{z+y}$ в точке $M_1(1;2;1)$ по направлению вектора $\vec{l} = M_1\vec{M}_2$, где $M_2(3;1;-1)$.

7) Найти градиент функции $x^2 + y^2 + 4z^2 = 4$ в точке $M\left(\frac{4}{3};\frac{4}{3};\frac{1}{3}\right)$.

Вариант 26.

1) Найти и построить область определения функции $u = \frac{2x+y}{\cos(y-x)}$.

2) Найти экстремумы функции $z = \frac{x}{y} + \frac{1}{x} + y$.

3) Для функции $u = \cos\left(\frac{\pi}{2}(2x-y)\right)$ найти частные производные $\frac{\partial^3 u}{\partial x^3}$ и $\frac{\partial^3 u}{\partial x^2 \partial y}$. Вычислить их значения в точке $M(1;1)$.

4) Для функции $z = u^{v+1}$, где $u = \arcsin(x+2y)$, $v = \ln(x + \sqrt[3]{y})$ найти $\frac{\partial z}{\partial x}$ и $\frac{\partial z}{\partial y}$.

5) Уравнение $\frac{x-y}{z^2} + e^{2z+x} - x\sqrt{y} = 0$ задает неявную функцию $z = f(x,y)$. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$ и $\frac{\partial z}{\partial y}$ в точке $M(2;1;-1)$.

6) Найти градиент функции $u = arcctg\frac{x}{y+z} + \sqrt[3]{\frac{z^5}{2x^2 y}}$ в точке $M(2;1;1)$.

7) Составить уравнения касательной плоскости и нормали к поверхности $u = \frac{1}{\ln 2}\cdot 2^{x^2 - z^2} + \frac{\sqrt{x}}{z} - \frac{2x}{\sqrt{y}} = \frac{1}{\ln 2}$ в точке $M_1(1;4;1)$

Вариант 27.

1) Найти и построить область определения функции $z = tg\left(y + 2x + \frac{\pi}{4}\right)$. Вычислить z при $x = 0$, $y = 1$.

2) Найти экстремумы функции $z = 2y^2 - 2y\sqrt{x} + x - 4y$.

3) Для функции $z = x^2 + 2y^2 - 3xy$ найти формулы частных приращений $\Delta_x z$, $\Delta_y z$ и полного приращения. Вычислить приращения, если x изменяется от $x_1 = 2$ до $x_2 = 2{,}1$, y изменяется от $y_1 = 2$ до $y_2 = 1{,}9$.

4) Для функции $z = x^y$, где $y = e^{-x} \cdot \sin(2x)$ найти $\frac{\partial z}{\partial x}$ и $\frac{dz}{dx}$.

5) Составить уравнения касательной и нормали к эллипсу $3x^2 + 2y^2 - 6x - 12y + 7 = 0$ в точке, где $x = 3$, $y > 3$.

6) Найти градиент функции $u = y\ln(x + 2z) - \sqrt{3}\arccos\frac{z}{x^2 + y^3}$ в точке $M_1(-1;1;1)$.

7) Найти производную функции $u = 3 \cdot \sqrt[3]{\frac{xz^2}{y-1}} + \frac{x+z}{2y-z} - \frac{x^2 y}{4z^3}$ в точке $M_1(2;3;1)$ по направлению вектора $\vec{l} = M_1\vec{M}_2$, где $M_2(4;1;2)$.

Вариант 28.

1) Найти и построить область определения функции $u = \arcsin\frac{y-2}{x}$.

2) Для функции $u = x^{\frac{y}{z}}$ найти $\frac{\partial u}{\partial x}$, $\frac{\partial u}{\partial y}$, $\frac{\partial u}{\partial z}$ при $x = 2$, $y = -1$, $z = 1$.

3) Найти экстремумы функции $z = e^{2x}(x + y^2 + 2y)$.

4) Высота $H = 4$(см) и образующая $L = 5$(см) конуса измерены с точностью $\Delta = 0{,}1$(см). Найти объем конуса. Найти абсолютную и относительную погрешности объема.

5) Для функции $z = \arcsin\frac{x}{z}$, где $z = \sqrt{x^2 + 1}$ найти $\frac{\partial u}{\partial x}$ и $\frac{du}{dx}$ в точке, где $x = 1$.

6) Найти градиент функции $u = \sqrt{2} \cdot \arcsin\frac{x+2y}{x+z} + \sqrt[3]{\frac{2yz^2}{x}}$ в точке $M(1;-1;2)$.

7) Составить уравнения касательной плоскости и нормали к поверхности $x^2 + \ln(y^2 + z^2) - \ln(x^2 + z^2) = 1$ в точке, где $x = 1$, $z = -2$, $y < 0$.

Вариант 29.

1) Найти и построить область определения функции $u = \arccos\sqrt{xy}$.

2) Для функции $z = x^y$ найти $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}$, $\frac{\partial^2 z}{\partial y \partial x}$. Сравнить эти производные.

3) Найти экстремумы функции $z = \frac{1}{4}x^2 + \frac{1}{2}y^2 - xy$.

4) С помощью дифференциала найти формулу объема стекла, нужного для изготовления цилиндрического стакана с толщиной стенок и дна к, если радиус внутреннего цилиндра R, а высота внутреннего цилиндра H.

5) Найти производную неявной функции $y(x)$, заданной уравнением $\ln x + \ln y - \sqrt[3]{y} = 0$ в точке $M(e;1)$.

6) Для функции $z = \ln(2x + y^2)$, где $x = \sin(2t)$, $y = \cos^2 t$ найти $\frac{dz}{dt}$.

7) Найти модуль градиента функции $u = x^2 - 2y^2 + z^2 - 4x + 2z$ в точке $M_1(1;1;1)$ и производную в точке M_1 по направлению вектора $\vec{l} = M_1\vec{M}_2$, где $M_2(-1;3;0)$.

Вариант 30.

1) Найти и построить область определения функции $u = \sqrt{\dfrac{x^2 - 4x + y^2}{x^2 + 4x + y^2}}$.

2) Для функции $z = \ln\left(tg\dfrac{x}{y} \right)$ найти $\dfrac{\partial z}{\partial x}$, $\dfrac{\partial z}{\partial y}$, $\dfrac{\partial^2 z}{\partial x^2}$, $\dfrac{\partial^2 z}{\partial y \partial x}$.

3) Найти экстремум функции $z = 2x^2 + y^2 - xy - 7x + 14$.

4) Для функции $u = \sqrt[3]{x + y^2}$ найти полный дифференциал и вычислить его значение при $x = 2$, $y = 5$, $\Delta x = 0{,}1$, $\Delta y = 0{,}01$.

5) Составить уравнения касательной плоскости и нормали к поверхности $xe^{2x+y} - e^{3x^2+2y} = 0$ в точке $M_1(1;-1)$.

6) Для функции $z = \dfrac{u}{v} arctg(u + v)$, где $u = xy$, $v = x + y$ найти $\dfrac{\partial z}{\partial x}$ и $\dfrac{\partial z}{\partial y}$.

7) Найти градиент функции $u = \dfrac{x^2}{y} - \dfrac{4y}{z^2} + x^2 z^2$ в точке $M_1(1;-1;2)$. Найти производную этой функции в точке M_1 по направлению вектора $\vec{l} = M_1\vec{M}_2$, где $M_2(3;-4;-4)$.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №4 ПО ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И ЭЛЕМЕНТАМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВСЕХ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ

Организация выполнения контрольной работы №4

Выполнение контрольной работы в виде решения ряда задач по теории вероятностей и элементам математической статистики практикуется в учебном процессе в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития умений и навыков в соответствии с компетенциями образовательной программы.

Выполнение контрольной работы призвано стимулировать самостоятельную работу студентов по изучению основ математики; оно направлено на формирование знаний основных категорий теории вероятностей и элементов математической статистики, развитие навыков логического мышления, обобщения и умения делать верные выводы.

Каждый студент получает от преподавателя дисциплины свой вариант контрольной работы. Каждый вариант контрольной работы включает 18 задач.

При этом предлагаются образцы задач с подробными объяснениями и решениями по всем изучаемым темам данного раздела, подобные представленным в контрольной работе.

Требования к оформлению контрольной работы

Контрольная работа должна быть выполнена в рукописном виде. Контрольная работа выполняется либо в ученической тетради, либо на листах формата А4 (сшитых) в той последовательности, которая определена вариантом. Вначале переписывается содержание каждой задачи, затем приводится ее подробное решение и дается ответ.

В случае выполнения контрольной работы на отдельных листах все страницы работы должны быть пронумерованы. Номер страницы ставится снизу страницы, по центру. Первой страницей является титульный лист, но на ней номер страницы не

ставится. Титульный лист работы оформляется студентом по образцу, данному в приложении.

В конце работы должен быть представлен список использованной литературы.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №4

В данном разделе приведены подробные решения задач, подобных указанным в вариантах.

Задача 1

При массовом производстве полупроводниковых диодов вероятность брака при формовке 0,2. Какова вероятность того, что из 400 наугад взятых диодов ровно 84 будут бракованными?

Решение

Так как $n = 400$ представляет собой достаточно большое число и $p = 0{,}2$, то можно считать, согласно локальной теореме Лапласа, что случайная величина $X = k$ распределена по нормальному закону. Тогда вероятность того, что в n независимых испытаниях событие наступит ровно k раз, приближённо равна

$$P_n(k) = \frac{1}{\sqrt{npq}}\varphi(x),$$

где $$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-x^2}{2}}, \quad x = \frac{k-np}{\sqrt{npq}}.$$

По условиям задачи $k = 84$; $q = 0{,}8$, $p = 0{,}2$, $n = 400$, тогда

$$P\,(\mathrm{X} = 84) \approx \frac{1}{\sqrt{400 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}8}} \varphi\left(\frac{84 - 400 \cdot 0{,}2}{\sqrt{400 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}8}}\right) =$$

$$= \frac{1}{8}\varphi\,(0{,}5) = \frac{1}{8} 0{,}3521 \approx 0{,}044.$$

Таблица функции $\varphi(x)$ для положительных значений x приводится в приложениях к учебникам (см., например, В. Е. Гмурман. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике). Для отрицательных значений x пользуются той же таблицей, так как функция $\varphi(x)$ – чётная.

Задача 2

Производится три выстрела по одной и той же мишени. Вероятности попадания при первом, втором и третьем выстрелах соответственно равны:

$$p_1 = 0{,}4; \;\; p_2 = 0{,}5; \;\; p_3 = 0{,}7.$$

Найти вероятности того, что в результате этих трёх выстрелов по мишени будет:

а) ровно одно попадание;

б) хотя бы одно попадание;

в) ровно два попадания.

Решение

а) Пусть событие A – одно попадание в мишень. Обозначим $A_1 - A_3 -$ события, означающие попадания в мишень соответственно при первом, втором и третьем выстрелах. Событие A выражается так

$$A = A_1\overline{A}_2\overline{A}_3 + \overline{A}_1A_2\overline{A}_3 + \overline{A}_1\overline{A}_2A_3,$$

где $\overline{A}_1 - \overline{A}_3 -$ события, противоположные соответственно событиям $A_1 - A_3$.

Применяя теорему сложения вероятностей для несовместных событий и теорему умножения для независимых событий, получим

$$P(A) = P(A_1\overline{A}_2\overline{A}_3) + P(\overline{A}_1A_2\overline{A}_3) + P(\overline{A}_1\overline{A}_2A_3) =$$
$$= P(A_1)\cdot P(\overline{A}_2)\cdot P(\overline{A}_3) + P(\overline{A}_1)\cdot P(A_2)\cdot P(\overline{A}_3) + P(\overline{A}_1)\cdot P(\overline{A}_2)\cdot P(A_3) =$$
$$= 0{,}4\cdot 0{,}5\cdot 0{,}3 + 0{,}6\cdot 0{,}5\cdot 0{,}3 + 0{,}6\cdot 0{,}5\cdot 0{,}7 = 0{,}36.$$

б) Пусть событие B – хотя бы одно попадание в мишень, тогда

$$B = A_1A_2A_3 + A_1A_2\overline{A}_3 + A_1\overline{A}_2A_3 + A_1\overline{A}_2\overline{A}_3 + \overline{A}_1A_2\overline{A}_3 + \overline{A}_1\overline{A}_2A_3.$$

Но легче подсчитать вероятность противоположного события $\overline{B}$ – ни одного попадания при трёх выстрелах:

$$\overline{B} = \overline{A}_1\overline{A}_2\overline{A}_3.$$

Тогда $P(B) = 1 - P(\overline{B}) = 1 - 0{,}6\cdot 0{,}5\cdot 0{,}3 = 1 - 0{,}09 = 0{,}91.$

в) Пусть событие C равно двум попаданиям, тогда

$$C = A_1A_2\overline{A}_3 + A_1\overline{A}_2A_3 + \overline{A}_1A_2A_3,$$

$$P(C) = 0{,}4\cdot 0{,}5\cdot 0{,}3 + 0{,}4\cdot 0{,}5\cdot 0{,}7 + 0{,}6\cdot 0{,}5\cdot 0{,}7 = 0{,}41.$$

Задача 3

По каналу связи передаётся один из двух возможных сигналов x_1 или x_2. Сигнал x_2 передаётся в среднем в два раза чаще, чем сигнал x_1. Из-за наличия помех возможны искажения: вместо сигнала x_1 на приёме может быть получен сигнал x_2 и наоборот. Свойства канала связи таковы, что сигнал x_1 подвергается искажениям в 10 %, а сигнал x_2 – в 20 % случаев. Предположим, что получен сигнал x_1. Какова вероятность, что передан этот же сигнал?

Решение

Введём обозначения:

событие A – передан сигнал x_1;

событие B – получен сигнал x_1.

Тогда событие $\overline{A}$ – передан сигнал x_2. Событие B может наступить лишь при появлении одного из несовместных событий (гипотез) A и $\overline{A}$.

По условиям задачи:

$$P(A) = \frac{1}{3}; \quad P(\overline{A}) = \frac{2}{3}.$$

Вероятность того, что получен сигнал x_1, при условии, если передали этот же сигнал:

$$P(B/A) = 0{,}9.$$

Вероятность того, что получен сигнал x_1, если передали сигнал x_2:

$$P(B/\overline{A}) = 0{,}2.$$

Искомую вероятность $P(A/B)$ находим по формуле Бейеса:

$$P(A/B)=\frac{P(A)\cdot P(B/A)}{P(A)\cdot P(B/A)+P(\overline{A})\cdot P(B/\overline{A})}=\frac{\frac{1}{3}\cdot 0{,}9}{\frac{1}{3}\cdot 0{,}9+\frac{2}{3}\cdot 0{,}2}\approx 0{,}692.$$

Задача 4

"n" стрелков независимо друг от друга стреляют по одной и той же цели. Вероятность попадания для каждого стрелка равна $p=0{,}004$. Определить количество стрелков, которое потребуется для поражения цели с вероятностью не меньшей, чем $P=0{,}98$.

Решение

Пусть событие *A* – поражение цели стрелками, тогда $\overline{A}$ – промахи всех стрелков. Так как выстрелы производятся независимо друг от друга, то по теореме умножения вероятностей

$$P(\overline{A})=(1-p)^n,$$

а вероятность наступления события *A*

$$P(A)=1-P(\overline{A})=1-(1-p)^n.$$

По условию задачи необходимо, чтобы

$$1-(1-p)^n\geq P$$

или

$$1-P\geq(1-p)^n.$$

Отсюда $\lg(1-P)\geq n\cdot\lg(1-p)$

и с учетом того, что

$$\lg(1-p)<0:$$

$$n\geq\frac{\lg(1-P)}{\lg(1-p)}.$$

При p = 0,004 и P = 0,98 получим:

$$n\geq\frac{\lg 0{,}02}{\lg 0{,}996}\approx 976.$$

Ответ:

Для поражения цели требуется не менее 976 стрелков.

Задача 5

Из партии, состоящей из 50 изделий, среди которых имеется 5 бракованных, выбраны случайным образом четыре изделия для проверки их качества. Построить ряд распределения случайного числа X бракованных изделий, содержащихся в выборке, и найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратичное отклонение случайной величины X. Найти функцию распределения $F(x)$ и построить её график.

Решение

Возможными значениями случайной величины X будут

$x_1=0$ (в выборке нет бракованных изделий);

$x_2=1$ (в выборке одно бракованное изделие);

$x_3=2;\ x_4=3;\ x_5=4$ (все четыре выбранных изделия бракованные).

Найдем вероятность того, что случайная величина X примет эти значения.

а) $x_1=0$.

Согласно классическому определению вероятности, вероятностью события A называется отношение числа благоприятных случаев m к общему числу случаев n:

$$P(A) = \frac{m}{n}.$$

Общее число состоит из возможных комбинаций, которые можно образовать из 50 изделий по четыре, т. е.

$$n = C_{50}^4,$$

где число сочетаний вычисляется по формуле

$$C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}.$$

Из этого числа случаев благоприятными являются только те выборки, которые не содержат бракованных изделий. Так как имеется 45 не бракованных изделий, то число благоприятных случаев – это число способов, которыми можно выбрать 4 изделия из 45, т. е. $m = C_{45}^4,$

тогда для $x_1 = 0$

$$p_1 = \frac{C_{45}^4}{C_{50}^4} = \frac{\frac{45!}{4!\cdot 41!}}{\frac{50!}{4!\cdot 46!}} = \frac{42\cdot 43\cdot 44\cdot 45}{47\cdot 48\cdot 49\cdot 50} = 0{,}64696.$$

б) $x_2 = 1.$

Общее число случаев $n = C_{50}^4.$

Благоприятными случаями являются те выборки, которые содержат одно бракованное изделие и три не бракованных.

Число способов, которыми можно выбрать одного бракованное изделие из пяти, равно числу сочетаний из 5 по 1, т. е. $C_5^1.$

Кроме того, число способов, которыми можно выбрать остальные три не бракованных изделия из 45, равно $C_{45}^3.$ А так как каждое выбранное бракованное изделие может оказаться в одной выборке с каждой из троек не бракованных изделий, то число всех выборок по 4 изделия, в которых одно бракованное, а три не бракованных, равно: $C_5^1 \cdot C_{45}^3,$

тогда $$p_2 = \frac{C_5^1 \cdot C_{45}^3}{C_{50}^4} = 0{,}30807.$$

в) Вероятность того, что случайная величина X примет значение, равное 2, равна $(x_3 = 2)$ $$p_3 = \frac{C_5^2 \cdot C_{45}^2}{C_{50}^4} = 0{,}043.$$

г) $x_4 = 3;$ $$p_4 = \frac{C_5^3 \cdot C_{45}^1}{C_{50}^4} = 0{,}00195.$$

д) $x_5 = 4;$ $$p_5 = \frac{C_5^4 \cdot C_{45}^0}{C_{50}^4} = 0{,}00002.$$

Получим следующий ряд распределения:

X	0	1	2	3	4
P	0,64696	0,30807	0,043	0,00195	0,00002

Определяем математическое ожидание (округлим до 0,001).

$$M(X) = \sum_{i=1}^{5} x_i p_i = 0\cdot 0{,}647 + 1\cdot 0{,}308 + 2\cdot 0{,}043 + 3\cdot 0{,}002 + 4\cdot 0 = 0{,}398 \approx 0{,}4.$$

Дисперсию вычислим по формуле

$$D(X)=\sum_{i=1}^{5}x_i^2p_i-\left(M(X)\right)^2.$$

Для нахождения дисперсии составим ряд распределения для величины x^2 (вероятности округлены до 0,001):

X^2	0	1	4	9	16
P	0,647	0,308	0,043	0,002	0

тогда

$$D(X)=0\cdot0{,}647+1\cdot0{,}308+4\cdot0{,}043+9\cdot0{,}002+16\cdot0-(0{,}4)^2\approx0{,}338\approx0{,}34.$$

Среднее квадратичное отклонение $\sigma(x)$ рассчитывается по формуле

$$\sigma(X)=\sqrt{D(X)}=\sqrt{0{,}34}\approx0{,}58.$$

Найдём функцию распределения $F(x)$. Согласно определению, функцией распределения случайной величины X называется вероятность того, что она примет значение меньшее, чем заданное X:

$$F(x)=P\{X<x\}.$$

1. Пусть $x\le0$; так как число изделий отрицательным быть не может, то для любого $x\le0$ (включая 0) $F(x)=0$.
2. Пусть $0<x\le1$ (например, $x=1/2$):
$$F(x)=P\{X=0\}=0{,}64696.$$
3. Пусть $1<x\le2$ (например, 1,75):
$$F(x)=P\{X<2\}=P\{X=0\}+P\{X=1\}=0{,}64696+0{,}30807=0{,}95503.$$

Очевидно, что и $F(2)=0{,}95503$.

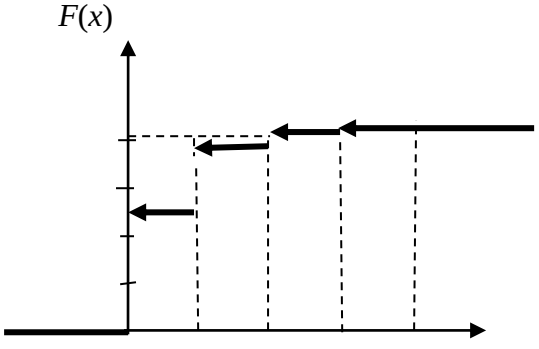
4. Пусть $2<x\le3$, тогда
$$F(x)=P\{X<3\}=P\{x=0\}+P\{x=1\}+P\{x=2\}$$
$$0{,}95503+0{,}043=0{,}99803.$$
5. Пусть $3<x\le4$: $F(x)=P\{X<4\}=0{,}99803+0{,}00195=0{,}999$.

Тогда и $F(4)=0{,}99998$.

6. Пусть $x>4$: $F(x)=0{,}99998+0{,}00002=1$.

Итого:
$$F(x)=\begin{cases}0, & x\le0,\\ 0{,}64696, & 0<x\le1,\\ 0{,}95503, & 1<x\le2,\\ 0{,}99803, & 2<x\le3,\\ 0{,}99998, & 3<x\le4,\\ 1, & x>4\end{cases}.$$

Изобразим графические функции $F(x)$:



0 1 2 3 4 x

Задача 6

Дискретная случайная величина X может принимать только два значения: x_1 и x_2, причем $x_1 < x_2$. Известны вероятность p_1 возможного значения x_1, математическое ожидание $M(X)$ и $D(X)$. Найти закон распределения этой случайной величины, если $p_1 = 0{,}3;\quad M(X) = 3{,}4;\quad D(X) = 0{,}84.$

Решение

Сумма вероятностей всех возможных значений дискретной случайной величины равна единице, поэтому вероятность того, что X примет x_2, равна
1 – 0,3 = 0,7.

Напишем закон распределения *X*:

X	x_1	x_2
P	0,3	0,7

Для отыскания x_1 и x_2 надо составить два уравнения, связывающие эти числа. С этой целью выразим известные математическое ожидание и дисперсию через x_1 и x_2

Найдем $M(X)$:

$$M(X) = 0{,}3x_1 + 0{,}7x_2.$$

По условию: $M(X) = 3{,}4,$ следовательно,

$$0{,}3x_1 + 0{,}7x_2 = 3{,}4 \qquad (1)$$

Напишем закон распределения X^2

X^2	x_1^2	x_2^2
p	0,3	0,7

Найдём $M(X^2)$:

$$M(X^2) = 0{,}3x_1^2 + 0{,}7x_2^2.$$

Формула для нахождения дисперсии имеет вид:

$$D(X) = M(X^2) - [M(X)]^2.$$

Подставляя, $D(X) = 0{,}84,$ получим

$$0{,}3x_1^2 + 0{,}7x_2^2 - (3{,}4)^2 = 0{,}84$$

или

$$0{,}3x_1^2 + 0{,}7x_2^2 = 12{,}4. \qquad (2)$$

Объединяя уравнения (1) и (2), получим систему уравнений:

$$\begin{cases} 0{,}3x_1 + 0{,}7x_2 = 3{,}4 \\ 0{,}3x_1^2 + 0{,}7x_2^2 = 12{,}4 \end{cases}$$

или

$$\begin{cases} 3x_1 + 7x_2 = 34 \\ 3x_1^2 + 7x_2^2 = 124. \end{cases}$$

Из первого уравнения находим

$$x_1 = \frac{34 - 7x_2}{3}.$$

Подставляя это значение x_1 во второе уравнение, получим после упрощения

$$5x_2^2 - 34x_2 + 56 = 0.$$

Корнями этого квадратного уравнения будут числа $x_2' = 2{,}8$ и $x_2'' = 4$.

Для $x_2' = 2{,}8$ находим

$$x_1' = \frac{34 - 7 \cdot 28}{3} = 4{,}8.$$

Для $x_2'' = 4$ находим

$$x_1'' = \frac{34 - 7 \cdot 4}{3} = 2.$$

Но по условию задачи $x_1 < x_2$, поэтому остаётся принять, что $x_1 = 2$ и $x_2 = 4$.

Таким образом, закон распределения случайной величины X имеет вид:

X	2	4
P	0,3	0,7

Задача 7

Случайная величина X задана интегральной функцией распределения $F(x)$. Найти плотность вероятности $f(x)$, математическое ожидание $M(x)$, дисперсию $D(x)$. Построить график функций $F(x)$ и $f(x)$. Найти вероятность того, что случайная величина X примет значение, заключенное в интервале $\left(\frac{\pi}{16}; \frac{\pi}{12}\right)$, если

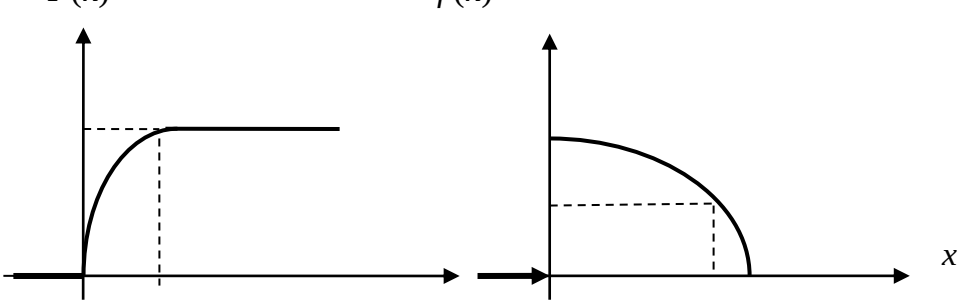
$$F(x) = \begin{cases} 0, & \text{при} \quad x < 0 \\ \sin 4x, & \text{при} \quad 0 \le x \le \frac{\pi}{8} \\ 1, & \text{при} \quad x > \frac{\pi}{8} \end{cases}.$$

Решение

Для нахождения плотности вероятности $f(x)$ воспользуемся формулой $f(x) = F'(x)$. Тогда

$$f(x) = \begin{cases} 0, & \text{при} \quad x < 0 \\ 4\cos 4x, & \text{при} \quad 0 < x \le \frac{\pi}{8} \\ 0, & \text{при} \quad x > \frac{\pi}{8} \end{cases}.$$

Графики $F(x)$ и $f(x)$ таковы:



$0 \quad \frac{\pi}{8} \qquad\qquad 0 \qquad \frac{\pi}{12} \quad \frac{\pi}{8}$

Для нахождения математического ожидания используем формулу

$$M(X) = \int_a^b x \cdot f(x)\,dx,$$

где a и b – границы интервала, которому принадлежат все возможные значения X.

Подставив $a = 0; \quad b = \frac{\pi}{8}; \quad f(x) = 4\cos 4x$, получим

$$M(X) = \int_0^{\pi/8} x \cdot 4\cos 4x dx = 4\int_0^{\pi/8} x \cdot \cos 4x dx =$$

$$= \left| \begin{array}{ll} u = x; & dv = \cos 4x dx \\ du = dx; & v = \frac{1}{4}\sin 4x \end{array} \right| =$$

$$= 4x\frac{1}{4}\sin 4x\Big|_0^{\pi/8} - 4\int_0^{\pi/8} \frac{1}{4}\sin 4x =$$

$$= x\sin 4x\Big|_0^{\pi/8} - 4\int_0^{\pi/8} \sin 4x dx =$$

$$= \frac{\pi}{8} \cdot \sin\frac{4\pi}{8} + \frac{1}{4}\cos 4x\Big|_0^{\pi/8} = \frac{\pi}{8} - \frac{1}{4}.$$

Для нахождения дисперсии воспользуемся формулой

$$D(X) = \int_a^b x^2 f(x)dx - M^2(X),$$

тогда $$D(X) = 4\int_a^b x^2 \cos 4x dx - \left(\frac{\pi}{8} - \frac{1}{4}\right)^2 =$$

$$= \left| \begin{array}{ll} u = x^2, & \cos 4x dx = dv \\ du = 2x dx, & v = \frac{1}{4}\sin 4x \end{array} \right| =$$

$$4\frac{1}{4}\sin 4x \cdot x^2\Big|_0^{\pi/8} - 4\frac{1}{4}\int_0^{\pi/8} 2x\sin 4x - \left(\frac{\pi}{8} - \frac{1}{4}\right)^2 =$$

$$x^2\sin 4x\Big|_0^{\pi/8} - 2\int_0^{\pi/8} x\sin 4x dx - \left(\frac{\pi}{8} - \frac{1}{4}\right)^2 =$$

$$= \left| \begin{array}{ll} x = u, & \sin 4x dx = dv \\ dx = du, & v = -\frac{1}{4}\cos x \end{array} \right| =$$

$$\frac{\pi^2}{64} - 2(-\frac{1}{4}x\cos 4x\Big|_0^{\pi/8} + \frac{1}{4}\int_0^{\pi/8} \cos 4x dx) - \left(\frac{\pi}{8} - \frac{1}{4}\right)^2 =$$

$$= \frac{\pi^2}{64} - 2\frac{1}{16}\sin 4x\Big|_0^{\pi/8} - -\left(\frac{\pi}{8} - \frac{1}{4}\right)^2 =$$

$$= \frac{\pi^2}{64} - \frac{1}{8} - \left(\frac{\pi}{8} - \frac{1}{4}\right)^2 = \frac{\pi - 3}{16}.$$

Вероятность того, что заданная величина X примет значения, заключённые в интервале $\left(\frac{\pi}{16}; \frac{\pi}{12}\right)$, находится по формуле

$$P(a < X < b) = \int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a),$$

тогда

$$P\left(\frac{\pi}{16} < X < \frac{\pi}{12}\right) = \sin 4x\Big|_{\pi/16}^{\pi/12} = \sin\frac{\pi}{3} - \sin\frac{\pi}{4} =$$

$$= \frac{\sqrt{3} - \sqrt{2}}{2} \approx 0{,}159.$$

Задача 8

Найти вероятность того, что в четырёх независимых испытаниях событие A повторится:

а) ровно два раза;

б) не менее двух раз;

в) не более двух раз;

г) хотя бы один раз,

если в каждом испытании вероятность появления события A равна 0,4.

Решение

Для решения задачи воспользуемся формулой Бернулли: вероятность того, что в n независимых испытаниях, в каждом из которых вероятность появления события p $(0 < p < 1)$, событие наступит ровно k раз (безразлично, в какой последовательности), равна

$$P_n(k) = C_n^k p^k q^{n-k},$$

где $q = 1 - p$; тогда вероятность того, что в четырёх испытаниях событие A наступит:

а) ровно два раза, равна

$$P_4(2) = C_4^2 \cdot 0{,}4^2 \cdot 0{,}6^2 = \frac{4!}{2!\cdot 2!} 0{,}16 \cdot 0{,}36 = 0{,}3456;$$

б) не менее двух раз:

$$P_4(2) + P_4(3) + P_4(4) = 0{,}3456 + 0{,}1536 + 0{,}0256 = 0{,}5248;$$

в) не более двух раз:

$$P_4(0) + P_4(1) + P_4(2) = 1 - P_4(3) - P_4(4) =$$

$$= 1 - 0{,}1536 - 0{,}0256 = 0{,}8208;$$

г) хотя бы один раз:

$$P_4(1) + P_4(2) + P_4(3) + P_4(4) = 1 - P_4(0) =$$

$$= 1 - C_4^0 \cdot 0{,}4^0 \cdot 0{,}6^4 = 1 - 0{,}1296 = 0{,}8704.$$

Задача 9

Известны математическое ожидание $a = 7$ и среднее квадратичное отклонение σ нормально распределённой величины X. Найти вероятность попадания этой величины в заданный интервал (4, 13).

Решение

Вероятность того, что нормально распределённая величина X примет значение, принадлежащее интервалу (α, β), равна:

$$P(\alpha < X < \beta) = \Phi\left(\frac{\beta - a}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha - a}{\sigma}\right),$$

где $\Phi(x)$ – функция Лапласа.

Подставив $\alpha = 4, \quad \beta = 13, \quad a = 7$ и $\sigma = 3$, получим

$$P(4 < X < 13) = \Phi\left(\frac{13-7}{3}\right) - \Phi\left(\frac{4-7}{3}\right) = \Phi(2) - \Phi(-1) = \Phi(2) + \Phi(1).$$

По таблиц значений функций Лапласа (смотреть, например Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике, прил. 2) находим:

$$\Phi(2) = 0{,}4772; \quad \Phi(1) = 0{,}3413,$$

тогда

$$P(4 < X < 13) = 0{,}4772 + 0{,}3413 = 0{,}8185.$$

Задача 10

В лифт семиэтажного дома на первом этаже вошли три человека. Каждый из них с одинаковой вероятностью выходит на любом из этажей, начиная со второго. Найти вероятности следующих событий:

A – все пассажиры выйдут на четвёртом этаже;

B – все пассажиры выйдут одновременно (на одном и том же этаже);

C – все пассажиры выйдут на разных этажах.

Решение

Общее число случаев $n = 6^3 = 216, \quad P(A) = \frac{1}{216}$. Вероятность события *B* вшестеро больше вероятности события *A* (так как этажей, на которых можно выйти, 6); $m = 6$ и $\mathrm{P(B)} = \frac{6}{216} = \frac{1}{36}$. Для события *C* число способов, которыми можно распределить трёх пассажиров по шести этажам: $m = C_6^3 = 20;$

$$P(C) = \frac{20}{216} = \frac{5}{54}.$$

Задача 11

Двое поочередно бросают монету. Выигрывает тот, у которого раньше появится герб. Определить вероятность выигрыша для каждого из игроков.

Решение

Вероятность выигрыша для игроков обозначим p_1 и p_2.

$$p_1 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2^3} + \frac{1}{2^5} + \cdots = \frac{2}{3}.$$

Имеем сумму бесконечно убывающей геометрической прогрессии, где

$$b_1 = \frac{1}{2}, \quad q = \frac{1}{4}, S = \frac{b_1}{1-q} = \frac{2}{3}.$$

Аналогично

$$p_2 = \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^4} + \frac{1}{2^6} + \cdots = \frac{1}{3},$$

$$\text{где } b_1 = \frac{1}{4}, \quad q = \frac{1}{4}.$$

Другое решение:

$$p_1 + p_2 = 1,\ p_2 = \frac{1}{2}p_1, \quad \text{т. е.} \quad p_1 = \frac{2}{3},\ p_2 = \frac{1}{3}.$$

Задача 12

Плотность распределения вероятностей случайной величины X имеет вид $f(x) = \gamma e^{-x^2+2x+3}$. Найти γ, математическое ожидание $M(X)$, дисперсию $D(X)$, функцию распределения случайной величины X, вероятность выполнения неравенства $-\frac{1}{3} < X < \frac{4}{3}$.

Решение

Используем формулы для нормального распределения. Плотность нормального распределения: $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-(x-m)^2}{2\sigma^2}}$. Преобразуем заданную функцию:

$$f(x) = \gamma e^{-((x^2-2x+1)-1-3)} = \gamma e^{-(x-1)^2+4} = \gamma e^4 e^{-(x-1)^2}.$$

Отсюда имеем:

$$2\sigma^2 = 1, \quad D(X) = \sigma^2 = \frac{1}{2}, \quad \sigma = \frac{1}{\sqrt{2}},$$

$$\gamma e^4 = \frac{1}{\frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{2\pi}}; \quad \gamma = \frac{1}{e^4\sqrt{\pi}};$$

$$F(x) = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{x-m}{\sigma}\right) = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{x-1}{\frac{1}{\sqrt{2}}}\right) = \frac{1}{2} + \Phi(\sqrt{2}(x-1));$$

$$P(\alpha < X < \beta) = \Phi\left(\frac{\beta-m}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha-m}{\sigma}\right);$$

$$P\left(-\frac{1}{3} < X < \frac{4}{3}\right) = \Phi\left(\frac{\frac{4}{3}-1}{\frac{1}{\sqrt{2}}}\right) - \Phi\left(\frac{-\frac{1}{3}-1}{\frac{1}{\sqrt{2}}}\right) = \Phi\left(\frac{\sqrt{2}}{3}\right) + \Phi\left(\frac{4\sqrt{2}}{3}\right) =$$

$$= \Phi(0{,}4714) + \Phi(1{,}8856) = 0{,}1808 + 0{,}4706 = 0{,}6514.$$

Задача 13

Дана плотность распределения случайной величины X:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{2(x-a)}{(b-a)^2}, & x \in [a, b], \\ 0, & x \bar{\in} [a, b]. \end{cases}$$

Найти математическое ожидание $M(Y)$ и дисперсию $D(Y)$ случайной величины Y, которая представляет собой площадь квадрата со стороной x, если $a = 4$, $b = 6$.

Решение

$$Y = \varphi(x) = x^2, \qquad M(Y) = \int_a^b \varphi(x) f(x) dx,$$

$$M(Y) = \int_4^6 x^2 \frac{(x-4)}{2} dx = \frac{86}{3};$$

$$D(Y) = \int_a^b \varphi^2(x) f(x) dx - M^2(Y);$$

$$D(Y) = \int_4^6 x^4 \frac{(x-4)}{2} dx - \left(\frac{86}{3}\right)^2 = \frac{1084}{45} \approx 24{,}1.$$

Комплект вариантов контрольной работы №4

ВАРИАНТ 1

1. Два брата входят в состав двух различных спортивных команд, состоящих из 12 человек каждая. В двух урнах имеется по 12 билетов с номерами от 1 до 12. Члены каждой команды вынимают наудачу по одному билету из определенной урны (без возвращения). Найти вероятность того, что оба брата вытащат номер 6.

2. Радиолампа может принадлежать к одной из трёх партий с вероятностями 0,25; 0,5; 0,25. Вероятности того, что лампа проработает заданное число часов, равны для этих партий, соответственно, 0,1; 0,2; 0,5. Определить вероятность того, что радиолампа проработает заданное число часов.

3. Чему равна вероятность того, что при бросании трёх игральных костей 6 очков появится хотя бы один раз?

4. Вероятность выхода из строя за время T одного конденсатора равна 0,2. Определить вероятность того, что за время T из 100 конденсаторов выйдут из строя:

а) не менее 20 конденсаторов;

б) менее 28 конденсаторов;

в) от 14 до 26 конденсаторов.

5. Опыт состоит из трёх бросаний монеты, из которых герб выпадает с вероятностью p = 0,5. Для случайного числа появлений герба построить: а) ряд распределения; б) многоугольник распределения; в) функцию распределения**.**

ВАРИАНТ 2

1. Студент знает 45 из 60 вопросов программы. Каждый экзаменационный билет содержит три вопроса. Найти вероятность того, что студент знает: а) все три вопроса; б) только два; в) только один вопрос.

2. Устройство содержит 2 независимо работающих элемента. Вероятности отказа элементов соответственно равны 0,05 и 0,08. Найти вероятность отказа устройства, если для этого достаточно, чтобы отказал хотя бы один элемент.

3. При передаче сообщения сигналами «точка» и «тире» эти сигналы встречаются в соотношении 5/3. Статистические свойства помех таковы, что искажаются в среднем 2/5 сообщений «точка» и 1/3 сообщений «тире». Найти вероятность того, что произвольный из принятых сигналов не искажён.

4. Вероятность поражения мишени стрелком при одном выстреле равна 0,75. Найти вероятность того, что при 10 выстрелах, стрелок поразит мишень 8 раз. Результат, полученный применением локальной теоремы Лапласа, сравнить с результатом, полученным по формуле Бернулли.

5. Опыт состоит из четырех независимых бросаний монеты, в каждом из которых герб выпадает с вероятностью $p = 0,5$. Для случайного числа появлений герба построить:

а) ряд распределения; б) многоугольник распределения; в) функцию распределения.

ВАРИАНТ 3

1. В каждой из двух урн находится 5 белых и 10 черных шаров. Из первой урны переложили во вторую наудачу один шар, а затем из второй вынули наугад один шар. Найти вероятность того, что вынутый шар окажется чёрным.

2. Отдел технического контроля проверяет изделия на стандартность. Вероятность того, что изделие стандартно, равна 0,8. Найти вероятность того, что из двух проверенных изделий только одно стандартное.

3. В лотерее 1000 билетов, из них на 1 билет падает выигрыш 500 рублей, на 10 билетов – по 100 рублей, на 50 билетов – по 20 рублей, на 100 билетов – по 5 рублей, остальные билеты невыигрышные. Некто покупает 1 билет. Найти вероятность выигрыша не менее 20 рублей.

4. Для определения содержания полезных компонентов на металлургическом комбинате проводится опробование вагонов с товарной рудой. Найти вероятность того, что из 400 вагонов опробование пройдут ровно 80 вагонов, если из 5 вагонов опробуется только один.

5. Производится 4 выстрела по мишени. Вероятность попадания при каждом выстреле равна 0,3. Для случайного числа попаданий построить: а) ряд распределения; б) многоугольник распределения; в) функцию распределения, г) найти математическое ожидание.

ВАРИАНТ 4

1. Три стрелка в одинаковых и независимых условиях производят по одному выстрелу по одной и той же цели. Вероятность поражения цели первым стрелком равна 0,9, вторым – 0,8, третьим – 0,7. Найти вероятность того, что: а) только один из стрелков попадает в цель; б) только два стрелка попадут в цель; в) все три стрелка попадут в цель.

2. Наборщик пользуется двумя кассами. В первой кассе – 90 %, а во второй – 80 % отличного шрифта. Найти вероятность того, что любая извлечённая литера из наудачу взятой кассы будет отличного качества.

3. Студент знает 70 из 90 вопросов программы. Найти вероятность того, что студент знает предложенные ему экзаменатором 3 вопроса.

4. Имеются 100 станков одинаковой мощности, работающих независимо друг от друга в одинаковом режиме, при котором их привод оказывается включённым в течение $p = 0{,}8$ всего рабочего времени. Какова вероятность того, что в произвольно взятый момент времени окажутся включенными от 70 до 80 станков?

5. Производится взрывание пяти скважин. Вероятность высокой эффективности объёма взорванной массы одной скважины равна 0,7. Построить ряд распределения эффективности объёма взорванной массы и найти её математическое ожидание.

ВАРИАНТ 5

1. Вероятность наступления события в каждом из одинаковых и независимых испытаний равна 0,8. Найти вероятность того, что в 1600 испытаниях событие наступит 1200 раз.

2. Автомат штампует детали. Вероятность того, что за один час не будет выпущено ни одной нестандартной детали, равна 0,9. Найти вероятность того, что будут стандартными все детали, выпущенные за 3 часа.

3. Число грузовых автомашин, проезжающих по шоссе, на котором стоит бензоколонка, относится к числу легковых автомашин как 3/2. Вероятность того, что будет заправляться грузовая машина, равна 0,1, для легковой машины эта вероятность равна 0,2. К бензоколонке подъехала для заправки машина. Найти вероятность того, что эта машина грузовая.

4. Из цифр 1 – 5 выбирается наудачу одна, затем из оставшихся также наудачу выбирается вторая. Найти вероятности следующих событий:

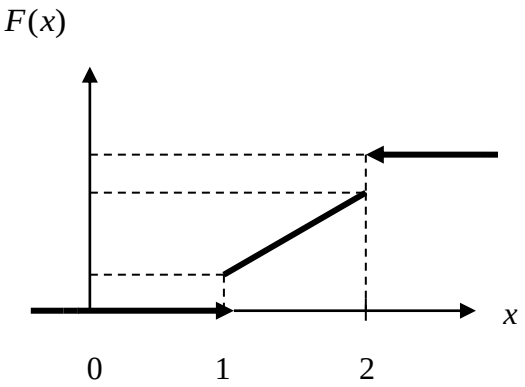
событие A – первая цифра чётная;

событие $Б$ – вторая цифра чётная;

событие B – обе цифры чётные;

событие D – хотя бы одна цифра чётная.

5. Случайная величина X имеет функцию распределения, заданную графически.



Значения $x=1$ и $x=2$ имеют отличные от нуля вероятности:

$$P\{x=1\}=0{,}25,$$
$$P\{x=2\}=0{,}75,$$

при $x<1$ $F(x)=0,$ при $x>2$ $F(x)=1.$

На участке $1\le x\le 2$ $F(x)$ изменяется по линейному закону. Найти $M(X)$ и $D(X)$.

ВАРИАНТ 6

1. Для сигнализации об аварии установили три независимо работающих устройства. Вероятность того, что при аварии сработает первое устройство, равна 0,9; второе – 0,95 и третье – 0,85. Найти вероятность того, что при аварии сработает: а) только одно устройство; б) только два устройства; в) все три устройства.

2. Рабочий обслуживает три станка, на которых обрабатываются однотипные детали. Вероятность брака для первого станка равна 0,02; для второго – 0,03; для третьего – 0,04. Обработанные детали складываются в один ящик. Производительность первого станка в три раза больше, чем второго, а третьего – в два раза меньше, чем второго. Определить вероятность того, что взятая наудачу деталь будет бракованной.

3. Какова вероятность того, что квадрат выбранного наудачу целого числа будет оканчиваться цифрой 1.

4. В ОТК поступила партия изделий. Вероятность того, что наудачу взятое изделие стандартно, равна 0,9. Найти вероятность того, что из 100 проверенных изделий окажется стандартных не менее 84.

5. Производятся последовательные испытания приборов на надёжность. Каждый следующий прибор испытывается только в том случае, если предыдущий оказался

надёжным. Построить ряд распределения случайного числа испытанных приборов, если вероятность выдержать испытание для каждого из них равна 0,9.

ВАРИАНТ 7

1. Вероятность наступления события в каждом из одинаковых и независимых испытаний равна 0,07. Найти вероятность того, что в 1400 испытаниях событие наступит ровно 28 раз.

2. Два автомата производят детали, которые поступают на общий конвейер. Вероятность получения нестандартной детали на первом автомате равна 0,06, а на втором – 0,09. Производительность второго автомата вдвое больше, чем первого. Найти вероятность того, что наудачу взятая с конвейера деталь нестандартна.

3. Из колоды в 52 карты вынимается наудачу три карты. Найти вероятность того, что это тройка, семёрка и туз.

4. Монета подбрасывается 5 раз. Найти вероятность следующих событий:

событие A – все пять раз появится герб;

событие $Б$ – хотя бы один раз появится герб;

событие B – герб появится ровно два раза.

5. В денежной лотерее выпущено 100 билетов. Разыгрывается один выигрыш в 50 руб.; четыре выигрыша по 25 руб.; десять – по 10 руб.; остальные невыигрышные. Составить ряд распределения стоимости выигрыша для владельца одного лотерейного билета (случайная величина X – стоимость возможного выигрыша) и найти математическое ожидание.

ВАРИАНТ 8

1. В партии из 100 деталей имеются 10 дефектных. Найти вероятность того, что среди 5 изделий, наудачу взятых из этой партии, только 2 окажутся дефектными.

2. В двух ящиках содержится по 20 деталей, причём из них в первом ящике 17, а во втором – 15 нестандартных деталей. Из второго ящика наудачу извлечена одна деталь и переложена в первый ящик. Найти вероятность того, что наудачу извлеченная деталь из первого ящика будет стандартной.

3. Данное предприятие в среднем даёт 21 % продукции высшего сорта и 70 % продукции первого сорта. Найти вероятность того, что случайно взятое изделие окажется первого или высшего сорта.

4. Вероятность того, что в результате четырёх независимых опытов событие A произойдёт хотя бы один раз, равна 0,5. Определить вероятность появления события A при одном опыте, если она во всех опытах остаётся неизменной.

5. Игральная кость брошена 2 раза. Написать ряд распределения числа появлений «тройки» и найти математическое ожидание.

ВАРИАНТ 9

1. Вероятность наступления события в каждом из одинаковых и независимых испытаний равна 0,8. Найти вероятность того, что в 125 испытаниях событие наступит не менее 75 и не более 90 раз.

2. Две сотрудницы набили по одинаковому комплекту перфокарт, вероятность того, что первая сотрудница допустит ошибку, равна 0,05, для второй эта вероятность равна 0,1. При сверке перфокарт была обнаружена ошибка. Найти вероятность того, что ошиблась первая сотрудница.

3. Два студента ищут нужную им книгу в букинистических магазинах. Вероятность того, что книга будет найдена первым студентом, равна 0,6, а вторым – 0,7. Какова вероятность того, что только один из студентов найдет книгу?

4. С помощью карточек, на которых написано по одной букве, составлено слово «карета». Карточки перемешиваются, а затем наугад извлекаются по одной. Какова вероятность, что сложится слово «ракета».

5. На пути движения автомашины 4 светофора. Каждый из них с вероятностью 0,5 либо разрешает, либо запрещает автомашине дальнейшее движение. Построить ряд и многоугольник распределения вероятностей числа светофоров, пройденных автомашиной без остановки.

ВАРИАНТ 10

1. На трёх станках при одинаковых и независимых условиях изготовляются детали одного наименования. На первом станке изготовляется 10 %, на втором – 30 %, на третьем – 60 % всех деталей. Для каждой детали вероятность быть бездефектной равна 0,7, если она изготовлена на первом станке; 0,8 – если она изготовлена на втором станке; 0,9 – на третьем станке. Найти вероятность того, что наугад взятая деталь окажется бездефектной.

2. Для поражения цели достаточно попадания хотя бы одного снаряда. Произведено 2 залпа из двух орудий. Найти вероятность поражения цели, если вероятность попадания в цель при одном выстреле из 1-го орудия равна 0,3, а из второго – 0,4.

3. На столе лежат 36 экзаменационных билетов с номерами 1, 2, …, 36. Преподаватель берёт три любых билета. Какова вероятность того, что они из первых четырёх?

4. Вероятность для данного спортсмена улучшить свой предыдущий результат с одной попытки равна 0,6. Определить вероятность того, что на соревнованиях спортсмен улучшит свой результат, если разрешается делать две попытки.

5. Энергосистема состоит из четырёх блоков, работающих независимо. Вероятность исправного состояния блоков в течение времени T равна 0,6. Рассматривается случайная величина X – число блоков, находящихся в исправном состоянии в течение времени T. Построить ряд распределения, функцию распределения величины X. Найти её математическое ожидание.

ВАРИАНТ 11

1. Из трёх орудий произведены залпы по цели. Вероятность попадания в цель при одном выстреле из первого орудия равна 0,9, для второго и третьего орудий эти вероятности соответственно равны 0,8 и 0,6. Найти вероятность того, что только одно орудие попадает в цель.

2. На сборку поступают детали с двух автоматов. Первый автомат даёт 0,2 % брака, а второй – 0,3 % брака. Найти вероятность попадания на сборку бракованной детали, если с первого автомата поступило 3000, а со второго 2000 деталей.

3. На экзамене студенту предлагается 20 билетов. В каждом билете 3 вопроса. Из 60 вопросов, вошедших в билеты, студент знает 50. Какова вероятность того, что взятый студентом билет будет состоять из известных ему вопросов?

4. Аппаратура содержит 2000 одинаково надёжных элементов, вероятность отказа от каждого из которых равна $p = 0{,}0005$. Какова вероятность отказа: а) одного элемента; б) хотя бы одного элемента.

5. В техническом устройстве работают независимо 2 блока. Вероятность безотказной работы первого блока 0,4; второго – 0,7. Случайная величина X – число работающих блоков. Построить ряд распределения, многоугольник распределения случайной величины X. Найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратичное отклонение.

ВАРИАНТ 12

1. Из 50 проб химического состава рудной массы в 35 пробах обнаружено наличие тяжелых металлов. Найти вероятность того, что тяжёлые металлы содержатся в двух взятых наудачу пробах.

2. Детали проходят три операции обработки. Вероятность получения брака на первой операции равна 0,02; на второй – 0,03; на третьей – 0,02. Найти вероятность получения не бракованной детали после трёх операций, предполагая, что получение брака на отдельных операциях являются событиями независимыми.

3. При разрыве снаряда образуются крупные, средние и мелкие осколки в отношении 1: 3: 6. При попадании в танк крупный осколок пробивает броню с вероятностью 0,9; средний – 0,3; мелкий – 0,1. Какова вероятность того, что попавший в броню осколок пробьёт её?

4. Случайная величина X задана рядом распределения:

X	2	3	10
P	0,1	0,4	0,5

Найти $M(X); D(X); \sigma(X)$. Написать функцию распределения $F(x)$ и построить её график.

5. Вероятность любому абоненту позвонить на коммутатор в течение часа равна 0,01. Телефонная станция обслуживает 300 абонентов. Какова вероятность, что в течение часа позвонят 4 абонента?

ВАРИАНТ 13.

1. В каждой из двух урн содержатся 3 чёрных и 7 белых шаров. Из второй урны наудачу извлечен один шар и переложен в первую урну, после чего из первой урны наудачу извлечён один шар. Найти вероятность того, что шар, извлеченный из первой урны, окажется белым.

2. Охотники Александр, Виктор и Павел попадают в летящую утку с вероятностями, соответственно равными: 2/3, 3/4 и 1/4. Все одновременно стреляют по пролетающей утке. Какова вероятность того, что утка будет убита?

3. Детали могут быть изготовлены с применением двух технологий: в первом случае деталь проходит 3 технологических операции, вероятность получения брака при каждой из которых равны, соответственно 0,1; 0,2 и 0,3. Во втором случае имеются 2 операции, вероятности получения брака при которых одинаковы и равны 0,3. Определить, какая технология обеспечивает большую вероятность получения первосортной продукции, если

в первом случае вероятность получения продукции первого сорта для не бракованной детали равна 0,9, а во втором – 0,8.

4. В течение часа коммутатор получает в среднем 60 вызовов. Какова вероятность того, что в течение 1 минуты не будет ни одного вызова?

5. В денежной лотерее выпущено 1000 билетов. Разыгрывается один выигрыш в 100 руб., четыре – по 50 руб., 5 – по 40 руб. и десять по 10 руб. Составить ряд распределения стоимости выигрыша для владельца одного лотерейного билета (случайная величина X – стоимость возможного выигрыша). Найти $M(X), D(X),$ составить функцию распределения $F(x)$ и построить её график.

ВАРИАНТ 14.

1. Три автомата изготовляют детали, которые поступают на общий контейнер. Производительность первого, второго и третьего автоматов относится как 2/3/5. Вероятность того, что деталь, изготовленная первым автоматом, отличного качества, равна 0,9, для второго и третьего автоматов эти вероятности, соответственно, равны 0,8 и 0,7. Найти вероятность того, что наудачу взятая с конвейера деталь окажется отличного качества.

2. В записанном номере телефона оказалась стёртой последняя цифра. Какова вероятность того, что, наудачу набирая последнюю цифру телефонного номера, Вы сразу позвоните нужному лицу? Вычислить эту вероятность, предлагая, что Вы вспомнили, что последняя цифра: а) нечётная; б) не больше 5.

3. Производится выстрел по трём складам боеприпасов. Вероятность попадания в первый склад 0,01, во второй – 0,008, в третий – 0,025. При попадании в один из складов взрываются все три. Найти вероятность того, что склады будут взорваны.

4. Случайная величина X задана законом распределения

X	2	4	8
p	0,1	0,5	0,4

Найти среднее квадратичное отклонение этой величины. Написать функцию распределения $F(x)$ и построить её график.

5. Вероятность рождения мальчика равна 0,515. Найти вероятность того, что из 200 родившихся детей мальчиков и девочек будет поровну.

ВАРИАНТ 15.

1. Для сигнализации об аварии установлены три независимо работающих устройства. Вероятность того, что при аварии первое устройство сработает, рана 0,8, для второго и третьего устройства эти вероятности, соответственно, равны 0,9 и 0,8. Найти вероятность того, что при аварии сработают: а) только одно устройство, б) только два устройства; в) все три устройства.

2. На сборку поступают детали с трёх автоматов. Первый автомат даёт 0,3 % брака, второй – 0,2 % брака, третий – 0,4 % брака. Найти вероятность попадания на сборку бракованной детали, если с первого автомата поступает
1000 деталей, со второго – 2000, а с третьего – 2500.

3. Цифровой замок содержит на общей оси 4 диска, каждый из которых разделён на 6 секторов, отмеченных определёнными цифрами. Замок может быть открыт только в том случае, когда цифры образуют определённую комбинацию. Какова вероятность открыть замок, установив определённую комбинацию цифр?

4. Игральная кость брошена 3 раза. Написать ряд распределения числа появлений шестёрки. Найти $M(X)$, $D(X)$, составить функцию распределения $F(x)$.

5. Вероятность изделия некоторого производства оказаться бракованным равна 0,005. Чему равна вероятность того, что из 10000, наудачу взятых изделий, бракованных окажется ровно 40?

ВАРИАНТ 16.

1. Вероятность хотя бы одного попадания в цель при двух выстрелах равна 0,96. Найти вероятность двух попаданий при трёх выстрелах.

2. На сборку поступают детали с четырёх автоматов. Первый даёт 40 %, второй – 30 %, третий – 20 %, а четвёртый 10 % всех деталей данного типа, которые поступают на сборку. Первый автомат даёт 0,1 % брака, второй – 0,2 %, третий – 0,25 %, четвёртый – 0,5 %. Найти вероятность поступления на сборку бракованной детали.

3. Каждая из букв Т, М, Р, О, Ш написана на одной из пяти карточек. Карточки перемешиваются и раскладываются наугад. Какова вероятность того, что образуется слово «ШТОРМ»?

4. Случайная величина X принимает только два значения + С и - С, каждые с вероятностью 0,5. Найти дисперсию этой случайной величины.

5. На склад магазина поступают изделия, из которых 80 % оказывается высшего сорта. Найти вероятность того, что из 100 взятых наугад изделий не менее 85 изделий окажутся высшего сорта.

ВАРИАНТ 17.

1. Вероятность хотя бы одного попадания в цель при трёх выстрелах равна 0,992. Найти вероятность четырёх попаданий при пяти выстрелах.

2. Однотипные детали поступают на сборку с двух автоматов. Первый автомат даёт 80 % необходимых для сборки деталей, а второй – 20 %. Вероятность детали быть бракованной, если она изготовлена на первом автомате, равна 1 %, если на втором – 4 %. Поступившая на сборку деталь оказалась бракованной. Какова вероятность того, что эта деталь изготовлена: а) на первом автомате; б) на втором автомате?

3. Телефонный номер состоит из 5 цифр. Определить вероятность того, что все цифры различны.

4. При ведении горных работ происходит загрязнение атмосферы газовыми выбросами в 9 из 10 случаев. Найти вероятность того, что при 50 массивных взрывах загрязнение атмосферы наступит не более, чем в 40 случаях.

5. В урне находится 15 белых, 10 чёрных и 3 синих шара. Каждое испытание состоит в том, что наудачу извлекают один шар, не возвращая его в урну. Найти вероятность того, что: а) при первом испытании появится белый шар (событие А), при втором – чёрный (событие В) и при третьем – синий (событие С); б) при первом испытании появится белый шар, а при втором и третьем – чёрные шары.

ВАРИАНТ 18.

1. Вероятность появления события в каждом из независимых испытаний равна 0,8. Найти вероятность того, что событие наступит 120 раз в 144 испытаниях.

2. Рабочий обслуживает 4 станка. Вероятность того, что в течение часа первый станок не потребует внимания рабочего, равна 0,3; второй – 0,4; третий – 0,7; четвёртый – 0,4. Найти вероятность того, что в течение часа ни один станок не потребует внимания рабочего. Найти вероятность того, что в течение часа ни один станок не потребует внимания рабочего.

3. Литьё в болванках поступает с двух заготовительных цехов – 70 % из первого и 30 % из второго. При этом материал первого цеха имеет 10 % брака, а второго – 20 %. Найти вероятность того, что одна наудачу взятая болванка без дефектов.

4. Случайная величина принимает только два значения – +10 и -10, каждое с вероятностью 0,5. Найти среднее квадратичное отклонение этой величины.

5. В урне 15 белых и 20 чёрных шаров. Из урны вынимают два шара. Найти вероятность того, что: 1) оба шара будут чёрными; 2) оба шара будут разного цвета.

ВАРИАНТ 19.

1. Партия деталей изготовлена двумя рабочими. Первый рабочий изготовил 2/3 партии, второй – 1/3 партии. Вероятность брака для первого рабочего 1 %, для второго – 10 %. На контроль взяли одну деталь. Какова вероятность того, что она бракованная?

2. Из зенитного орудия производится три выстрела по снижающемуся самолёту. Вероятность попадания при первом, втором и третьем выстрелах равны, соответственно, 0,1; 0,2; 0,4. Определить вероятность не менее двух попаданий в самолёт.

3. Найти функции распределения $F(x)$, математическое ожидание, дисперсию, среднее квадратичное отклонение, если известен ряд распределения случайной величины *X*:

X	2	3	5
P	0,3	0,1	0,6

4. На восьми одинаковых карточках написаны, соответственно, числа 2, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 13. Наугад берутся две карточки. Определить вероятность того, что образованная из двух полученных чисел дробь сократится.

5. Имеется три одинаковых урны, из которых в первой находится два белых и два чёрных шара, во второй и третьей – по три белых и четыре черных шара. Из урны, взятой наудачу, извлечён белый шар. Найти вероятность того, что шар извлечён: а) из второй урны; б) из первой урны.

ВАРИАНТ 20.

1. Сборщик получил 3 ящика деталей. В первом ящике 40 деталей, из них 20 окрашенных; во втором – 50, из них 10 окрашенных; в третьем – 30, из них 15 окрашенных. Найти вероятность того, что наудачу извлечённая деталь из наудачу взятого ящика окажется окрашенной.

2. Вероятность того, что студент сдаст первый экзамен, равна 0,9; второй – 0,9; третий – 0,8. Вычислить вероятность того, что, хотя-бы два экзамена будут сданы.

3. Производится два выстрела с вероятностями попадания в цель, равными $p_1 = 0{,}4;\ p_2 = 0{,}3$. а) записать ряд распределения случайной величины X – общего числа попаданий при двух выстрелах; б) найти математическое ожидание общего числа попаданий при двух выстрелах; в) найти дисперсию и построить многоугольник распределения.

4. Из колоды карт (36) наудачу вынимается две карты. Найти вероятность того, что среди них одна «дама» и один «король».

5. Вероятность того, что изготовленная на первом станке деталь будет первосортной, равна 0,6. При изготовлении такой же детали на втором станке эта вероятность равна 0,7. На обоих станках изготовлено по две детали. Найти вероятность того, что все детали первосортные.

ВАРИАНТ 21.

1. Ящик содержит 90 годных и 10 дефектных изделий. Найти вероятность того, что среди трёх наугад вынутых из ящика деталей нет дефектных.

2. Три электрические лампочки последовательно включены в цепь. Вероятность того, что одна (любая) лампочка перегорит, равна 0,6. Найти вероятность того, что тока в цепи не будет.

3. Имеется 5 урн: в двух урнах – по 2 белых и 1 чёрному шару; в одной 10 чёрных и ещё в двух – по 3 белых и 1 чёрному шару. Найти вероятность того, что вынутый из наудачу взятой урны шар окажется белым.

4. Из колоды в 36 карт вынимается наудачу две карты. Найти вероятность того, что это шестёрка и семёрка.

5. В лотерее 100 билетов, из них на 1 билет падает выигрыш 25 руб.; на 5 билетов – 20 руб.; на 10 билетов – 5 руб.; на 20 билетов – 1 руб.; остальные билеты невыигрышные. Найти вероятность выигрыша не менее 5 руб. на 1 билет. Составить ряд распределения случайной величины X – стоимости выигрыша на 1 билет. Найти математическое ожидание и дисперсию.

ВАРИАНТ 22.

1. Чему равна вероятность того, что дни рождения трёх человек придутся на разные месяцы: июнь, июль и август? Вероятности попадания дня рождения на данный месяц считаются равными для всех месяцев года.

2. Студент знает 40 вопросов из 50. Каждый экзаменационный билет содержит три вопроса. Найти вероятность того, что студент знает:

а) все три вопроса; б) только два вопроса.

3. Имеются три одинаковые урны: первая содержит 1 белый и 6 чёрных шаров; вторая – 3 белых и 2 чёрных шара; третья – 7 белых и 8 чёрных шаров. Из одной урны, наудачу выбранной, вынут шар. Он оказался белым. Чему равна вероятность того, что шар вынут из первой урны?

4. Прибор, обладающий надёжностью (вероятностью безотказной работы за время t), равной $p = 0{,}8$, представляется недостаточно надёжным. Для повышения надёжности он дублируется ещё одним точно таким же работающим прибором. Если первый прибор за время t отказал, происходит автоматическое переключение на дублирующий. Приборы отказывают независимо друг от друга. Найти вероятность того, что система из двух приборов прорабатывает безотказно время t.

5. Электронная аппаратура имеет три дублирующих линии. Вероятность выхода из строя каждой линии за время гарантированного срока работы аппаратуры равна 0,1. Найти закон распределения случайного числа вышедших из строя линий за время гарантийного срока, если выход из строя одной линии не зависит от рабочего состояния других линий. Найти $M(X), \sigma(X)$.

ВАРИАНТ 23

1. При разведке медно-колчеданных месторождений в 7 из 10 случаев опознавательным признаком может служить присутствие ярозита или барита. Найти вероятность присутствия минералов хотя бы в одном из трёх месторождений.

2. Студент знает 25 вопросов из 30. Каждый экзаменационный билет содержит два вопроса. Найти вероятность того, что студент знает: а) оба вопроса; б) хотя бы один вопрос.

3. В урне A белых, B чёрных и C красных шаров. Наугад вынимаются 3 шара. Найти вероятность того, что все вынутые шары будут разных цветов.

4. Имеется десять одинаковых урн, из которых в девяти находятся по 2 чёрных и по 2 белых шара, а в одной – 5 белых и 1 чёрный шар. Из урны, взятой наудачу, извлечён белый шар. Какова вероятность того, что шар извлечён из урны, содержащей 5 белых шаров?

5. Противник стремится сорвать связь, создавая помехи в двухчастотных диапазонах со средними частотами f_1 и. f_2 С этой целью мешающий передатчик настраивается попеременно на частоты f_1 и f_2 через равные промежутки времени. Вероятность сбоя от помехи на частоте f_1 составляет 0,3, а на частоте f_2 – 0,6. Какова вероятность того, что связь будет сорвана?

ВАРИАНТ 24

1. При установке одного пылеуловителя вероятность выброса в атмосферу вредных веществ составляет 0,8. Сколько пылеуловителей нужно поставить последовательно, чтобы сократить вероятность выбросов в 1,5 раза?

2. В круг радиуса R вписан равносторонний треугольник. Какова вероятность того, что две наугад поставленные в данном круге точки окажутся внутри треугольника?

3. Из урны, содержащей 3 белых и 2 чёрных шара, переложили 1 шар в урну, содержащую 4 белых и 4 чёрных шара. Вычислить вероятность вынуть белый шар из второй урны.

4. Вероятность изделия некоторого производства оказаться доброкачественным равна 0,996. Чему равна вероятность того, что из 1000, наудачу взятых изделий, бракованных окажется ровно 5?

5. Стрелок производит три выстрела по мишени. Вероятность попадания в мишень при каждом выстреле равна 0,6. За каждое попадание стрелку засчитывается 3 очка. Построить ряд распределения числа выбитых очков и многоугольник распределения. Найти математическое ожидание.

ВАРИАНТ 25

1. Для некоторой местности среднее число дождливых дней в августе равно 11. Чему равна вероятность того, что первые два дня августа будут дождливыми?

2. Вероятность того, что изготовленная на первом станке деталь будет первосортной, равна 0,7. При изготовлении такой же детали на втором станке эта вероятность равна 0,8. На первом станке изготовлено две детали, на втором – три. Найти вероятность того, что все детали первосортные.

3. Два стрелка независимо один от другого стреляют по одной мишени, причём каждый из них делает по одному выстрелу. Вероятность попадания в мишень для первого стрелка – 0,8, для второго – 0,4. После стрельбы в мишени обнаружена одна пробоина. Найти вероятность того, что она принадлежит первому стрелку.

4. Найти вероятность того, что из 500 посеянных семян не взойдёт 120, если всхожесть семян оценивается вероятностью 0,8.

5. Производятся последовательные испытания четырёх приборов на надёжность. Каждый следующий прибор испытывается только в том случае, если предыдущий оказался надёжным. Построить ряд распределения случайного числа испытанных приборов, если вероятность выдержать испытание для каждого из них равна 0,9. Найти математическое ожидание $M(X)$.

ВАРИАНТ 26

1. Сборщик получил 2 коробки одинаковых деталей, изготовленных заводом № 1, и три коробки деталей, изготовленных заводом № 2. Вероятность того, что деталь завода № 1 стандартна, равна 0,9, а завода № 2 – 0,7. Из наудачу взятой коробки сборщик наудачу извлёк деталь. Найти вероятность того, что извлечена стандартная деталь.

2. Брошены две игральные кости. Предполагается, что все комбинации выпавших очков равновероятны. Найти условную вероятность того, что выпали две пятёрки, если известно, что сумма выпавших очков делится на 5.

3. Производится три выстрела по одной и той же мишени. Вероятности попадания при первом, втором и третьем выстрелах равны, соответственно, 0,4; 0,5; 0,7. Найти вероятность того, что в результате этих трёх выстрелов в мишени будет одна пробоина.

4. ОТК проверяет детали на стандартность. Вероятность того, что изделие стандартно, равна 0,9. Найти вероятность того, что: 1) три первых проверенных изделия стандартны; 2) нестандартным окажется третье по порядку проверки изделие; 3) из трёх проверенных изделий только одно стандартно.

5. Дискретная случайная величина X задана следующим рядом распределения:

X	0	1	3	4
P	0,1	0,2	0,6	0,1

Найти функцию распределения и построить её график. Найти $M(X)$ и $D(X)$.

ВАРИАНТ 27

1. В урне A белых и B черных шаров. Из урны вынимается шар, отмечается его цвет, и шар возвращается в урну. После этого из урны берётся ещё один шар. Найти вероятность того, что оба вынутые шары – белые.

2. Вероятность попасть в цель равна 0,01. Сколько нужно сделать выстрелов, чтобы иметь хотя бы одно попадание: а) с вероятностью, не меньшей 0,5; б) с вероятностью, не меньшей 0,9?

3. Вероятность рождения мальчика равна 0,51. Найти вероятность того, что из 300 родившихся детей будут 160 мальчиков.

4. Для участия в студенческих отборочных спортивных соревнованиях выделено из первой группы курса – 4, из второй – 6, из третьей – 5 студентов. Вероятности того, что студент первой, второй и третьей группы попадает в сборную института, соответственно, равны 0,5; 0,7; 0,8. Наудачу выбранный студент в итоге соревнования попал в сборную. Найти вероятность того, что он принадлежит второй группе.

5. Вероятность появления случайного события A в одном испытании равна 0,6. Проведено два независимых испытания. Составить ряд распределения случайной величины X – числа появлений события A в двух независимых испытаниях и найти математическое ожидание и дисперсию.

ВАРИАНТ 28

1. Вероятность появления события в каждом из независимых испытаний равна 0,8. Найти вероятность того, что в 100 испытаниях событие появится 76 раз.

2. На обувной фабрике в отдельных цехах производятся подмётки, каблуки и верхи ботинок. Дефектными оказываются 1 % каблуков, 4 % подмёток и 5 % верхов. Произведённые каблуки, подмётки и верхи случайным образом комбинируются в цехе, где и шьются ботинки. Найти вероятность не быть испорченным одному ботинку. Какой процент ботинок будет испорченным, т. е. будет содержать дефекты?

3. По танку производятся два одиночных выстрела. Вероятность попадания при первом – 0,5, при втором – 0,8. Для вывода танка из строя достаточно двух попаданий. При одном попадании танк выходит из строя с вероятностью 0,4. Найти вероятность того, что в результате двух выстрелов танк будет выведен из строя.

4. В двух ящиках находятся детали: в первом – 10 (из них три стандартные); во втором – 15 (из них 6 стандартные). Из каждого ящика наудачу вынимают по одной детали. Найти вероятность того, что: 1) обе детали окажутся стандартными; 2) только одна из двух деталей стандартная; 3) хотя бы одна из двух деталей стандартная.

5. Случайная величина задана законом распределения:

X	2	4	8
P	0,1	0,5	0,4

Найти среднее квадратичное отклонение этой величины.

ВАРИАНТ 29

1. Сколько нужно передать одинаковых сообщений, чтобы с вероятностью 0,9 можно было утверждать, что сообщение принято не менее одного раза правильно, если вероятность правильного приёма сообщения составляет 0,5?

2. Вероятность для изделий некоторого производства удовлетворять стандарту равна 0,96. Предполагается упрощённая схема испытаний, дающая положительный результат с вероятностью 0,98 для изделий, удовлетворяющих стандарту, и 0,05 для изделий, которые ему не удовлетворяют. Какова вероятность того, что изделие, выдержавшее испытание, удовлетворяет стандарту?

3. В студии телевидения имеется 3 телевизионные камеры. Для каждой камеры вероятность того, что она включена в данный момент, равна 0,6. Найти вероятность того, что в данный момент: а) включена хотя бы одна камера; б) включена только одна камера; в) включены все три камеры; г) выключены все камеры.

4. Имеются две партии изделий по 12 и 10 штук, причём в каждой партии по два изделия бракованных. Изделие, взятое наудачу из первой партии, переложено во вторую, после чего выбирается наудачу изделие из второй партии. Определить вероятность бракованного изделия из второй партии.

5. Найти математическое ожидание числа очков, которые могут выпасть при одном бросании игральной кости. Записать закон распределения в виде таблицы. Найти $D(X)$.

ВАРИАНТ 30

1. Вероятность появления события *A* в каждом из независимых испытаний равна 0,64. Произведено144 испытания. Найти вероятность того, что событие *A* появится не менее 100 раз.

2. Вероятность попадания в первую мишень для данного стрелка равна 2/3. Если при первом выстреле зафиксировано попадание, то стрелок получает право на второй выстрел по другой мишени. Вероятность поражения обеих мишеней при двух выстрелах равна 0,5. Определить вероятность поражения второй мишени.

3. В урне 5 белых и 7 чёрных шаров. Из урны вынимают два шара. Найти вероятность того, что оба шара будут белыми.

4. В батарее из 10 орудий одно не пристрелянное. Вероятность попадания из пристрелянного орудия равна 0,73, а из не пристрелянного – 0,23. Производили один выстрел и промахнулись. Найти вероятность того, что выстрел произведён из не пристрелянного орудия.

5. Построить ряд распределения, многоугольник распределения и функцию распределения случайного числа попаданий мячом в корзину при одном броске, если вероятность попадания $p = 0,3$. Найти математическое ожидание и дисперсию.

Задача 6

Дискретная случайная величина *X* может принимать только два значения: x_1 и x_2, причём $x_1 < x_2$. Известны вероятность p_1 возможного значения x_1, математическое ожидание *M*(X) и дисперсия *D*(X). Найти закон распределения этой случайной величины, если:

Таблица 1

Данные для нахождения закона распределения случайной величины

Номер варианта	p_1	$M(X)$	$D(X)$
1	0,2	3,8	0,16
2	0,1	3,9	0,09
3	0,3	3,7	0,21
4	0,5	3,5	0,25
5	0,7	3,3	0,21
6	0,9	3,1	0,09
7	0,9	2,2	0,36
8	0,8	3,2	0,16
9	0,6	3,4	0,24
10	0,4	3,6	0,24
11	0,3	5,4	0,84
12	0,1	4,8	0,36
13	0,3	4,1	1,89
14	0,5	4,5	2,25
15	0,7	2,9	1,89
16	0,9	1,4	1,44
17	0,3	2,4	0,84
18	0,9	3,3	0,81
19	0,3	2,7	0,21
20	0,4	2,2	0,96
21	0,9	4,1	0,09
22	0,7	3,9	1,89
23	0,1	5,8	0,36
24	0,2	2,6	0,64
25	0,1	1,9	0,09
26	0,3	3,1	1,89
27	0,5	3	1
28	0,4	2,6	0,24
29	0,6	3,2	2,16
30	0,6	3,6	3,84

Задача 7

Случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти плотность вероятности $f(x)$, математическое ожидание $M(X)$, дисперсию $D(X)$. Построить графики функций $F(x)$ и $f(x)$. Найти вероятность того, что случайная величина X примет значение, заключенное в интервале $(a;b)$.

Таблица 2

Данные для выполнения задачи 7

Номер варианта	Функция $F(x)$	Номер варианта	Функция $F(x)$
1	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le \frac{3}{4}\pi \\ \cos 2x, & \frac{3}{4}\pi < x \le \pi \\ 1, & \text{при } x > \pi \end{cases}$ $\left(\frac{3}{4}\pi;\ \frac{5}{6}\pi\right)$	2	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ x^2, & \text{при } 0 < x \le 1 \\ 1, & \text{при } x > 1 \end{cases}$ $\left(\frac{1}{3};\ \frac{1}{2}\right)$
3	$\begin{cases} 0, & \\ \frac{x^2 - x}{2}, & \text{при } 1 < x \le 2 \\ 1, & \text{при } x > 2 \end{cases}$ $(1{,}5;\ 1{,}8)$	4	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ x^3, & \text{при } 0 < x \le 1 \\ 1, & \text{при } x > 1 \end{cases}$ $\left(\frac{1}{3};\ \frac{1}{2}\right)$
5	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ 3x^2 + 2x, & \text{при } 0 < x \le \frac{1}{3} \\ 1, & \text{при } x > \frac{1}{3} \end{cases}$ $\left(\frac{1}{5};\ \frac{1}{4}\right)$	6	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 2 \\ 0{,}5x - 1, & \text{при } 2 < x \le 4 \\ 1, & \text{при } x > 4 \end{cases}$ $(1;3)$
7	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ \frac{1}{9}x^2, & \text{при } 0 < x \le 3 \\ 1, & \text{при } x > 3 \end{cases}$	8	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ \frac{x^2}{4}, & \text{при } 0 < x \le 2 \\ 1, & \text{при } x > 2 \end{cases}$

	$(1;\,2)$		$(1;\,2)$
9	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le -\dfrac{\pi}{2} \\ \cos x, & -\dfrac{\pi}{2} < x \le 0 \\ 1, & \text{при } x > 0 \end{cases}$ $\left(-\dfrac{\pi}{3};\,-\dfrac{\pi}{6}\right)$	10	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ 2\sin x, & 0 < x \le \dfrac{\pi}{6} \\ 1, & \text{при } x > \dfrac{\pi}{6} \end{cases}$ $\left(\dfrac{\pi}{12};\,\dfrac{\pi}{6}\right)$
11	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le -2 \\ \dfrac{x+2}{4}, & \text{при } -2 < x \le 2 \\ 1, & \text{при } x > 2 \end{cases}$ $(-1;\,1)$	12	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < -\dfrac{\pi}{2} \\ \dfrac{1+\sin x}{2}, & -\dfrac{\pi}{2} \le x \le \dfrac{\pi}{2} \\ 1, & \text{при } x > \dfrac{\pi}{2} \end{cases}$ $\left(-\dfrac{\pi}{4};\,\dfrac{\pi}{4}\right)$
13	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < 0 \\ \dfrac{1-\cos x}{2}, & 0 \le x \le \pi \\ 1, & \text{при } x > \pi \end{cases}$ $\left(\dfrac{\pi}{4};\,\dfrac{\pi}{3}\right)$	14	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ \dfrac{x^2}{25}, & \text{при } 0 < x \le 5 \\ 1, & \text{при } x > 5 \end{cases}$ $(4;\,5)$

15	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < -1 \\ \frac{3}{4}(x+1), & -1 < x \le \frac{1}{3} \\ 1, & \text{при } x > \frac{1}{3} \end{cases}$ $\left(0;\ \frac{1}{2}\right)$	16	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ \sin 2x, & 0 < x \le \frac{\pi}{4} \\ 1, & \text{при } x > \frac{\pi}{4} \end{cases}$ $\left(0;\ \frac{\pi}{3}\right)$
17	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ 1-\cos x, & 0 < x \le \frac{\pi}{2} \\ 1, & \text{при } x > \frac{\pi}{2} \end{cases}$ $\left(\frac{\pi}{6};\ \frac{\pi}{3}\right)$	18	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le -1 \\ \frac{x+1}{3}, & \text{при } -1 < x \le 2 \\ 1, & \text{при } x > 2 \end{cases}$ $(0{,}5;\ 1{,}5)$
19	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ \frac{x^2}{36}, & \text{при } 0 < x \le 6 \\ 1, & \text{при } x > 6 \end{cases}$ $(2;\ 4)$	20	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ \frac{x^2}{100}, & \text{при } 0 < x \le 10 \\ 1, & \text{при } x > 10 \end{cases}$ $(5;10)$
21	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le -1 \\ \frac{x+1}{2}, & \text{при } -1 < x \le 1 \\ 1, & \text{при } x > 1 \end{cases}$ $\left(0;\ \frac{1}{2}\right)$	22	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < 1 \\ \frac{x-1}{2}, & \text{при } 1 \le x \le 3 \\ 1, & \text{при } x > 3 \end{cases}$ $(1;\ 2)$

23	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ \frac{x^3}{8}, & \text{при } 0 < x \le 2 \\ 1, & \text{при } x > 2 \end{cases}$ $(1; 2)$	24	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < 0 \\ \frac{1}{3}x, & \text{при } 0 \le x \le 3 \\ 1, & \text{при } x > 3 \end{cases}$ $(1; 2)$
25	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < 0 \\ \frac{1}{4}x, & \text{при } 0 \le x \le 4 \\ 1, & \text{при } x > 4 \end{cases}$ $(1; 2)$	26	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < 0 \\ \frac{1}{5}x, & \text{при } 0 \le x \le 5 \\ 1, & \text{при } x > 5 \end{cases}$ $(1; 3)$
27	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < 0 \\ \sin x, & 0 \le x \le \frac{\pi}{2} \\ 1, & \text{при } x > \frac{\pi}{2} \end{cases}$ $\left(0; \frac{\pi}{3}\right)$	28	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < -\frac{\pi}{2} \\ \cos 3x, & -\frac{\pi}{2} < x \le 0 \\ 1, & \text{при } x > 0 \end{cases}$ $\left(-\frac{\pi}{3}; 0\right)$
29	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le \frac{\pi}{2} \\ -\cos x, & \frac{\pi}{2} < x \le \pi \\ 1, & \text{при } x > \pi \end{cases}$ $\left(\frac{\pi}{2}; \frac{3\pi}{4}\right)$	30	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < 0 \\ \frac{x^3}{27}, & \text{при } 0 \le x \le 3 \\ 1, & \text{при } x > 3 \end{cases}$ $(1; 2)$

Задача 8

Найти вероятность того, что в n независимых испытаниях событие A повторяется:

а) ровно k раз; б) не менее k раз; в) не более k раз; г) хотя бы один раз, зная, что в каждом испытании вероятность появления события A равна p.

Таблица 3

Данные для выполнения задачи 8

Номер варианта	n	k	p	Номер варианта	n	k	p
1	6	3	0,7	2	7	2	0,2
3	6	4	0,2	4	5	3	0,1
5	4	3	0,7	6	6	4	0,1
7	5	4	0,5	8	6	2	0,8
9	4	3	0,8	10	3	2	0,8
11	4	2	0,9	12	4	2	0,8
13	5	2	0,7	14	5	3	0,6
15	4	2	0,5	16	4	3	0,4
17	5	2	0,3	18	5	3	0,4
19	4	2	0,3	20	4	3	0,2
21	5	2	0,1	22	5	2	0,2
23	4	3	0,3	24	3	2	0,4
25	5	3	0,5	26	6	3	0,6
27	4	2	0,7	28	5	4	0,8
29	6	4	0,9	30	6	5	0,1

Задача 9

Известны математическое ожидание a и среднеквадратичное отклонение σ нормально распределённой величины X. Найти вероятность попадания этой величины в заданный интервал (α, β).

Таблица 4

Данные для выполнения задачи 9

Номер варианта	a	σ	α	β	Номер варианта	a	σ	α	β
1	2	4	6	10	2	10	4	2	13
3	9	5	5	14	4	8	1	4	9
5	7	2	3	10	6	6	3	2	11
7	5	1	1	12	8	4	5	2	11
9	3	2	3	10	10	2	5	4	9
11	2	2	1	5	12	3	2	2	6
13	4	3	3	7	14	7	3	4	8
15	6	3	5	9	16	4	1	1	5
17	4	2	2	6	18	5	2	3	7

19	5	3	4	8	20	6	3	5	9
21	3	4	6	10	22	5	3	5	9
23	2	2	4	6	24	3	2	1	5
25	7	2	3	13	26	9	5	7	14
27	6	2	2	12	28	2	2	4	7
29	8	4	4	13	30	6	3	2	12

Исходные данные к расчётным задачам 10 – 15 приведены в таблице 5 после всех задач.

Задача 10

Бросаются две игральные кости. Определить вероятность того, что: а) сумма числа очков не превосходит *n*; б) произведение числа очков не превосходит *n*; в) произведение числа очков делится на *n*.

Задача 11

Среди *n* лотерейных билетов *k* выигрышных. Наудачу взяли *m* билетов. Определить вероятность того, что среди них *l* выигрышных.

Задача 12

В лифт *k*-этажного дома вошли *n* пассажиров ($n < k$). Каждый независимо от других с одинаковой вероятностью может выйти на любом (начиная со второго) этаже. Определить вероятности того, что: а) все пассажиры выйдут одновременно на одном и том же этаже; б) все вышли на разных этажах.

Задача 13

В круге радиуса *R* наудачу появляется точка. Определить вероятность того, что она попадает в одну из двух непересекающихся фигур, площади которых равны S_1 и S_2.

Задача 14

Вероятность того, что цель поражена при одном выстреле первым стрелком p_1, вторым – p_2. Первый сделал n_1, второй – n_2 выстрелов. Определить вероятность того, что цель не поражена.

Задача 15

Два игрока поочередно бросают монету. Выигравшим считается тот, у кого раньше выпадет герб. Первый бросок делает игрок *A*, второй – *B*, третий *A* и т. д.

Найти вероятность указанного ниже события.

Варианты 1 – 8. Выиграл *A* до *k*-ого броска.

Варианты 9 – 15. Выиграл не позднее *k*-ого броска.

Варианты 16 – 23. Выиграл *B* до *k*-ого броска.

Варианты 24 – 30. Выиграл *B* не позднее *k*-ого броска.

Задача 16

Дана плотность распределения $f(x)$ случайной величины X. Найти параметр γ, математическое ожидание $M(X)$, дисперсию $D(X)$, функцию распределения случайной величины X, вероятность выполнения неравенства $x_1 < X < x_2$.

Варианты $1-8$: $f(x) = \begin{cases} \dfrac{1}{\gamma - a}, & x \in [a; b], \\ 0, & x \overline{\in} [a; b]. \end{cases}$

Варианты $9-16$: $f(x) = \begin{cases} a, & x \in [\gamma; b], \\ 0, & x \overline{\in} [\gamma; b]. \end{cases}$

Варианты $17-24$: $f(x) = \begin{cases} \gamma, & x \in [a; b], \\ 0, & x \overline{\in} [a; b]. \end{cases}$

Варианты $25-30$: $f(x) = \begin{cases} a, & x \in \left[\dfrac{b-\gamma}{2}; \dfrac{b+\gamma}{2}\right], \\ 0, & x \overline{\in} \left[\dfrac{b-\gamma}{2}; \dfrac{b+\gamma}{2}\right]. \end{cases}$

Указание

Использовать формулы равномерного распределения.

Задача 17

Плотность распределения вероятностей случайной величины X имеет вид $F(x) = \gamma e^{ax^2 + bx + c}$. Найти γ, математическое ожидание $M(X)$, дисперсию $D(X)$, функцию распределения случайной величины X, вероятность выполнения неравенства $x_1 < X < x_2$.

Указание

Использовать формулы для нормального распределения.

Задача 18

Дана плотность распределения случайной величины X. Найти математическое ожидание $M(Y)$ и дисперсию $D(Y)$ случайной величины Y, которая представляет собой площадь одной из указанных ниже геометрических фигур.

Варианты 1 –15:

$$f(x)=\begin{cases}\dfrac{1}{b-a}, & x\in[a;b],\\ 0, & x\overline{\in}[a;b];\end{cases}$$

в вариантах 1 – 5: Y – площадь равностороннего треугольника со стороной x;

в вариантах 6 – 10: Y – площадь круга радиуса x;

в вариантах 11 – 15: Y – площадь квадрата со стороной x.

Варианты 16 – 30:

$$f(x)=\begin{cases}\dfrac{2(x-a)}{(b-a)^2}, & x\in[a;b],\\ 0, & x\overline{\in}[a;b];\end{cases}$$

в вариантах 16 – 20: Y – площадь равностороннего треугольника со стороной x;

в вариантах 21– 25: Y – площадь круга радиуса x;

в вариантах 26 – 30: Y – площадь квадрата со стороной x.

Таблица 5

Исходные данные к расчётным задачам

Номер варианта	Задача 10	Задача 11				Задача 12		Задача 13		
	n	n	l	m	k	k	n	R	S_1	S_2
1	3	10	2	4	6	6	4	11	2,25	3,52
2	4	10	2	3	6	7	4	12	2,37	3,52
3	5	10	3	5	7	8	5	13	2,49	3,52
4	6	10	3	5	6	9	5	14	2,55	1,57
5	7	11	2	5	7	10	6	11	2,27	5,57
6	8	11	3	4	8	11	4	12	2,39	5,57
7	9	11	3	5	7	12	4	13	2,51	1,57
8	10	12	3	8	5	13	3	14	2,57	3,52
9	3	12	2	8	3	14	3	11	2,29	3,52
10	4	12	2	5	4	13	4	12	2,41	3,52
11	5	9	2	4	6	12	3	13	2,53	3,52
12	6	9	3	5	6	11	3	14	2,59	5,57
13	7	9	2	3	7	10	4	15	2,5	8,7
14	8	8	2	4	5	9	4	16	2,6	8,5
15	9	8	2	5	4	8	3	11	2,2	3,5

16	10	8	3	4	5	7	3	12	2,4	3,5
17	11	10	4	6	5	6	4	13	2,5	3,5
18	12	10	5	7	7	7	4	14	2,6	1,8
19	13	10	4	6	7	8	5	15	2,7	7,9
20	14	12	4	8	6	9	5	16	2,7	8,2
21	15	8	2	3	4	10	6	11	2,3	3,5
22	16	8	2	3	5	11	4	12	2,4	3,5
23	17	8	2	4	3	12	4	13	2,5	3,5
24	18	8	3	5	4	13	3	14	2,6	5,6
25	19	8	1	4	2	14	3	15	2,5	8,7
26	20	9	2	3	5	12	3	11	2,3	5,6
27	3	9	3	4	4	11	3	12	2,4	5,6
28	4	9	2	6	3	10	4	13	2,5	3,5
29	5	9	4	5	5	9	4	14	2,6	5,6
30	6	9	3	5	4	8	3	15	2,7	7,9

В первой горизонтальной строке указаны номера задач; в левом столбце – номера вариантов.

Таблица 6

Исходные данные к расчётным задачам

Номер варианта	Задача 14				Зад. 15	Задача 16				Задача 17					Задача 18	
	p_1	p_2	n_1	n_2	k	a	b	x_1	x_2	a	b	$\boldsymbol{c}$	x_1	x_2	a	b
1	0,61	0,55	2	3	4	2,5	4	3	3,3	-2	8	-2	1	3	0	2
2	0,62	0,54	3	2	5	1,5	3	2	2,6	-2	4/3	-2/3	1/3	2/3	1	2
3	0,63	0,53	2	3	6	1,5	2,5	2	2,3	-2	-8	2	-3/2	-1	2	3
4	0,64	0,52	3	2	7	1	3,5	2	2,8	-4	6	2	0	3/4	2	4
5	0,65	0,51	2	3	8	-1	2	-0,7	1,1	-3	3	-2	1/2	3/2	3	5
6	0,66	0,49	3	2	9	-2	1	-1,5	0,3	-4	-6	-2	-3/4	1/4	0	2
7	0,67	0,48	2	3	10	-3	5	-2	2	-3	-3	2	-1/2	3/2	1	3
8	0,68	0,43	3	2	11	-1,5	2,5	-1	0	-3	-4	2	1/3	4/3	2	4
9	0,69	0,46	2	3	4	1	1,8	1,3	1,6	-2	-4/3	2/3	-1/3	2/3	3	5
10	0,71	0,45	3	2	5	1	2,4	1,5	2	-3	4	-2	-1/3	5/3	4	6

11	0,72	0,44	2	3	6	2	3,5	2,5	3	-2	8	0	1	3	0	2
12	0,73	0,43	3	2	7	2	2,8	2,1	2,5	-2	1,3	0	1/3	2/3	1	2
13	0,74	0,42	2	3	8	1	2,8	-1	3	-2	-8	0	-3/2	-1	2	3
14	0,75	0,41	3	2	9	1	2,6	1,5	3	-4	6	0	0	3/4	2	4
15	0,76	0,39	2	3	10	2	3	1	3	-3	3	0	1/2	3/2	3	5
16	0,77	0,38	3	2	12	2	4,8	4,5	5	-4	-6	0	-3/4	1/4	0	2
17	0,78	0,37	2	3	5	-4	-2	-1	0	-3	-3	0	-1/2	3/2	1	3
18	0,39	0,45	3	2	6	-3	-1	-2	0	-3	-4	0	1/3	4/3	2	4
19	0,38	0,46	2	3	7	2	4	0	3	-2	-4/3	0	-1/3	2/3	3	5
20	0,37	0,47	3	2	8	1	3	0	2	-3	4	0	-1/3	5/3	4	6
21	0,36	0,48	2	3	9	1	1,5	0	0,5	-2	8	-1	1	3	0	2
22	0,35	0,49	3	2	10	-1	1,5	0	1	-4	6	1	0	3/4	1	2
23	0,34	0,51	2	3	11	-1,5	-1	-1	2	-2	-8	-1	-3/2	-1	3	4
24	0,33	0,52	3	2	4	-1,5	1	-1	1	-4	-6	-1	-3/4	1/4	2	4
25	0,32	0,53	2	3	5	0,5	1	0	3	-3	3	-1	1/2	3/2	3	5
26	0,31	0,54	3	2	6	0,2	2	0	4	-3	-4	1	1/3	4/3	3	4
27	0,29	0,55	2	3	7	0,5	3	0	0,5	-3	-3	1	-1/2	3/2	0	2
28	0,28	0,56	3	2	8	0,4	4	1	5	-3	4	-1	-1/3	5/3	1	3
29	0,27	0,57	2	3	9	1/4	1	0	3	-2	-4/3	1/3	-1/3	2/3	2	4
30	0,26	0,58	3	2	10	0,02	2	0	3	-2	4/3	-1/3	1/3	2/3	3	5

Приложение

Образец оформления титульного листа контрольной работы №1

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Институт геологии и геофизики

Кафедра математики

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

по дисциплине
«Математика»

по разделу:

ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА

Преподаватель:
доц., к. ф.-м. н. Власова Л.В.
Студент гр. ОГР-22-1
Артёмова Елена Юрьевна

Екатеринбург – 2022

Образец оформления титульного листа контрольной работы №2

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Институт геологии и геофизики

Кафедра математики

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2

по дисциплине
«Математика»

по разделу:

ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

Преподаватель:
доц., к. ф.-м. н. Власова Л.В.
Студент гр. ОГР-22-1
Артёмова Елена Юрьевна

Екатеринбург – 2022

Образец оформления титульного листа контрольной работы №3

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Институт геологии и геофизики

Кафедра математики

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №3

по дисциплине
«Математика»

по разделу:

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

Преподаватель:
доц., к. ф.-м. н. Власова Л.В.
Студент гр. ОГР-21-1
Артёмова Елена Юрьевна

Екатеринбург – 2022

Образец оформления титульного листа контрольной работы №4

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Институт геологии и геофизики

Кафедра математики

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №4

по дисциплине
«Математика»

по разделу:

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

Преподаватель:
доц., к. ф.-м. н. Власова Л.В.
Студент гр. ОГР-21-1з
Артёмова Елена Юрьевна

Екатеринбург – 2022

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

МАТЕМАТИКА

Специальность
21.05.04 Горное дело

Профиль (направленность)
Обогащение полезных ископаемых

Автор: Власова Л.В., доцент, к.ф.-м.н.

Одобрена на заседании кафедры

Математики
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____ *(подпись)*

Сурнев В.Б.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 27.09.2021
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

горно-механического факультета
(название факультета)

Председатель _____ *(подпись)*

Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 12.10.2021
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……3

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ……...…..…6

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ……...16

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ……25

ПОДГОТОВКА К РЕШЕНИЮ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ЗАДАЧ И ЗАДАНИЙ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ…….….29

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ……...….…....31

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……....32

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении - это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знании должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню студента;
- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны - это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе лекций, практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа - лекционные, практические занятия;

2. внеаудиторная самостоятельная работа – дополнение лекционных материалов, подготовка к практическим занятиям, подготовка к участию в деловых играх и дискуссиях, выполнение письменных домашних заданий, Контрольных работ (рефератов и т.п.) и курсовых работ (проектов), докладов и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «*Математика*» обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к выполнению *контрольных работ* и сдаче *зачетов* и *экзамена*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «*Математика*» являются:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение тем курса (в т. ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к практическим занятиям (в т. ч. подготовка к опросу и к решению разноуровневых задач и заданий);
- подготовка контрольных работ;
- подготовка к зачетам и экзамену (в том числе к тестированию).

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Раздел 1. ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА

Тема 1.1. Матрицы, определители.

1. Что такое матрица?
2. Назовите понятия единичной и обратной матриц.
3. Какие операции производят с матрицами?
4. Что такое ранг матрицы?

Тема 1.2. Системы линейных алгебраических уравнений.

1. Опишите матричный метод решения систем линейных алгебраических уравнений.
2. Опишите метод Крамера для решения однородных и неоднородных систем линейных алгебраических уравнений.
3. Что представляет собой метод Гаусса для решения систем линейных алгебраических уравнений?
4. Назовите критерий совместности произвольной системы линейных алгебраических уравнений.

Тема 1.3. Векторы

1. Что такое вектор?
2. Как находятся модуль и направляющие косинусы вектора?
3. Что представляет собой скалярное произведение векторов и его свойства?
4. Что представляет собой векторное произведение векторов и его свойства?
5. Объясните геометрическую и физическую интерпретацию скалярного произведения векторов.
6. Объясните геометрическую и физическую интерпретацию векторного произведения векторов.
7. Что представляет собой смешанное произведение векторов и его геометрический смысл?
8. Каково условие компланарности трех векторов?

Раздел 2. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ

Тема 2.1. Аналитическая геометрия на плоскости.

1. Какие способы задания прямой на плоскости вам известны?

2. Как находится угол между прямыми на плоскости?
3. Каковы условия параллельности и перпендикулярности двух прямых на плоскости?
4. Как находится расстояние от точки до прямой на плоскости?
5. Какие кривые второго порядка вы знаете?
6. Напишите вывод канонического уравнения окружности и объясните ее построение.
7. Напишите вывод канонического уравнения эллипса и объясните его построение.
8. Напишите вывод канонического уравнения гиперболы и объясните ее построение.
9. Напишите вывод канонического уравнения параболы и объясните ее построение.

Тема 2.2. Аналитическая геометрия в пространстве.

1. Какие способы задания плоскости вам известны?
2. Как находится угол между плоскостями?
3. Каковы условия параллельности и перпендикулярности двух плоскостей?
4. Как находится расстояние от точки до плоскости?
5. Какие вы знаете способы задания прямой в пространстве?
6. Как находится угол между прямыми в пространстве?
7. Каковы условия параллельности и перпендикулярности двух прямых в пространстве?
8. Как находится угол между прямой и плоскостью?
9. Как найти пересечение прямой и плоскости?
10. Что представляет собой метод параллельных сечений для построения поверхностей второго порядка?

Раздел 3. ВВЕДЕНИЕ В МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Тема 3.1. Множества, функции.

1. Что представляют собой понятие множества?
2. Какие операции над множествами вы знаете?
3. Назовите наиболее часто встречающиеся числовые множества.
4. Какие числа называются комплексными?
5. Опишите алгебраические действия с комплексными числами.
6. Назовите различные формы комплексного числа и опишите переходы между ними.

7. Как производится возведение комплексных чисел в степень и извлечение корней из них?
8. Что такое функция?
9. Какие способы задания функции вы знаете?
10. Что такое обратная функция?
11. Что представляют собой сложная функция?
12. Какие функции называются четными, нечетными, периодическими?
13. Опишите свойства основных элементарных функций.

Тема 3.2. Теория пределов. Непрерывность функции.

1. Что представляют собой числовая последовательность?
2. Что такое предел последовательности?
3. Какие последовательности называются бесконечно малой и бесконечно большой?
4. Назовите свойства сходящихся последовательностей.
5. Дайте два определения предела функции в точке.
6. Как определяется предел функции в бесконечности?
7. Что такое односторонние пределы?
8. Какие арифметические действия возможны с пределами функций?
9. Что представляют собой первый и второй замечательные пределы?
10. Что такое бесконечно малая и бесконечно большая функции?
11. Назовите свойства бесконечно малых функций.
12. Дайте три определения непрерывности функции в точке.
13. Назовите свойства непрерывных функций.
14. Непрерывны ли элементарные функции?
15. Что представляют собой точки разрыва функции?
16. Какова классификация точек разрыва функции?

Раздел 4. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ И ЕГО ПРИЛОЖЕНИЕ К ИССЛЕДОВАНИЮ ФУНКЦИЙ И ПОСТРОЕНИЮ ГРАФИКОВ

Тема 4.1. Производная функции

1. Дайте определение производной.
2. Объясните механический смысл производной.
3. Объясните геометрический смысл производной.
4. Каковы уравнения касательной и нормали к кривой?
5. Что представляют собой дифференцируемость функции?
6. Существует ли связь между непрерывностью и дифференцируемостью?
7. Что такое дифференциал и каков его геометрический смысл?
8. Что представляют собой производные высших порядков?

Тема 4.2. Приложения производной функции одной переменной

1. Что представляют собой теорема Ферма и ее геометрический смысл?
2. Что представляют собой теорема Ролля и ее геометрический смысл?
3. Что представляют собой теорема Лагранжа и ее геометрический смысл?
4. Каково правило Лопиталя и условия его применения?
5. Назовите признаки возрастания и убывания функции.
6. Что представляют собой максимум и минимум функции?
7. Каково необходимое условие экстремума функции? Что такое критические точки функции?
8. Назовите достаточные условия экстремума.
9. Что представляют собой теоремы Вейерштрасса?
10. Как находятся наименьшее и наибольшее значения функции на отрезке?
11. Что такое выпуклость и вогнутость кривой?
12. Назовите достаточное условие выпуклости (вогнутости) графика функции.
13. Что представляют собой точки перегиба?
14. Каковы необходимое и достаточное условия существования точек перегиба?
15. Что такое асимптоты графика функции?
16. Запишите уравнения вертикальной и наклонной асимптот.

Раздел 5. ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

Тема 5.1. Неопределенный интеграл

1. Что представляют собой первообразная и неопределенный интеграл?
2. Какие свойства неопределенного интеграла вам известны?
3. Какие методы интегрирования вы знаете?
4. Что представляют собой непосредственное интегрирование?
5. Что представляют собой метод замены переменной в неопределенном интеграле?
6. Что представляют собой интегрирование по частям?
7. Как происходит интегрирование рациональных функций?
8. Как происходит интегрирование тригонометрических функций?
9. Как происходит интегрирование иррациональных функций?

Тема 5.2. Определенный и несобственный интегралы и их приложения

1. Какие задачи привели к понятию определенного интеграла?
2. Назовите основные свойства определенного интеграла.
3. Назовите особенности применения формулы Ньютона-Лейбница при замене переменных и интегрировании по частям.

4. Что представляют собой несобственные интегралы по бесконечному промежутку?
5. Что представляют собой несобственные интегралы от функции, имеющей разрывы?
6. Какие признаки сходимости несобственных интегралов вы знаете?
7. Какие геометрические и физические приложения определенных и несобственных интегралов вам известны?

Раздел 6. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

Тема 6.1. Понятие функции нескольких переменных.

1. Как определяется функция двух и более переменных? Каковы **с**пособы ее задания?
2. Как строятся линии и поверхности уровня?
3. Назовите свойства функций нескольких переменных, непрерывных в замкнутой области.

Тема 6.2. Дифференцирование функции нескольких переменных.

1. Что такое частные производные и как они находятся?
2. Как найти полный дифференциал функций нескольких переменных?
3. Чем отличается неявное задание функции и можно ли при этом найти ее производные?
4. Как находится производная по направлению?
5. Что определяет градиент функции нескольких переменных?
6. Напишите уравнения касательной плоскости и нормали к поверхности.

Тема 6.3. Экстремум функции нескольких переменных.

1. Чем отличаются локальные экстремумы от глобальных? Как находятся те и другие экстремумы?
2. В чем особенность условных экстремумов функции нескольких переменных?

Раздел 7. ОБЫКНОВЕННЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Тема 7.1. Дифференциальные уравнения первого порядка.

1. Какое уравнение называется дифференциальным? Какие типы дифференциальных уравнений вы знаете?
2. В чем разница общего и частного решения дифференциального уравнения?
3. Что входит в задачу Коши для дифференциального уравнения?
4. Как определяется дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными? Какова схема его решения?
5. Как определяется однородное дифференциальное уравнение первого порядка? Какова схема его решения?
6. Как определяется линейное дифференциальное уравнение первого порядка? Какова схема его решения?

Тема 7.2. Дифференциальные уравнения второго и высших порядков

1. Как выглядит задача Коши для дифференциального уравнения второго порядка?
2. Какие дифференциальные уравнения второго порядка можно решить понижением их порядка?
3. Какова структура общего решения неоднородного линейного дифференциального уравнения второго порядка?
4. Как решаются линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами? В чем смысл их характеристического уравнения?
5. Как находится решение неоднородных линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами и правой частью специального вида?
6. Как решаются системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами?

Раздел 8. ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

Тема 8.1. Двойной и тройной интегралы

1. Какие задачи привели к понятию двойного интеграла?
2. Назовите основные свойства двойного интеграла.
3. Как находится двойной интеграл в прямоугольных координатах?
4. Как находится двойной интеграл в полярных координатах?
5. Какие приложения двойного интеграла вам известны?
6. Какие задачи привели к понятию тройного интеграла?

7. Назовите основные свойства тройного интеграла.
8. Как находится тройной интеграл в прямоугольных координатах?
9. Как находится тройной интеграл в цилиндрических координатах?
10. Как находится тройной интеграл в сферических координатах?
11. Какие приложения тройного интеграла вам известны?

Тема 8.2. Криволинейные интегралы.

1. Как определяется криволинейный интеграл I рода?
2. Назовите основные свойства криволинейного интеграла I рода.
3. Как находится криволинейный интеграл I рода?
4. Какие приложения криволинейного интеграла I рода вам известны?
5. Как определяется криволинейный интеграл II рода?
6. Назовите основные свойства криволинейного интеграла II рода.
7. Как находится криволинейный интеграл II рода?
8. Какие приложения криволинейного интеграла II рода вам известны?
9. Что представляет собой формула Грина?
10. Назовите условие независимости криволинейного интеграла II рода от пути интегрирования.

Раздел 9. ЧИСЛОВЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЯДЫ. РЯДЫ ФУРЬЕ

Тема 9.1. Числовые ряды.

1. Что представляет собой понятие числового ряда, его сходимости и суммы?
2. Каковы свойства сходящихся рядов?
3. Назовите необходимый признак сходимости числового ряда.
4. Знаете ли вы достаточные признаки сходимости рядов с положительными членами?
5. Что представляет собой признак Лейбница для знакочередующихся рядов?
6. Как исследуется сходимость знакопеременных рядов?
7. Чем отличается условная сходимость ряда от его абсолютной сходимости?

Тема 9.2. Функциональные ряды.

1. Назовите понятие функционального ряда, его точки сходимости и области сходимости.
2. Как находится интервал и радиус сходимости степенного ряда?
3. Знаете ли вы свойства степенных рядов?

4. Как раскладываются функции в ряды Тейлора-Маклорена?
5. Назовите приложения степенных рядов к приближенным вычислениям.

Тема 9.3. Ряды Фурье.

1. Что такое ортогональные функции и системы ортогональных функций?
2. Что представляет собой разложение функции в ряд Фурье по основной тригонометрической системе?
3. Что представляет собой разложение функции в ряд Фурье по системам синусов и косинусов?
4. Каковы особенности разложение периодической функции в ряд Фурье?

Раздел 10. ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ. ЭЛЕМЕНТЫ ОПЕРАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ

Тема 10.1. Дифференцирование функции комплексной переменной.

1. Назовите понятие и геометрический смысл функции комплексной переменной.
2. Какие элементарные функции комплексной переменной вы знаете?
3. Как определяется производная функции комплексной переменной и каковы необходимые и достаточные условия дифференцируемости такой функции?
4. Что представляет собой понятие аналитичности функции комплексной переменной? Назовите условия Коши-Римана.

Тема 10.2. Интегрирование функции комплексной переменной.

1. Как определяется и как вычисляется интеграл от функции комплексной переменной? Каковы его свойства?
2. Назовите основную теорему Коши для односвязной и многосвязной областей.
3. В чем особенность вычисления интеграла от аналитической функции комплексной переменной?
4. Что такое особые точки функции комплексной переменной? Как определяется и находится вычет функции в особой точке?
5. Назовите основную теорему Коши о вычетах.
6. Какие приложения вычетов вы знаете?

Тема 10.3. Операционное исчисление.

1. Назовите понятия оригинала и изображения.
2. Что представляет собой преобразование Лапласа?
3. Как находятся изображения функций?
4. Как найти оригинал по изображению?
5. Как изображаются производные функций-оригиналов?
6. Как применяется операционное исчисление к решению дифференциальных уравнений?

Раздел 11. МЕТОДЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ

1. Какие методы приближенного решения алгебраических равнений вам известны?
2. Что представляет собой интерполирование функций?
3. Знаете ли вы методы приближенного вычисления определенных интегралов?
4. Какие методы приближенного решения дифференциальных уравнений вам известны?

Раздел 12. ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

Тема 12.1. Случайные события.

1. Каковы основные понятия теории вероятностей?
2. Дайте классическое, статистическое и геометрическое определение вероятности.
3. Запишите основные формулы теории вероятностей.
4. Что такое условная вероятность?
5. Запишите формулы вероятности суммы и произведения событий.
6. Какова вероятность противоположного события?
7. Запишите формулу полной вероятности и формулу Байесса.
8. Что представляют собой последовательность независимых испытаний?
9. Запишите формулу Бернулли.
10. Каково наивероятнейшее число наступления события?
11. Когда применимы теоремы Муавра-Лапласа и формула Пуассона?

Тема 12.2. Случайные величины.

1. Что представляют собой случайные величины и функции распределения?
2. Что такое ряд распределения и многоугольник распределения?
3. Назовите свойства функции распределения и плотности распределения.
4. Какие распределения случайных величин вы знаете?

5. Что представляют собой числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратичное отклонение, мода и медиана?
6. Назовите свойства математического ожидания и дисперсии.
7. Приведите числовые характеристики известных вам распределений.
8. Каков закон распределения двумерной случайной величины?
9. Как находятся числовые характеристики системы двух случайных величин?
10. Что такое линия регрессии и как она строится?

Тема 12.3. Элементы математической статистики.

1. Назовите закон больших чисел и центральную предельную теорему.
2. Что такое выборка? Какие типы выборок вы знаете?
3. Назовите определения дискретного и интервального статистических рядов.
4. Что такое эмпирическая функция распределения?
5. Как строятся полигон и гистограмма?
6. Каковы числовые характеристики выборки?
7. Что вам известно о точечных и интервальных оценках?
8. Что такое доверительный интервал и как его найти?
9. Что представляет собой статистическая гипотеза и как она проверяется?
10. Какие вы знаете критерии согласия?

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА

Тема 1.1. Матрицы, определители.

Матрица.
Транспонирование.
Основные операции.
Определитель.
Основные свойства.
Минор.
Алгебраическое дополнение.
Обратная матрица.
Ранг матрицы.

Тема 1.2. Системы линейных алгебраических уравнений.

Системы линейных алгебраических уравнений.
Матричная запись.
Критерий Кронекера-Капелли.
Матричный метод.
Метод Крамера.
Метод Гаусса.
Однородные системы.

Тема 1.3. Векторы

Вектор.
Модуль вектора.
Коллинеарность векторов.
Равенство векторов.
Единичный вектор.
Орт вектора.
Линейные операции.
Прямоугольная система координат.
Координаты вектора.
Скалярное произведение.
Перпендикулярность векторов.
Векторное произведение.
Смешанное произведение.
Компланарность векторов.

Раздел 2. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ

Тема 2.1. Аналитическая геометрия на плоскости.

Линия на плоскости.
Уравнение линии.
Алгебраические линии.
Прямая линия.
Общее уравнение.
Угловой коэффициент.
Угол между прямыми.
Параллельность.
Перпендикулярность.
Расстояние от точки.
Окружность.
Эллипс.
Гипербола.
Парабола.
Канонические уравнения.
Полуоси.
Фокусы.
Эксцентриситет.

Тема 2.2. Аналитическая геометрия в пространстве.

Уравнение поверхности.
Линия в пространстве.
Плоскость.
Общее уравнение.
Угол между плоскостями.
Параллельность.
Перпендикулярность.
Расстояние от точки.
Прямая в пространстве.
Канонические уравнения.
Параметрические уравнения.
Угол между прямыми в пространстве.
Угол между прямой и плоскостью.
Пересечение прямой и плоскости.
Метод параллельных сечений.

Раздел 3. ВВЕДЕНИЕ В МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Тема 3.1. Множества, функции.

Множество.
Операции над множествами.
Действительные числа.
Комплексные числа.
Мнимая единица.
Модуль комплексного числа.
Аргумент комплексного числа.
Функция.
Способы задания.
Четность.
Нечетность.
Периодичность.
Сложная функция.
Элементарная функция.

Тема 3.2. Теория пределов. Непрерывность функции.

Последовательность.
Предел.
Неопределенность.
Бесконечно малая функция.
Бесконечно большая функция.
Односторонние пределы.
Непрерывность.
Точки разрыва.

Раздел 4. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ И ЕГО ПРИЛОЖЕНИЕ К ИССЛЕДОВАНИЮ ФУНКЦИЙ И ПОСТРОЕНИЮ ГРАФИКОВ

Тема 4.1. Производная функции

Производная.
Геометрический смысл.
Механический смысл.
Дифференциал.
Производные высших порядков.
Параметрически заданная функция.
Логарифмическое дифференцирование.
Касательная.
Нормаль.

Тема 4.2. Приложения производной функции одной переменной

Правило Лопиталя.
Монотонность функции.
Экстремумы функции.
Наибольшее и наименьшее значения функции на отрезке.
Выпуклость и вогнутость графика функции.
Точки перегиба.
Асимптоты графика функции.

Раздел 5. ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

Тема 5.1. Неопределенный интеграл

Первообразная.
Неопределенный интеграл.
Методы интегрирования.
Непосредственное интегрирование.
Замена переменной.
Интегрирование по частям.
Рациональные функции.
Тригонометрические функции.
Иррациональные функции.

Тема 5.2. Определенный и несобственный интегралы и их приложения

Определенный интеграл.
Несобственные интегралы по бесконечному промежутку.
Несобственные интегралы от функции, имеющей разрывы.
Признаки сходимости несобственных интегралов.
Приложения интегралов.

Раздел 6. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

Тема 6.1. Понятие функции нескольких переменных.

Функция двух и более переменных.
Линии и поверхности уровня.

Тема 6.2. Дифференцирование функции нескольких переменных.

Частные производные.
Неявные функции.

Производная по направлению.
Градиент.
Касательная плоскость.
Нормаль.

Тема 6.3. Экстремум функции нескольких переменных.

Экстремум.
Условный экстремум.

Раздел 7. ОБЫКНОВЕННЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Тема 7.1. Дифференциальные уравнения первого порядка.

Дифференциальное уравнение.
Общее и частное решения.
Задача Коши.
Уравнение с разделяющимися переменными.
Однородное уравнение.
Линейное уравнение.

Тема 7.2. Дифференциальные уравнения второго и высших порядков

Задача Коши.
Понижение порядка уравнения.
Линейное уравнение второго порядка.
Структура общего решения.
Уравнения с постоянными коэффициентами.
Характеристическое уравнение.

Раздел 8. ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

Тема 8.1. Двойной и тройной интегралы

Двойной и тройной интегралы.
Повторный интеграл.
Полярные координаты.
Цилиндрические координаты.
Сферические координаты.
Приложения кратных интегралов.

Тема 8.2. Криволинейные интегралы.

Криволинейные интегралы I и II рода.
Приложения.
Формула Грина.
Независимость от пути интегрирования.

Раздел 9. ЧИСЛОВЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЯДЫ. РЯДЫ ФУРЬЕ

Тема 9.1. Числовые ряды.

Числовой ряд.
Сходимость.
Сумма ряда.
Знакопостоянные ряды.
Признаки сходимости.
Знакочередующиеся ряды.
Знакопеременные ряды.
Условная сходимость.
Абсолютная сходимость.

Тема 9.2. Функциональные ряды.

Функциональный ряд.
Область сходимости.
Степенной ряд.
Радиус сходимости.
Ряды Тейлора-Маклорена.
Приложения к приближенным вычислениям.

Тема 9.3. Ряды Фурье.

Ортогональные функции и системы.
Ряд Фурье.
Основная тригонометрическая система.
Системы синусов и косинусов.
Периодическая функция.

Раздел 10. ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ. ЭЛЕМЕНТЫ ОПЕРАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ

Тема 10.1. Дифференцирование функции комплексной переменной.

Функция комплексной переменной.
Область определения.
Аналитичность.
Условия Коши-Римана.

Тема 10.2. Интегрирование функции комплексной переменной.

Односвязная и многосвязная области.
Особая точка.
Вычет функции в особой точке.
Основная теорема Коши о вычетах.

Тема 10.3. Операционное исчисление.

Оригинал.
Изображение.
Преобразование Лапласа.
Запаздывание.

Раздел 11. МЕТОДЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Приближенное решение уравнений.
Интерполирование функций.
Определенные интегралы.
Дифференциальные уравнения.

Раздел 12. ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

Тема 12.1. Случайные события.

Комбинаторика.
Событие.
Вероятность.
Достоверное событие.

Невозможное событие.
Случайное событие.
Несовместные события.
Полная группа.
Сумма событий.
Произведение событий.
Условная вероятность.
Противоположное событие.
Полная вероятность.
Формула Байесса.
Повторные испытания.
Формула Бернулли.
Формула Лапласа.
Формула Пуассона.

Тема 12.2. Случайные величины.

Случайная величина.
Функция распределения.
Дискретная случайная величина.
Многоугольник распределения.
Непрерывная случайная величина.
Плотность вероятности.
Математическое ожидание.
Дисперсия.
Среднее квадратичное отклонение.
Мода.
Медиана.
Биномиальное распределение.
Пуассоновское распределение.
Непрерывное распределение.
Нормальное распределение.
Показательное распределение.
Системы случайных величин.
Двумерная случайная величина.
Линия регрессии.

Тема 12.3. Элементы математической статистики.

Закон больших чисел.
Центральная предельная теорема.
Выборка.
Репрезентативность.
Дискретный статистический ряд.

Интервальный статистический ряд.
Эмпирическая функция распределения.
Полигон.
Гистограмма.
Числовые характеристики выборки.
Точечные оценки.
Интервальные оценки.
Доверительный интервал.
Статистическая гипотеза.
Критерий согласия.

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным (что необходимо для практических занятий, что для экзаменов, что пригодится для написания контрольной работы, а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (в дальнейшем при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное

правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими

словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА К РЕШЕНИЮ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ЗАДАЧ И ЗАДАНИЙ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ

Решение задач разного уровня на практических занятиях по математике является важнейшим средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций.

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

Цель решения задач на практических занятиях – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине; овладение математическими моделями и методами применительно к своей будущей профессиональной деятельности.

Задачи, связанные с решением разноуровневых задач и заданий на практических занятиях:

- закрепление, углубление, расширение и детализация математических знаний студентов, получаемых на лекционных занятиях;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми математическими методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

При решении задач разного уровня на практических занятиях следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для решения задачи необходимо внимательно прочитать ее условие, повторить лекционный материал по соответствующей теме, найти подобную задачу с решением в лекционных материалах или рекомендованной литературе и подробно разобрать ход этого решения;
- решение задач на практических занятиях включает в себя выбор способа решения задачи, разработку алгоритма практических действий (последовательность применяемых формул), выполнение расчетов по выбранным формулам; проверку полученного ответа;
- если в задаче требуется выполнение рисунка (чертежа), рекомендуется использовать линейку, простой карандаш и стирательную резинку, либо сначала строить чертеж на черновике; аккуратно подписывать оси координат, объекты на рисунке и т. п.;
- при решении разноуровневых задач и заданий на практических занятиях может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп

с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответна имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

1. Готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине; прорешать задачи, подобные предлагаемым в тесте; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы.

2. Четко выяснить все условия тестирования заранее. Студент должен знать, сколько задач в тесте ему будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т. д.

3. Приступая к работе с тестом, внимательно и до конца нужно прочитать вопрос задачи; решить предлагаемую задачу; выбрать правильный ответ из предложенных; на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задачи; это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант;

- не нужно тратить слишком много времени на трудную задачу, нужно переходить к другим тестовым заданиям; к трудному вопросу можно обратиться в конце;

- обязательно необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачетам* и *экзамену* по дисциплине «*Математика*» обучающемуся рекомендуется:

1. Повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*Математика*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого теоретического вопроса.

2. При изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачетах* и *экзамене* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса.

3. При изучении основных и дополнительных источников информации в рамках подготовки к ответу на теоретический вопрос на *зачетах* и *экзамене* необходимо подробно разобрать доказательства приведенных в источниках информации теорем, понять логику этих доказательств.

Определения основных понятий и доказательства теорем студент может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию).

4. Следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачетам* и *экзамену* на словосочетания вида «таким образом», «итак» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный теоретический вопрос, так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

О. В. Садырева, И. Г. Коршунов

Ф И З И К А

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ВСЕХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ

Екатеринбург

2019

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Учебно-методическим советом УГГУ

Председатель совета
_____Упоров С.А.

ФИЗИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
СТУДЕНТОВ ВСЕХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ

Екатеринбург, 2019

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры физики 26 марта 2019 года (протокол № 19) и рекомендованы для издания в УГГУ

ФИЗИКА. Методические указания для самостоятельной работы студентов всех направлений подготовки/Садырева О.В., Коршунов И.Г.; Урал.гос. горный ун-т.– Екатеринбург, 2019.– 29 стр.

Методические указания составлены в соответствии с программами по курсу физики для студентов всех направлений подготовки в УГГУ. Они содержат условия задач для самостоятельной работы, при выполнении контрольных работ студентами по следующим темам курса физики: механика; молекулярная физика и термодинамика; электричество и магнетизм; механические и электромагнитные колебания и волны; волновая и квантовая оптика; квантовая физика и физика атома; элементы ядерной физики. Также в них содержатся методические указания к решению задач, их оформлению, список рекомендуемой литературы и справочные данные, необходимые для решения задач.

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ И ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНИХ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

1. Номера задач, которые студент должен включить в свою контрольную работу, определяются преподавателем в начале соответствующего семестра.
2. Контрольные работы нужно выполнять чернилами в школьной тетради, на обложке указывается фамилия и инициалы студента, номер группы.
3. Условия задач в контрольной работе необходимо переписать полностью без сокращений. Для замечаний преподавателя на страницах тетради нужно оставлять поля.
4. Если контрольная работа при рецензировании не зачтена, студент обязан представить ее на повторную рецензию, включив в нее те задачи, при решении которых допущены ошибки.
5. При решении задач необходимо пользоваться следующей схемой:

- Внимательно прочитать условие задачи.
- Выписать столбиком все величины, входящие в условие, и выразить их в одних единицах (преимущественно в Международной системе единиц СИ).
- Если это возможно, представить условие задачи в виде четкого рисунка. Правильно сделанный рисунок – это наполовину решенная задача.
- Уяснить физическую сущность задачи, установить основные законы и формулы, на которых базируется условие задачи.
- Если при решении задачи применяется формула, полученная для частного случая, не выражающая какой-нибудь физический закон или не являющаяся определением какой-нибудь физической величины, то ее следует вывести.
- Если равенства векторные, то их необходимо спроектировать но оси координат и записать в скалярной форме.
- Решить задачу сначала в общем виде, то есть, в буквенных обозначениях, заданных в условии задачи. При таком способе решения не производятся вычисления промежуточных величин.
- После получения расчетной формулы для проверки ее правильности следует подставить в правую часть формулы вместо символов величин их размерности, произвести с ними необходимые действия и убедиться в том, что полученная при этом единица соответствует искомой величине. Если такого соответствия нет, то это означает, что задача решена неверно.
- Подставить в конечную формулу числовые значения, выраженные в единицах СИ. В виде исключения допускается выражать в любых, но одинаковых единицах числовые значения однородных величин, стоящих в числителе и знаменателе дроби и имеющих одинаковые степени.

- При подстановке в расчетную формулу, а также при записи ответа числовые значения величин следует записывать как произведение десятичной дроби с одной значащей цифрой перед запятой на соответствующую степень десяти. Например, вместо 3520 надо записать $3{,}52 \cdot 10^3$, вместо 0,00129 записать $1{,}29 \cdot 10^{-3}$ и т. п.
- Вычисления по расчетной формуле надо проводить с соблюдением правил приближенных вычислений. Как правило, окончательный ответ следует записывать с тремя значащими цифрами. Это относится и к случаю, когда результат получен с применением калькулятора.
- Решение задачи должно сопровождаться краткими, но исчерпывающими пояснениями и комментариями.

1. МЕХАНИКА

1. Расстояние между двумя станциями метрополитена 1,5 км. Первую половину этого расстояния поезд проходит равноускоренно, вторую - равнозамедленно с тем же по модулю ускорением. Максимальная скорость поезда 50 км/ч. Найти ускорение и время движения поезда между станциями.

2. Шахтная клеть поднимается со скоростью 12 м/с. После выключения двигателя, двигаясь с отрицательным ускорением 1,2 м/с2 , останавливается у верхней приемной площадки. На каком расстоянии от нее находилась клеть в момент выключения двигателя и сколько времени двигалась до остановки?

3. С башни высотой 30 м в горизонтальном направлении брошено тело с начальной скоростью 10 м/с. Определить уравнение траектории тела, скорость тела в момент падения.

4. Для добывания руды открытым способом произвели взрыв породы. Подъем кусков породы, выброшенных вертикально вверх, длился 5 с. Определить их начальную скорость и высоту подъема.

5. При взрыве серии скважин камень, находящийся на уступе высотой 45 м, получил скорость 100 м/с в горизонтальном направлении. Какова дальность полета камня, сколько времени он будет падать, с какой скоростью упадет на землю?

6. Рассчитать скорость движения и полное ускорение шахтного электровоза в момент времени 5 с, если он движется по криволинейному участку радиусом 15 м. Закон движения электровоза выражается формулой $S = 800 + 8t - 0{,}5\,t^2$, м.

7. Во сколько раз тангенциальное ускорение точки, лежащей на ободе вращающегося колеса, больше ее нормального ускорения для того момента времени, когда вектор полного ускорения этой точки составляет угол 30° с вектором ее линейной скорости?

8. Под действием постоянной силы 118 Н вагонетка приобрела скорость 2 м/с, пройдя путь 10 м. Определить силу трения и коэффициент трения, если масса вагонетки 400 кг.

9. В шахте опускается равноускоренно лифт массой 280 кг, в первые 10 с он проходит 35 м. Найти натяжение каната, на котором висит лифт.

10. На горизонтальной платформе шахтной клети находится груз 60 кг. Определить силу давления груза на платформу: при равномерном подъеме и спуске, при подъеме и спуске с ускорением 3 м/^{2} , при спуске с ускорением 9,8 м/с^2.

11. Тело скользит по наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол 45° . Пройдя путь 36,4 см, тело приобретает скорость 2 м/с. Найти коэффициент трения тела о плоскость.

12. Найти закон движения (зависимость пройденного расстояния от времени) куска антрацита при скольжении его с нулевой начальной скоростью по стальному желобу с углом наклона 30° . Коэффициент трения 0,3.

13. Рудничный поезд массой 450 т движется со скоростью 30 км/ч, развивая мощность 150 л. с. (1 л. с. =736 Вт). Определить коэффициент трения.

14. Определить силу тяги, которую развивает лебедка при подъеме вагонетки массой 2 т с ускорением 0,5 м/^{2}, если коэффициент трения 0,03, а угол наклона железнодорожного полотна 30°.

15. Вагонетка скатывается по наклонной горке длиной 5 м. Определить путь, проходимый вагонеткой по горизонтали до остановки, и наибольшую скорость движения, если коэффициент сопротивления 0,0095. Угол наклона 5°.

16. Маховик, приведенный в равноускоренное вращение, сделав 40 полных оборотов, стал вращаться с частотой 480 мин$^{-1}$.Определить угловое ускорение маховика и продолжительность равноускоренного вращения.

17. Ротор шахтного электродвигателя совершает 960 об/мин. После выключения он останавливается через 10с. Считая вращение равнозамедленным, найти угловое ускорение ротора. Сколько оборотов сделал ротор до остановки?

18. Крутящий момент двигателя электрической лебедки 1,2 кН·м. Для остановки двигателя служат тормозные деревянные колодки, прижимающиеся с двух сторон к тормозному чугунному диску радиусом 0,6 м, жестко связанному с ротором двигателя. Найти силу давления, необходимую для остановки ротора, если коэффициент трения равен 0,5.

19. Двигатель мощностью 3 кВт за 12 с разогнал маховик до 10 об/с. Найти момент инерции маховика.

20. Была произведена работа в 1 кДж, чтобы из состояния покоя привести маховик во вращение с частотой $8с^{-1}$.Какой момент импульса (количества движения) приобрел маховик?

21. Шар и цилиндр имеют одинаковую массу 5кг и катятся со скоростью 10 м/с по горизонтальной плоскости. Найти кинетическую энергию этих тел.

22. Какую работу надо произвести, чтобы раскрутить маховик массой 80 кг до 180об/мин? Массу маховика считать равномерно распределенной по ободу с диаметром 1м.

23. Ротор шахтного электродвигателя совершает 960 об/мин. После выключения он останавливается через 10с. Считая вращение равнозамедленным, найти угловое ускорение ротора. Сколько оборотов сделал ротор до остановки?

24. Шар и сплошной цилиндр катятся по горизонтальной плоскости. Какую часть энергия поступательного движения каждого тела составляет от общей кинетической энергии?

25. Маховик, выполненный в виде диска радиусом 0,4м и имеющий массу 100 кг, был раскручен до 480 оборотов в минуту и предоставлен самому себе. Под действием трения вала о подшипники маховик остановился через 80 с. Определить момент сил трения.

2.МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

26. Какой объем занимает 1 кг водорода при давлении 106 Па и температуре 20°С? Молярная масса водорода $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

27. Для автогенной сварки привезли баллон кислорода вместимостью 100 л. Найти массу кислорода, если его давление 12 МПа и темпера-тура 16°С. Молярная масса кислорода $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

28. Определить среднюю плотность сжатого воздуха в рудничной воздухопроводной сети, если давление воздуха в компрессоре составляет $7 \cdot 10^5$ Па, а давление у воздухоприемников $6 \cdot 10^5$ Па. Температура воздуха в начале и конце сети равна 27°С и 7°С. Молярная масса воздуха равна 0,029 кг/моль.

29. Стальной баллон емкостью 25 л наполнен ацетиленом $C_2 H_2$ при температуре 27° С до давления 20 МПа. Часть ацетилена использовали для автогенной сварки подкрановых путей в шахте. Какая масса ацетилена из-расходована, если давление в баллоне при температуре 23°С стало равным 14 МПа ? Молярная масса ацетилена 0,026 кг/моль.

30. Сжатый воздух в баллоне имеет температуру 15°С. Во время пожара температура воздуха в баллоне поднялась до 450° С. Взорвется ли баллон, если известно, что при этой температуре он может выдержать давление не более 9,8 МПа? Начальное давление в баллоне 4,8 МПа.

31. Температура взрыва гремучей смеси, то есть температура, до которой нагреты в первый момент газообразные продукты взрыва, достигает в среднем 2600° С, если взрыв происходит внутри замкнутого пространства. Во сколько раз давление при взрыве гремучего газа превосходит давление смеси до взрыва, если последнее равно 10^5 Па, а начальная температура 17° С?

32. Компрессор, обеспечивающий работу отбойных молотков в забое, засасывает из атмосферы 100 л воздуха в секунду при давлении 1 атм. Сколько отбойных молотков может работать от этого компрессора, если для каждого молотка необходимо 100 $см^3$ воздуха в секунду при давлении 50 атм ?

33. В двигателе Дизеля сжимается адиабатически воздух, в результате чего его температура поднимается, достигая температуры воспламенения нефти 800° С. До какого давления сжимается при этом воздух и во сколько раз уменьшается его объем, если начальное давление 1 атм, начальная температура 80°С, γ=1,4?

34. Современные вакуумные насосы позволяют понижать давление до 10^{-15} мм рт. ст. Сколько молекул газа содержится в объеме 1 $см^3$ при указанном давлении и температуре 27° С ?

35. Определить средние квадратичные скорости молекул метана CH_4 до взрыва и после него, если температура до взрыва равна 20° С, а после него 2600° С. Молярная масса 0,016 кг/моль.

36. Найти среднюю кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы кислорода при температуре 350 К, а также кинетическую энергию вращательного движения всех молекул, содержащихся в 4 г кислорода.

37. Вычислить удельные теплоемкости при постоянном объеме и при постоянном давлении окиси углерода CO, принимая этот газ за идеальный.

38. На сжатие азота при постоянном давлении была затрачена работа 12 кДж. Найти изменение внутренней энергии и затраченное количество теплоты.

39. Какое количество теплоты для нагревания от 50°C до 100° C надо сообщить азоту массой 28 г, который находится в цилиндре с подвижным поршнем? Чему равна при этом процессе работа расширения?

40. При адиабатическом процессе расширения внутренняя энергия кислорода уменьшилась на 8,38 кДж. Вычислить массу кислорода, если начальная температура его 47° C, а объем увеличился в 10 раз.

41. В двигателе внутреннего сгорания температура газообразных продуктов сгорания поднимается от 600° C до 2000° C. Найти количество теплоты, подведенное к 1 кг газа при постоянном давлении, изменение его внутренней энергии и совершенную работу, если удельные теплоемкости при постоянных давлении и объеме соответственно равны 1,25 кДж/(кг·К) и 0,96 кДж/(кг·К).

42. Определить мощность на валу компрессора производительностью 25 $м^3$ в минуту, работающего на подземную воздушную сеть, если первоначальное давление 1 атм, а давление, развиваемое компрессором в конце изотермического сжатия, составляет 7 атм.

43. Тепловая машина работает по обратимому циклу Карно. Температура нагревателя 227° C. Определить термический коэффициент полезного действия цикла и температуру охладителя, если за счет каждого килоджоуля теплоты, полученной от нагревателя, машина совершает работу 350 Дж.

44. От идеальной теплосиловой установки, работающей по циклу Карно, отводится ежечасно 270 МДж теплоты с помощью холодильника при 9° C. Определить полезную мощность установки, если количество подводимой в час теплоты равно 900 МДж. При какой температуре подводится теплота?

45. Газ совершает цикл Карно. Абсолютная температура нагревателя в три раза выше, чем температура холодильника. Нагреватель передал газу 42 кДж теплоты. Какую работу совершил газ?

46. При прямом цикле Карно тепловая машина совершает работу, равную 200 Дж. Температура нагревателя 375 К, холодильника 300 К. Найти количество теплоты, получаемое машиной от нагревателя.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

47. Вследствие трения о шкив ремень заряжается, причем каждый квадратный метр ремня содержит 0,02Кл заряда. Ширина ремня 0,3м, скорость его движения 20 м/с. Какой заряд проходит ежесекундно через любую неподвижную плоскость, перпендикулярную ремню?

48. Определить заряд, емкость и потенциал Земли, считая ее шаром радиусом $6 \cdot 10^3$ км и зная, что напряженность поля около поверхности равна 100 В/м.

49. Разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора 6 кВ, заряд каждой пластины 10 нКл. Найти энергию конденсатора и силу взаимного притяжения пластин, если расстояние между ними 2 см.

50. Какое количество теплоты выделится при разрядке плоского конденсатора, если разность потенциалов между пластинами 15 кВ, расстояние 1 мм, диэлектрик слюда ($\varepsilon = 6$), площадь каждой пластины 300 $см^2$?

51. Какую работу надо совершить , чтобы увеличить расстояние между пластинами воздушного конденсатора от 0,03 м до 0,1 м? Площадь пластин 100 $см^2$. Конденсатор подключен к источнику напряжения 220 В.

52. Камнедробилка должна работать под напряжением 100 В, потребляя ток в 40 А. Напряжение на электростанции 120 В, а расстояние до нее 1 км. Определить сечение медных соединительных проводов ($\rho = 1{,}7 \cdot 10^{-8}$ Ом м).

53. Какой длины надо взять нихромовый проводник диаметром 1,5 мм для изготовления спирали вулканизатора , применяемого при сращивании кабелей, если сопротивление спирали 5,5 Ом, а удельное сопротивление нихрома $1{,}1 \cdot 10^{-6}$ Ом м?

54. Цена деления прибора $1,5 \cdot 10^{-5}$ А /дел. Шкала прибора имеет 200 делений, его внутреннее сопротивление 100 Ом. Какие сопротивления нужно подключить к этому прибору и каким образом, чтобы можно было измерять напряжение до 200 В или ток до 4 А?

55. Определить сопротивление медных магистральных проводов при температуре 30^0 С. Расстояние от места расположения проводов до взрывной станции 400 м. Площадь сечения проводов 0,8 $мм^2$, $\rho = 0{,}017$(Ом· $мм^2$ /м), $\alpha = 0{,}0044$ град-1.

56. ЭДС батареи 12 В, ток короткого замыкания 5 А. Какую наибольшую мощность может дать батарея во внешней цепи?

57. Найти ток короткого замыкания для аккумуляторной батареи, если при токе 5 А она дает во внешнюю цепь мощность 9,5 Вт, а при токе 8 А мощность 14,4 Вт.

58. Ток в проводнике сопротивлением 100 Ом равномерно нарастает от 0 до 10 А в течение 30 с. Чему равно количество теплоты, выделившееся за это время в проводнике?

59. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток 50 А. Найти магнитную индукцию в точке, удаленной на расстояние 5 см от проводника.

60. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи 50 А и 100 А в противоположных направлениях. Расстояние между проводами 20 см. Определить магнитную индукцию в точке, удаленной на 25 см от первого и на 40 см от второго провода.

61. Найти число витков в катушке диаметром 10 см, если магнитная стрелка, помещенная в ее центре, отклонилась от плоскости магнитного меридиана на 38° при токе 0,2 А. Горизонтальная составляющая земного магнитного поля 12,8 А /м . Плоскость катушки совпадает с плоскостью магнитного меридиана.

62. Определить горизонтальную составляющую напряженности магнитного поля Земли,
если обмотка тангенс–буссоли имеет 10 витков радиусом 25 см. При токе 0,64 А стрелка отклоняется на угол 45°.

63. Плоский контур площадью 20 см ² находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,03 Тл. Найти магнитный поток, пронизывающий контур, если его плоскость составляет угол 60° с линиями индукции.

64. Электромагнит изготовлен в виде тороида со средним диаметром 51 см и вакуумным зазором 2 мм. Обмотка тороида равномерно распределена по всей его длине. Во сколько раз уменьшится напряженность магнитного поля в зазоре, если при неизменном токе в обмотке зазор увеличить в три раза? Магнитная проницаемость сердечника тороида 800.

65. Найти напряженность магнитного поля между полюсами электромагнита , если проводник массой 10 г и длиной 1м при токе в нем 19,6 А висит в поле , не падая.

66. В однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл движется проводник длиной 10 см со скоростью 15 м /с, направленной перпендикулярно к магнитному полю. Найти ЭДС, индуцированную в проводнике.

67. Обмотка электромагнита содержит 800 витков. Площадь сечения сердечника 15 $см^2$, Индукция магнитного поля в сердечнике 1,4 Тл. Вычислить величину средней ЭДС , возникающей в обмотке при размыкании тока, если ток уменьшается до нуля в течение 0,001с.

68. На железное кольцо намотано в один слой 200 витков провода. Чему равна энергия Магнитного поля, если при токе 2,5 А магнитный поток в железе 0,5 мВб?

69. Замкнутый соленоид намотан на немагнитный каркас и содержит 20 витков на каждый сантиметр длины. Найти объемную плотность энергии поля при токе 1 А.

70. С какой скоростью должен нарастать ток в катушке с числом витков 800, площадью поперечного сечения 10 $см^2$, длиной 30 см, чтобы величина ЭДС самоиндукции, возникшей в ней, была равна 25 мВ?

4. МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

71. Маятник для гравиметрической съемки за сутки совершил 57600 колебаний. Найти ускорение свободного падения, если длина маятника
0,56м.

72. Днище вибролюка, применяемого для погрузки руды в бункер поезда из очистной камеры, совершает гармоническое колебательное движение с амплитудой 5 мм и частотой 1500 $мин^{-1}$. Написать уравнение колебаний, если начальная фаза равна нулю.

73. Стол питателя, предназначенного для погрузки руды в вагонетки, колеблется с частотой 45 $мин^{-1}$. Определить максимальные скорость и ускорение стола, полную энергию колебаний, если масса питателя 1000 кг, амплитуда колебаний 72 мм.

74. Решето рудообогатительного грохота совершает вертикальное колебательное движение с амплитудой 5 см. Найти наименьшую частоту колебаний, при которой куски руды, лежащие на решете, будут отделяться от него и подбрасываться вверх.

75. Для погружения обсадных труб в глинистые отложения применяется вибровозбудитель ВО-10, амплитуда колебаний которого 0,13 см, частота вращения дебалансов 1200 $мин^{-1.}$ Определить максимальные скорость и ускорение, написать уравнение колебаний, если начальная фаза равна нулю.

76. Определить полную энергию колебаний и максимальную силу взаимодействия между подъемным сосудом массой 90 тонн и армировкой ствола шахты, если амплитуда горизонтальных колебаний сосуда 3 см, а циклическая частота 7 $с^{-1}$.

77. Точка одновременно совершает два гармонических колебания, происходящих по взаимно перпендикулярным направлениям и выражаемых уравнениями: $x = 0{,}5\sin t$, $y = 2\cos t$. Найти уравнение траектории точки, построить график ее движения.

78. Два одинаково направленных гармонических колебания одного периода с амплитудами 10 см и 6 см складываются в одно колебание с амплитудой 14 см. Определить разность фаз складываемых колебаний.

79. Груз, подвешенный к пружине, гармонически колеблется по вертикали с периодом 0,5 с. Коэффициент упругости пружины 4 Н/м. Определить массу груза.

80. Амплитуда затухающих колебаний маятника за 5 мин уменьшилась в два раза. За какое время, считая от начального момента, амплитуда уменьшится в восемь раз?

81. Источник незатухающих гармонических колебаний подчиняется закону $x = 5\sin 3140t$ (м). Определить смещение, скорость и ускорение точки, находящейся на расстоянии 340м от источника, через 1 с от начала колебаний, если скорость волны 340 м/с.

82. Уравнение незатухающих колебаний $y = 0{,}1\sin 0{,}5\pi t$ (м). Скорость волны 300 м/с. Написать уравнение колебаний для точек волны в момент времени 4 с после начала колебаний. Найти разность фаз для источника и точки на расстоянии 200 м от него.

83. Звуковые колебания с частотой 500 Гц и амплитудой 0,25 мм, распространяются в воздухе. Длина волны 70 см. Определить скорость распространения волны и наибольшую скорость колебаний частиц воздуха.

84. Определить коэффициент сжатия горной породы - величину, обратную модулю Юнга, если скорость распространения звуковых волн в горной породе равна 4500 м/с, а плотность породы составляет $2{,}3\cdot 10^3$ кг/м^3.

85. К одному из концов длинного стержня прикреплен вибратор, колеблющийся по закону $y = 10^{-6}\sin 10^4\pi t$ (м). Найти скорость точек в сечении стержня, отстоящем от вибратора на расстоянии 25см, в момент времени 10^{-4} с. Скорость волны $5\cdot 10^3$ м/с.

86. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью 2 мГн и конденсатора емкостью 888 пФ. На какую длину волны настроен контур?

87. Найти частоту собственных колебаний в контуре, состоящем из катушки индуктивности и плоского конденсатора. Площадь каждой пластины конденсатора 30 см^2 и расстояние между ними 0,1 см. Число витков катушки 1000, длина ее 30 см, сечение 1 см^2.

88. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью 1,02 Гн и конденсатора емкостью 0,025 мкФ. Заряд на конденсаторе равен $2{,}5\cdot^{10\text{-}6}$ Кл. Какова зависимость разности потенциалов на конденсаторе от времени?

89. Катушка (без сердечника) длиной 50 см и площадью поперечного сечения 3 см^2 имеет 1000 витков и соединена параллельно с конденсатором. Он состоит из двух

пластин площадью 75 см^2 каждая, рас-стояние между пластинами 5 мм, диэлектрик - воздух. Найти период колебаний контура и длину волны, на которую он настроен.

90. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью 1,02 Гн и конденсатора емкостью 25 нФ. На обкладках конденсатора сосредоточен заряд 2,5 мкКл. Написать уравнение изменения тока в цепи в зависимости от времени.

91. Разность потенциалов на конденсаторе в контуре за 1 мс уменьшается в три раза. Найти коэффициент затухания.

92. Электромагнитные волны распространяются в некоторой однородной среде со скоростью $2{,}5\cdot10^8$ м/с. Какую длину волны имеют электромагнитные колебания в данной среде, если частота колебаний 1 МГц?

93. Катушка с индуктивностью 30 мкГн присоединена к плоскому конденсатору с площадью пластин 0,01 м^2 и расстоянием между ними 0,1 мм. Найти диэлектрическую проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами, если контур настроен на длину волны 750 м.

94. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 80 пФ и катушки индуктивностью 0,5 мГн. Найти максимальный ток в контуре, если максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора 300 В. На какую длину волны резонирует данный контур?

95. Закон изменения разности потенциалов на обкладках конденсатора в контуре задан уравнением $U = 50\cos10^4\pi t$(В). Емкость конденсатора равна 0,1 мкФ. Найти период колебаний, индуктивность, длину волны. Написать закон изменения тока в контуре.

96. Колебательный контур состоит из конденсатора переменной емкости от 12 пФ до 80пФ и катушки с индуктивностью 1,2 мГн. Найти диапазон длин электромагнитных волн, которые могут вызывать резонанс в этом контуре.

97. Индуктивность колебательного контура 0,5 мГн. Какова должна быть электроемкость контура, чтобы он резонировал на длину волны 300 м?

98. Катушка (без сердечника) длиной 50 см и площадью поперечного сечения 3 см^2 имеет 1000 витков и соединена параллельно с конденсатором. Он состоит из двух пластин площадью 75 см^2 каждая, расстояние между пластинами 5 мм, диэлектрик - воздух. Найти период колебаний контура и длину волны, на которую он настроен.

99. Какую индуктивность надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости 2 мкФ получить частоту 1000 Гц?

100. Индуктивность катушки в колебательном контуре 20 мкГн. Требуется настроить этот контур на частоту 5 МГц. Какую емкость следует выбрать?

101. Колебательный контур, состоящий из воздушного конденсатора с двумя пластинами по 100 $см^2$ каждая и катушки с индуктивностью 1 мкГн резонирует на волну длиной 10м. Найти расстояние между пластинами конденсатора.

5. ВОЛНОВАЯ И КВАНТОВАЯ ОПТИКА

102. Расстояние между двумя щелями в опыте Юнга I мм, расстояние от щелей до экрана 3м, расстояние между соседними интерференционными максимумами на экране 1,5 мм. Найти длину волны источника монохроматического света.

103. Оранжевые лучи с длиной волны 650 нм от двух когерентных источников, расстояние между которыми 120 мкм, падают на экран. Расстояние от источников до экрана 3,6 м. Найти расстояние между центрами соседних темных полос на экране.

104. Какую наименьшую толщину должна иметь пластинка, сделанная из материала с показателем преломления 1,54, чтобы при освещении ее лучами с длиной волны 750 нм, перпендикулярными к пластинке, она в отраженном свете казалась красной?

105. Между двумя плоскопараллельными пластинками лежит проволочка, отчего образовался воздушный клин. Пластинки освещаются светом с длиной волны 500 нм. Угол падения лучей 0°, длина пластинки 10 см. Расстояние между интерференционными полосами в отраженном свете 1,8 мм. Найти толщину проволочки.

106. Плосковыпуклая линза (n=1,5) с оптической силой 0,5 диоптрий выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Найти радиус пятого темного кольца Ньютона в проходящем свете (λ =600 нм).

107. Радиус кривизны плосковыпуклой линзы 4 м. Чему равна длина волны падающего света, если радиус 5-го светлого кольца Нью-она в отраженном свете равен 3,6 мм?

108. На щель шириной 0,2 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 640 нм. Определить угол отклонения лучей, соответствующих первой светлой дифракционной полосе.

109. На пластинку со щелью падает нормально монохроматический свет. Угол отклонения лучей, соответствующих второму дифракционному минимуму, равен 1°. Сколько длин волн падающего света составляет ширина щели?

110. На щель шириной 0,05 мм падает нормально монохроматический свет (λ=0,6 мкм). Найти угол между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

111. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую линию в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия с длиной волны 670 нм спектра второго порядка?

112. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядка накладываются друг на друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница (400 нм) спектра третьего порядка?

113. На дифракционную решетку, имеющую 800 штрихов на I мм, падает параллельный пучок белого света. Какова разность углов отклонения конца первого и начала второго спектров? Принять длину волны красного света 760 нм, фиолетового 400 нм.

114. На дифракционную решетку, содержащую 50 штрихов на миллиметр, падает в направлении нормали к ее поверхности белый свет. Спектр проектируется на экран с помощью линзы, помещенной вблизи решетки. Определить длину спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана 3 м. Границы видимого спектра 400 нм и 760 нм.

115. Угол преломления луча света в жидкости равен 35°. Определить показатель преломления этой жидкости, если отраженный луч максимально поляризован.
116. Под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы его лучи, отраженные от поверхности озера, были бы наиболее полно поляризованы.

117. Предельный угол полного внутреннего отражения луча на границе жидкости с воздухом равен 43°. Каков должен быть угол падения луча из воздуха на поверхность жидкости, чтобы отраженный луч был максимально поляризован?

118. Угол максимальной поляризации при отражении света от кристалла каменной соли равен 57°. Определить скорость распространения света в этом кристалле.

119. Угол между плоскостями поляризации двух призм Николя равен 45°. Во сколько раз
уменьшится интенсивность света, прошедшего через николи, если этот угол увеличить до 60°?

120. Температура «голубой» звезды $3 \cdot 10^4$К. Определить интегральную интенсивность излучения и длину волны, соответствующую максимуму излучательной способности.

121. Приняв температуру поверхности Солнца равной 6000 К, определить энергию, излучаемую с одного квадратного метра за секунду и длину волны, соответствующую максимуму излучательной способности.

122. Поток энергии, излучаемой из смотрового окошка печи за секунду, равен 34 Вт. Найти температуру печи, если площадь отверстия 6 $см^2$.

123. Средняя величина энергии, теряемой вследствие излучения с одного квадратного сантиметра поверхности Земли за минуту, равна 0,55 Дж. Какую температуру должно иметь абсолютно черное тело, излучающее такое же количество энергии?

124. Печь при температуре 1100 К посылает на измерительный прибор некоторое тепловое излучение. Какова должна быть температура печи, чтобы получаемое прибором излучение увеличилось в два, четыре и шестнадцать раз?

125. Максимальная лучеиспускательная способность абсолютность черного тела приходится на длину волны 800 нм. Какая мощность должна быть подведена к этому телу, поверхность которого 100 $см^2$, чтобы поддерживать его при постоянной температуре.

126. Вследствие изменения температуры абсолютно черного тела, максимум испускательной способности сместился с 500 нм на 750 нм. Во сколько раз уменьшилась суммарная мощность излучения?

127. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта равна 307 нм и кинетическая энергия фотоэлектрона I эВ?

128. Калий (работа выхода 2 эВ) освещается монохроматическим светом с длиной волны 509 нм. Определить максимально возможную кинетическую энергию фотоэлектронов.

129. Определить работу выхода электрона из цезия и серебра, если красная граница фотоэффекта у этих металлов составляет соответственно 660 нм и 260 нм.

130. Определить энергию, импульс и массу фотона, длина волны которого соответствует видимой части спектра с длиной волны 500 нм.

131. Определить давление света на стенки электрической стоваттной лампы. Колба лампы представляет собой сферический сосуд радиусом 5 см. Стенки лампы

отражают 10 % падающего на них света. Считать, что вся потребляемая мощность идет на излучение.

132. На поверхность площадью 100 $см^2$ ежеминутно падает 63 Дж световой энергии. Найти величину светового давления, если поверхность полностью отражает все лучи и если полностью поглощает все лучи.

133. Давление света с длиной волны 600 нм на черную поверхность равно $2,2 \cdot 10^{-7}$ $Н/м^2$. Сколько фотонов падает на I $см^2$ за одну секунду?

6. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА И ФИЗИКА АТОМА

134. Определить длину волны, соответствующую границе серии Бальмера для водорода. Выделить эту спектральную линию на схеме энергетических уровней атома водорода. Постоянная Ридберга равна $1,097 \cdot 107 м^{-1}$.

135. Найти наибольшую и наименьшую длины волн в первой инфракрасной серии спектра водорода (серии Пашена). Начертить схему энергетических уровней атома водорода.

136. Атом водорода в основном состоянии поглотил квант света с длиной волны 121,5 нм. Определить радиус электронной орбиты возбужденного атома водорода.

137. Вычислить энергию фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на первый.

138. Определить длины волн де Бройля для электрона и протона, движущихся со скоростью 1000 км/с. Масса электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$кг, масса протона $1,67 \cdot 10^{-27кг}$.

139. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля была равна 0,10 нм ?

140. Определить длину волны де Бройля для электрона, движущегося по круговой орбите атома водорода, находящегося в основном состоянии.

141. Электрон, движущийся со скоростью $6 \cdot 10^6$м/с, попадает в продольное ускоряющее однородное электрическое поле напряженностью 5 В/см. Какое расстояние должен пройти электрон в таком поле, чтобы его длина волны стала равной 0,10 нм?

142. Рассчитать дебройлевскую длину волны для протона с кинетической энергией, равной энергии покоя электрона 0,51МэВ.

143. Найти коротковолновую границу непрерывного рентгеновского спектра, если известно, что уменьшение приложенного к рентгеновской трубке напряжения на 23 кВ увеличивает искомую длину волны в два раза.

144. Найти длину волны коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра, если скорость электронов, подлетающих к антикатоду трубки, составляет 0,85 скорости света.

145. Для определения постоянной Планка к рентгеновской трубке приложили напряжение 16 кВ и определили минимальную длину волны сплошного рентгеновского излучения (λмин =77,6 пм). Вычислить по этим данным постоянную Планка.

146. Частица в потенциальной яме шириной *l* находится в возбужденном состоянии (n=2).
Вычислить вероятность нахождения частицы в крайней четверти ямы.
46. Частица в потенциальной яме находится в основном состоянии. Какова вероятность обнаружить частицу в крайней трети ямы?
147. В одномерной потенциальной яме шириной *l* находится электрон. Найти вероятность нахождения электрона на первом энергетическом уровне в интервале *l*/4, равноудаленном от стенок ямы.

148. Вычислить величину момента импульса L орбитального движения электрона, находящегося в атоме водорода в s-состоянии и в p-состоянии.

149. Частица в потенциальной яме шириной *l* находится в низшем возбужденном состоянии. Определить вероятность нахождения частицы в интервале *l*/4, равноудаленном от стенок ямы.

150. Определить возможные значения проекции момента импульса L_Z орбитального движения электрона в атоме водорода на направление внешнего магнитного поля. Электрон находится в d-состоянии.

151. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной *l*
с бесконечно высокими стенками. Определить вероятность обнаружения электрона в средней трети ямы, если электрон находится в возбужденном состоянии (n=3).

7. ЭЛЕМЕНТЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

152. Активность препарата пропорциональна числу ядер, распадающихся за секунду. Во сколько раз уменьшится активность препарата стронция $_{38}Sr^{90}$ через 100 лет? Период полураспада равен 28 лет.

153. Сколько β-частиц испускает в течение одного часа 1 мкг изотопа $_{11}Na^{24}$, период полураспада которого составляет 15 часов?

154. Препарат $_{92}U^{238}$ массой 1 г излучает $1{,}24 \cdot 10^4$ α -частиц в секунду. Найти период полураспада этого изотопа урана и активность препарата.

155. Найти число распадов за одну секунду в 1 г радия, период полураспада которого 1590 лет. Молярная масса радия 0,226 кг/моль.

156. Активность препарата пропорциональна числу ядер, распадающихся за одну секунду. Во сколько раз уменьшится активность иода $_{53}J^{124}$ спустя 12 суток? Период полураспада равен четырем суткам.

157. Сколько β-частиц испускается в течение суток при распаде изотопа фосфора $_{15}P^{32}$ массой 1 мкг? Период полураспада 14,3 суток.
158. Активность препарата уменьшилась в 256 раз. Сколько периодов полураспада составляет промежуток времени, за который произошло такое уменьшение активности?

159. За один год начальное количество радиоактивного вещества уменьшилось в три раза. Во сколько раз оно уменьшится за два года?
60. Какая доля начального количества радиоактивного вещества останется нераспавшейся через промежуток времени, равный двум периодам полураспада?

160. Дефект массы ядра $_7N^{15}$ равен 0,12396 а.е.м. Определить массу атома. ($m\ _1H^1 = 1{,}00783$ а.е.м.; $m\ _0n^1 = 1{,}00867$ а.е.м.).

161. Найти удельную энергию связи ядра $_6C^{12}$, если известно, что $m\ _1H^1 = 1{,}00783$ а.е.м.; $m\ _0n1 = 1{,}00867$ а.е.м.; $m\ _{12}C^6 = 12{,}00000$ а.е.м.

162. Рассчитать массу нейтрального атома, если ядро его состоит из трех протонов и двух нейтронов, а энергия связи ядра равна 26,3 Мэв. ($m\ _1H^1 = 1{,}00783$ а.е.м.; $m\ _0n^1 = 1{,}00867$ а.е.м.).

163. Определить энергию связи ядра изотопа кислорода $_8O^{16}$, если $m\ _1H^1 = 1{,}00783$ а.е.м.;
$m\ _0n^1 = 1{,}00867$ а.е.м.; $m\ _8O^{16} = 1\ 5{,}99491$ а.е.м.

164. Определить энергию связи, приходящуюся на один нуклон ядра атома $_{11}Na^{23}$, если $m\ _{11}Na^{23} = 22{,}98977$а.е.м.; $m\ _1H^1 = 1{,}00783$ а.е.м.; $m\ _0n^1 = 1{,}00867$ а.е.м.

165. Найти дефект массы, энергию связи и удельную энергию связи ядра $_3Li^7$, если известно, что $m\ _3Li^7 = 7{,}01601$ а.е.м.; $m\ _1H^1 = 1{,}00783$ а.е.м.; $m\ _0n^1 = 1{,}00867$ а.е.м.

166. Энергия связи электрона с ядром невозбужденного атома водорода $_1H^1$ равна 13,6 эВ. Определить, насколько масса атома водорода меньше суммы масс свободных протона и электрона.

167. Вычислить дефект массы и энергию связи ядра $_5B^{11}$,если известны следующие массы: m $_5B^{11}$ = 11,00931 а.е.м.; m $_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; m $_0n^1$ = 1,00867 а.е.м.

168. Найти энергию, которую нужно затратить для отрыва нейтрона от ядра $_{11}Na^{23}$, если известны следующие массы: m $_0n^1$ = 1,00867 а.е.м.; m $_{11}Na^{23}$ = 22,98977 а.е.м.; m $_{11}Na^{22}$ = 21,99444 а.е.м.

169. Найти энергию отрыва нейтрона от ядра $_2He^4$,если известны массы: m $_0n^1$ = 1,00867 а.е.м.; m $_2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; m $_2He^3$ = 3,01603 а.е.м.

170. Найти энергию, необходимую для удаления одного протона из ядра $_8O^{16}$ ($_8O^{16} \rightarrow {}_7N^{15} + {}_1H^1$). m $_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; m $_8O^{16}$ = 15,99491 а.е.м.; m $_7N^{15}$ = 15,00011 а.е.м.

171. Найти изменение массы при следующей ядерной реакции:
$_{13}Al^{27} + {}_2He^4 \rightarrow {}_{15}P^{30} + {}_0n^1$, если m $_{13}Al^{27}$ =2 6,98154 а.е.м.; m $_2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; m $_{15}P^{30}$= 29,97263 а.е.м.; m $_0n^1$= 1,00867 а.е.м.

172.Вычислить энергетический эффект ядерной реакции: $1H^2 + {}_1H3 \rightarrow {}_2He^4 + {}_0n^1$, если m $_1H^2$ = 2,01410 а.е.м.; m $_1H^3$ =3,01605 а.е.м.; m $_0n^1$ =1,00867 а.е.м.; m $_2He^4$ = 4,00260 а.е.м.

173. В термоядерном реакторе с дейтериевым горючим может происходить вторичная термоядерная реакция $_2He^3 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^4 + {}_1H^1$. Вычислить энергию этой реакции. (m $_2He^3$ = 3,01603 а.е.м.; m $_1H^2$ = 2,01410 а.е.м.; m $_2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; m $_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.).

174. Вычислить энергию ядерной реакции $_7N^{14} + {}_0n^1 \rightarrow {}_6C^{14} + {}_1H^1$. (m $_7N^1$ ^{4}= 14,00307а.е.м.; m $_0n^1$ =1,00867 а.е.м ; m $_6C^{14}$= 14,00324 а.е.м.; m $_1H^1$= 1,00783 а.е.м.).

175. Определить энергию ядерной реакции $_3Li6 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^4 + {}_2He^4$. (m $_3Li^6$ = 6,01513 а.е.м.; m $_1H^2$= 2,01410 а.е.м.; m $_2He^4$ =4 ,00260 а.е.м.).

176. Какую минимальную энергию должен иметь квант для вырывания нейтрона из ядра $_6C^{14}$? Известны массы: m $_6C^{14}$ = 14,00324 а.е.м.; m $_0n^1$= 1,00867 а.е.м.; m $_6C^{13}6$ = 13,00335а.е.м.

177. Какую минимальную энергию необходимо затратить, чтобы разделить $_6C^{12}$ на три равные части.(m $_6C^{12}$= 12,00000 а.е.м.; m $_2He^4$= 4,00260 а.е.м.).

178. Определить энергию ядерной реакции $_{20}Ca^{14} + {}_1H^1 \rightarrow {}_{19}K^{41} + 2He^4$. ($m\ {}_{20}Ca^{4\,4}$= 43,95549 а.е.м.; $m\ {}_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; $m\ {}_2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; $m\ {}_{19}K^{41}$= 40,96184 а.е.м.)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

8.1 Основная литература

.

1.	И.Г. Коршунов. Физика. – Екатеринбург: Ид-во УГГУ, 2014. – 341 с.
2.	В.И. Горбатов, В.Ф. Полев. Физика. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ (Ч.1, 2012.-105 с.; Ч.2, 2013.-115 с.; Ч.3.- 2014.-147 с.)
3.	Михайлов В.К. Физика: учебное пособие/ Михайлов В.К.— Электрон. текстовые данные.- М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.-120 с.-Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/23753.html - ЭБС «IPRbooks».
4.	Михайлов В.К. Волны. Оптика. Атомная физика. Молекулярная физика: учебное пособие/ Михайлов В.К., Панфилова М.И.-Электрон. текстовые данные.-М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.-144 с.-Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62614.html -ЭБС «IPRbooks».
5.	Трофимова Т.М. Курс физики. Академия, 2010.- 560 с.

Дополнительная литература

1. И..Г. Коршунов. Основы физики.- Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. - 312 с.
2. Ветрова В.Т. Физика. Сборник задач: учебное пособие/ Ветрова В.Т.- Электрон. текстовые данные.- Минск: Вышэйшая школа, 2015.-446 с.- Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/48021.html -ЭБС «IPRbooks».
3. Чакак А.А. Физика. Краткий курс: учебное пособие для студентов очно-заочной формы обучения вузов, слушателей курсов повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов, для студентов факультета дистанционных образовательных технологий/ Чакак А.А., Летута С.Н. Электрон. текстовые данные. Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011.-541 с. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/30092.html - ЭБС «IPRbooks».
4. Сарина М.П. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Часть 1. Механика: учебное пособие/ Сарина М.П.- Электрон. текстовые данные.- Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.- 187 с.- Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45392.html - ЭБС «IPRbooks».

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Некоторые физические постоянные

Физическая постоянная	Обозначение	Значение
Скорость света в вакууме	c	$3.00 \cdot 10^{8}$ м/с
Гравитационная постоянная	G	$6.67 \cdot 10^{-11}$ м^3/(кг·с^2)
Число Авогадро	N_A	$6.02 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$
Молярная газовая постоянная	R	8.31 Дж/(моль·К)
Постоянная Больцмана	k	$1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
Атомная единица массы	*1а.е.м.*	$1.660 \cdot 10^{-27}$ кг
Элементарный заряд	e	$1.60 \cdot 10^{-19}$ Кл
Масса покоя электрона	m_e	$9.11 \cdot 10^{-31}$ кг
Масса покоя протона	m_p	$1.67 \cdot 10^{-27}$ кг
Электрическая постоянная	ε_0	$8.85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м
Магнитная постоянная	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м
Постоянная Планка	h $\hbar$	$6.63 \cdot 10^{-34}$ Дж/с $1.05 \cdot 10^{-34}$ Дж/с

Приложение 2

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименования

Приставка			Множитель	Приставка			Множитель
Наименование	Обозначение			Наименование	Обозначение		
	русское	международное			русское	международное	
экса	Э	E	10^{18}	деци	д	d	10^{-1}
пэта	П	P	10^{15}	санти	с	c	10^{-2}
тера	Т	T	10^{12}	милли	м	m	10^{-3}
гига	Г	G	10^{9}	микро	мк	μ	10^{-6}
мега	М	M	10^{6}	нано	н	n	10^{-9}
кило	к	k	10^{3}	пико	п	p	10^{-12}
Гекто	г	h	10^{2}	фемто	ф	f	10^{-15}
Дека	да	da	10^{1}	атто	а	a	10^{-18}
П р и м е ч а н и е: Приставки гекто, дека, деци и санти допускается применять только в наименованиях кратных и дольных единиц, уже получивших широкое распространение (гектар, декалитр, дециметр, сантиметр и др.)							

Приложение 3

Единицы физических величин, имеющие собственные наименования

Величина	Единица	
	Наименование	Обозначение
Длина	метр	м
Масса	килограмм	кг
Время	секунда	с
Плоский угол	радиан	рад
Телесный угол	стерадиан	ср
Сила, вес	ньютон	Н
Давление	паскаль	Па
Напряжение (механическое)	паскаль	Па
Модуль упругости	паскаль	Па
Работа, энергия	джоуль	Дж
Мощность	ватт	Вт
Частота колебаний	герц	Гц
Термодинамическая температура	кельвин	К
Разность температур	кельвин	К
Теплота, количество теплоты	джоуль	Дж
Количество вещества	моль	моль
Электрический заряд	кулон	Кл
Сила тока	ампер	А
Потенциал электрического поля, электрическое напряжение	вольт	В
Электрическая емкость	фарад	Ф
Электрическое сопротивление	ом	Ом
Электрическая проводимость	сименс	См
Магнитная индукция	тесла	Тл
Магнитный поток	вебер	Вб
Индуктивность	генри	Гн
Сила света	кандела	кд
Световой поток	люмен	лм
Освещенность	люкс	лк
Поток излучения	ватт	Вт
Поглощенная доза излучения (доза излучения)	грэй	Гр
Активность изотопа	беккерель	Бк

Приложение 4

Внесистемные единицы

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	Соотношение с единицей СИ
Масса	тонна атомная единица массы	т а.е.м.	10^3 кг $1.66 \cdot 10^{-27}$ кг
Время	минута час сутки	мин ч сут	60 с 3600 с 86400 с
Плоский угол	градус минута секунда град	…• …′ …″ град	$1.74 \cdot 10^{-2}$ рад $2.91 \cdot 10^{-4}$ рад $4.85 \cdot 10^{-6}$ рад $(\pi/200)$ рад
Объем, вместимость	литр	Л	10^{-3} м^3
Длина	астрономическая единица световой год парсек	а.е. св. год пк	$1.50 \cdot 10^{11}$ м $9.46 \cdot 10^{15}$ м $3.08 \cdot 10^{16}$ м
Оптическая сила	диоптрия	Дптр	1 м$^{-1}$
Площадь	гектар	Га	10^4 м^2
Энергия	электрон-вольт	эВ	$1.60 \cdot 10^{-19}$ Дж
Полная мощность	вольт-ампер	В·А	
П р и м е ч а н и е: Единицы времени (минуту, час, сутки), плоского угла (градус, минуту, секунду), астрономическую единицу, световой год, диоптрию и атомную единицу массы не допускается применять с приставками.			

Приложение 5

Плотность некоторых твердых тел

Твердое тело	Плотность, г/см^3	Твердое тело	Плотность, г/см^3
Алюминий	2.70	Цезий	1.90
Барий	3.50	Каменная соль	2,2
Ванадий	6.02	Латунь	8,55
Висмут	9.80	Марганец	7,40
Железо (чугун, сталь)	7.88	Платина	21,4
Литий	0.53	Золото	19,3
Медь	8.93	Висмут	9,8◌
Никель	8.90	Уран	18,7
Свинец	11.3	Цинк	7.15
Серебро	10.5	Вольфрам	19,3

Приложение 6

Плотность некоторых жидкостей и газов

Жидкость (при 15° С)	Плотность, г·/см^3	Газ (при нормальных условиях	Плотность, кг/м^3
Вода (дистиллированная при 4°С)	1.00	Водород	0.09
Глицерин	1.26	Воздух	1.29
Керосин	0.8	Гелий	0.18
Ртуть	13.6	Аргон	1,78
Масло (оливковое, смазочное)	0.9	Азот	1,25
Масло касторовое	0.96	Кислород	1.43
Сероуглерод	1.26		
Эфир	0.7		
Спирт	0.80		

Приложение 7

Удельное сопротивление ρ некоторых материалов

Материал	Удельное сопротивление, Ом·м	Материал	Удельное сопротивление, Ом·м
Алюминий	$2{,}53\cdot10^{-8}$	Ртуть	$9{,}6\cdot10^{-7}$
Алюминий провод	$2{,}87\cdot10^{-8}$	Свинец	$2{,}08\cdot10^{-7}$
Бумага	10^{15}	Серебро	$1{,}6\cdot10^{-8}$
Вода дистиллированная	10^{4}	Сталь литая	$1{,}3\cdot10^{-7}$
Вода морская	0,3	Сталь чистая	$1{,}01\cdot10^{-7}$
Вольфрам	$5{,}5\cdot10^{-8}$	Стекло	10^{11}
Графит	$3{,}9\cdot10^{-6}$	Стекло кварцевое	10^{16}
Железо чистое	$9{,}8\cdot10^{-8}$	Угольные щётки	$4\cdot10^{-5}$
Железо	$8{,}7\cdot10^{-8}$	Цинк	$5{,}9\cdot10^{-8}$
Золото	$2{,}2\cdot10^{-8}$	Чугун серый	$1\cdot10^{-6}$
Константан	$5\cdot10^{-7}$	Никель	$8{,}7\cdot10^{-8}$
Масло парафиновое	10^{14}	Нихром	$1{,}12\cdot10^{-6}$
Магний	$4{,}4\cdot10^{-8}$	Олово	$1{,}2\cdot10^{-7}$
Манганин	$4{,}3\cdot10^{-7}$	Платина	$1{,}07\cdot10^{-7}$
Медь	$1{,}72\cdot10^{-8}$	Медь провод	$1{,}78\cdot10^{-8}$

Приложение 8

Диэлектрическая проницаемость некоторых веществ

Вещество	Проницаемость	Вещество	Проницаемость
Ацетон	21,4	Парафин	2,0
Вакуум	1,0	Парафинированная бумага	2,0
Воздух	1,000594	Полиэтилен	2,2
Вода	81	Слюда	7,0
Вода дистиллированная	31	Спирт этиловый	25,1
Воск	7,8	Спирт метиловый	33,5
Керосин	2,0	Стекло	7,0
Масло	5,0	Фарфор	5,0
Масло трансформаторное	2,2	Эбонит	2,6

Приложение 9

Греческий алфавит

Обозначения букв	Название букв	Обозначения букв	Название букв
A, α	Альфа	N, ν	ню
B, β	Бета	Ξ, ξ	кси
Γ, γ	Гамма	O, o	омикрон
Δ, δ	Дэльта	Π, π	пи
E, ε	Эпсилон	P, ρ	ро
Z, ς	Дзета	Σ, σ	сигма
H, η	Эта	T, τ	тау
Θ, θ	Тэта	Y, υ	ипсилон
J, i	Иота	Φ, φ	фи
K, κ	Каппа	X, χ	хи
Λ, λ	Ламбда	Ψ, ψ	пси
M, μ	Ми	Ω, ω	омега

СОДЕРЖАНИЕ

Общие методические указания к решению задач и выполнению домашних контрольных работ	3
1. Механика	4
2. Молекулярная физика и термодинамика	7
3. Электричество и магнетизм	10
4. Механические и электромагнитные колебания и волны	12
5. Волновая и квантовая оптика	15
6. Квантовая физика и физика атома	18
7. Элементы ядерной физики	19
Список литературы	23
Приложения	24

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВПО
«Уральский государственный
горный университет»

М. Н. Попова

ХИМИЯ

Контрольные задания для студентов-заочников всех направлений бакалавриата и специалитета

Екатеринбург 2016

Министерство образования и науки РФ

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Одобрено методической комиссией Горно-механического факультета

(название факультета)

Председатель _____

(подпись)

Барановский В.П.

М.Н.Попова

ХИМИЯ

Контрольные задания для студентов - заочников всех направлений бакалавриата и специалитета

Издание УГГУ Екатеринбург,2016

А 94

Рецензент: А.В.Колтунов, доцент кафедры ОПИ Уральского государственного горного университета

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры химии 27 июня 2016 г. (протокол № 10) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Попова М.Н.
А 94 Химия: контрольные задания для студентов - заочников всех направлений бакалавриата и специалитета /М.Н.Попова -Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016. - С.58

Контрольные задания состоят из 9 разделов, включающих задания по основным темам химии. Цель данного пособия - проверить знания по химии поступивших студентов - заочников, подготовить их к выполнению лабораторного практикума, усвоении материала в курсе лекций.

С. Уральский государственный
горный университет, 2016 С
Попова М.Н.,2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение 5

2. Строение атома 6

3 . Химическая кинетика и равновесие 8

3.1. Скорость химических реакций 8

3.2. Химическое равновесие 10

4. Растворы электролитов 13

4.1. Концентрация растворов 13

4.2. Электролитическая диссоциация 18

4.3. Гидролиз солей 22

5. Окислительно-восстановительные процессы 25

5.1. Окислительно-восстановительные реакции 25

5.2. Гальванические элементы 28

5.3. Электрохимическая коррозия 31

5.3. Электролиз растворов 33

6. Номера вариантов 38

7. Список литературы 42

8. Приложение 43

Введение

Без химии трудно представить прогресс в горном деле. Все сферы горного производства пронизаны современной химической наукой и технологией. Поэтому горный инженер любой специальности должен обладать достаточными знаниями в области химии.

Основной вид занятий студентов–заочников – самостоятельная работа над учебным материалом. По курсу химии она складывается из следующих этапов: изучение материала по учебникам и учебным пособиям; выполнение контрольной работы, посещение лекций, выполнения лабораторного практикума, сдачи зачёта или экзамена в период экзаменационной сессии. К лабораторному практикуму допускаются только студенты, сдавшие в срок контрольные задания.

Контрольную работу студент должен писать в тетради и сдавать для регистрации в деканат. На обложке тетради указать фамилию, имя, отечество, номер группы, номер варианта, название специальности. Обязательно полностью переписать условия заданий, иначе работа не будет проверена. Вариант задания соответствует последним двум цифрам номера зачётной книжки (или студенческого билета) студента (номера вариантов «соответствующих заданий приведены в конце данной методической разработки»).

1. Строение атома

Задание 1. Какой подуровень заполняется в атоме электронами после заполнения подуровня 4p?

Решение. Подуровню 4p отвечает сумме n+l, равная 4+1=5. Такой же суммой n+l характеризуют подуровни 3d(3+2=5) и 5s(5+0=5) . Однако состоянию 3d отвечает меньшее значение n(n=3), чем состоянию 4p, поэтому подуровень 3s будет заполняться раньше, чем подуровень 4p. Следовательно, в соответствии с правилом Клечковского после заполнения подуровня 4p будет заполняться подуровень 5d, которому отвечает на единицу большее значение n(n=5) .

Задание 2. Напишите электронные формулы атомов и ионов, укажите положение их в периодической системе Д. И. Менделеева (номер периода, группа, подгруппа): Na^+; Cl^-

Решение. Электронная формула химического элемента натрия следующая: 1s2 2s2 2p6 3s1. Он расположен в третьем периоде, первой группе, главной подгруппе периодической системы Д. И. Менделеева.

Электронная формула иона Cl^-: 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6. Хлор расположен в третьем периоде, седьмой группе, главной подгруппе периодической системы Д. И. Менделеева.

Каждое задание содержит 2 вопроса (а, б)

Задания к разделу 2

Номер задания	а) Укажите численные значения главного и орбитального квантовых чисел данных подуровней, рассчитайте последовательность их заполнения	б) Напишите электронные формулы предложенных атомов и ионов, укажите их положение в системе (номер периода, группа, подгруппа)
1	3p; 4s; 2p	Fe; Na^{+}
2	3d; 4p; 3p	Co; Br^{-}
3	5d; 4p 4d	Ni; Ba^{2+}
4	3d; 4f; 5s	Zn; Ca^{2+}
5	4d; 4s; 5s	Sn; S^{2-}
6	6s; 4p; 4f	W; Bi^{3+}
7	3d; 5s; 7p	S; La^{3+}
8	4d; 6s; 5d	F; Tl^{3+}
9	4p; 5p; 4f	Br; Zr^{4+}
10	3d; 3p; 2s	Al; Hg^{2+}
11	5d; 3s; 6s	Pb; Au^{3+}
12	6d; 4f; 5p	Ge; Ag^{+}
13	5d; 3p; 4d	Ga; Sb^{3+}
14	7s; 6p; 4d	Ni; Bi^{3+}
15	5d; 4p; 3d	Cl; Pb^{2+}
16	5s; 6s; 4p	Y; Hf^{4+}
17	6p; 5f; 6d	Zr; At^{-}
18	5d; 5s; 4f	Ta; Ga^{3+}
19	3s; 4d; 3p	Mo; Cu^{2+}
20	5f; 4d; 4s	Cr; Se^{2-}

3. Химическая кинетика и равновесие

3.1 Скорость химических процессов

В зависимости от характера реакции скорость определяется следующим образом. Для гомогенных систем (однородным по составу и свойствам) скорость измеряется:

$$V = \frac{\Delta \cdot C}{\Delta \cdot \tau}$$

где V – скорость химической реакции, моль/л·сек.

ΔC – изменение концентрации вещества за время $\Delta\tau = \tau_2 - \tau_1$

τ_1 – исходный момент времени, с,

τ_2 – текущий момент времени, с ($\tau_2 > \tau_1$)

В гетерогенных системах (состоящих из 2х или более однородных частей, находящихся в разном фазовом состоянии) при определении скорости концентрации твердых веществ не учитываются. Скорость реакции зависит от природы реагирующих веществ, концентрации, температуры, давления и присутствия катализаторов.

Скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению молярных концентраций реагирующих веществ.

Пример 1. $H_2 + Cl_2 = 2HCl$

$V^{\rightarrow} = k \cdot C_{H2} \cdot C_{Cl2}$

где k – константа скорости прямой реакции

C_{H2}- концентрация водорода, моль/л

C_{Cl2}- концентрация хлора, моль/л

Концентрация веществ может обозначаться квадратными скобками, заключенными вокруг формулы вещества. Например, для этой реакции скорость прямой реакции можно записать так:

$V^{\rightarrow} = k \cdot [H_2] \cdot [Cl_2]$

Зависимость скорости реакции от температуры определяется правилом Вант-Гоффа: при повышении температуры на каждые 10^0 скорость большинства реакций увеличивается в 2-4 раза

$$\nu_2 = \nu_1 \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

где γ – температурный коэффициент скорости реакции, значения которого для большинства реакций лежит в интервале от 2 до 4.

ν_2 - скорость реакции при температуре t_2, °C

ν_1 - скорость реакции при температуре t_1, °C

Пример 2. Температурный коэффициент скорости реакции равен 2,8. Во сколько раз возрастёт скорость реакции при повышении температуры от 20^0 до 75 ^{0}C ?

Решение. $t_2 - t_1 = 75 - 20 = 55$ °C. Обозначив скорость реакции при 20° и 75° соответственно ν_1 и ν_2 получаем: $\nu_2 / \nu_1 = 2{,}8^{55/10} = 2{,}8^{5{,}5} = 287$.

Скорость реакции увеличится в 287 раз.

2.2 Химическое равновесие

Состояние системы, при котором скорости прямой и обратной реакции равны, называют химическим равновесием. Состояние равновесия характеризуется константой равновесия K_c.

Гомогенная система:

$2CO_{(г)} + O_2 = 2CO_{2\ (г)}$

$$K_c = \frac{C^2_{CO_2}}{C^2_{CO} C_{O_2}}$$

где C_{co}; C_{O2}; C_{CO2} – равновесные концентрации веществ, моль/л.

Гетерогенная система:

Fe_2O_3 (т) + $3H_2$ (г) = 3Fe (т)+$3H_2O$ (г)

$$K_c = \frac{C^3_{H2O}}{C^3_{H_2}}$$

В выражении константы равновесия концентрация твердой фазы не входит, так как она является практически постоянной величиной.

На состояние равновесия системы влияют давление, концентрация реагирующих веществ и температура. Система может находиться в состоянии равновесия бесконечно долго. Если изменить условия его существования, равновесие будет нарушено. Переход из одного равновесного состояния в другое называют смещением равновесия. Определить направление смещения равновесия позволяет принцип Ле Шателье: если находящаяся в равновесии система подвергается внешнему воздействию, равновесие смещается в направлении, которое способствует ослаблению этого воздействия.

Пример. 1 Для реакции N_2 (г)+ $3H_2$ (г) = $2NH_3$ (г) в какую сторону смещается равновесие если увеличить концентрацию аммиака и давление?

Решение: С увеличением концентрации аммиака равновесие смещается влево. С увеличением давления в этой системе равновесие смещается вправо.

Пример 2. В системе А(г)+2В(г)=С(г) равновесные концентрации равны C^p_a =0,06 моль/л, $C^p_в$ =0,12 моль/л , C^p_c =0,216 моль/л . Найти константу равновесия реакции и исходные концентрации веществ А и В.

Решение: Константа равновесия выражается уравнением:

$$К_c = \frac{C^p_c}{C^p_a C^2_в} = \frac{0,216}{0,06 \cdot (0,12)^2} = 250$$

Для нахождения исходных концентраций веществ А и В следует учесть, что согласно уравнению реакции, из 1 моль А и 2 моль В образуется 1 моль С. Поскольку по условию задачи в каждом литре системы образовалось 0, 216 моль вещества С, то при этом было израсходовано 0,216 моль вещества А и 0,216*2 = 0,432 моль вещества В. Таким образом, искомые исходные концентрации равны:

C^o_a = 0,06+0,216=0,276 моль/л,

$C^o_в$ = 0,12+0,432=0,552 моль/л.

Задания к разделу 2.

21. Напишите выражение для константы равновесия реакции:

$Si + 2H_2O \leftrightarrow SiO_2+2H_2$

22. Рассчитайте исходную концентрацию CO для реакции, если равновесные концентрации [CO]=0,01, [COS] = 0,03 моль/л.

$Sb_2S_3+3CO=2Sb+3COS$

23. Температурный коэффициент скорости реакции равен 2,5. Во сколько раз увеличится скорость, если температуру повысить на 40°?

24. В какую сторону сдвинется равновесие системы $C+2N_2O \leftrightarrow CO_2+2N_2$ если увеличить объём системы?

25. Как повлияет на равновесие реакции $CaCO_3 \leftrightarrow CaO+CO_2$ -179 кДж, понижение температуры?

26. Напишите выражение для константы равновесия реакции:

$Fe_2O_3 +3CO \leftrightarrow 2Fe + 3CO_2$

27. Чему равна начальная концентрация NO_2, если в момент равновесия концентрация NO была 0,3 моль/л , O_2 – 0,15 моль/л, NO_2 - 0,2 моль/л.

28. Во сколько раз изменится скорость химической реакции, если температуру понизили с 25° до -15° при температурном коэффициенте скорости 2?

29. Куда сдвинется равновесие реакции $H_2 +J_2 \leftrightarrow 2HJ$ при уменьшении объёма системы в 3 раза?

30. Куда сдвинете я равновесие реакции $N_2O_4 \leftrightarrow 2NO_2$ -Q, если повысить температуру в системе?

31. Напишите выражение для константы равновесия реакции:

$2N_2O \leftrightarrow 2N_2 + O_2$

32. Чему равна скорость реакции $CuO + 2HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + H_2O$ при концентрации 3 моль/л и константе скорости реакции К = 0,4 ?

33. Во сколько раз уменьшится скорость химической реакции при снижении температуры с 50 до 20 С°, если температурный коэффициент равен 3 ?

34. В какую сторону сдвинется равновесие реакции $CO + H_2O \leftrightarrow CO_2 + H_2$ при увеличении давления?

35. В какую сторону сдвинется равновесие реакции $2C + O_2 \leftrightarrow 2CO$; $\Delta H^0 = -105$ кДж при понижении температуры ?

36. Написать выражение для константы равновесия реакции:

$2C_2H_4$ (г) + $5O_2 \leftrightarrow 4CO_2 + 2H_2O$ (пар)

37. Рассчитать начальную концентрацию кислорода для реакции, если равновесные концентрации кислорода равна 0,34 моль/л, а диоксида азота равна 0,72 моль/л.

$2NO + O_2 \leftrightarrow 2NO_2$

38. Температурный коэффициент скорости реакции равен 5. Во сколько раз увеличится скорость реакции, если температуру повысить с 80^0 до 110^0С.

39. В какую сторону сдвинется равновесие реакции при уменьшении объёма системы: $2CO + O_2 \leftrightarrow 2CO_2$

40. В системе: $N_2 + O_2 \leftrightarrow 2NO$ ΔH^0=180 кДж. Произошло повышение температуры. В какую сторону сдвинулось равновесие?

Задания 41-60 . Напишите математическое выражение Кс (константы химического равновесия) для обратимых реакций и укажите направление смещения равновесия при изменении условий:

А) уменьшении парциального давления одного из исходных газообразных веществ;

Б) понижении давления;

В) повышении температуры.

Номер задания	Уравнение реакции	ΔH^o, кДж/моль
41	$2N_2O_{(г)} + O_{2(г)} = 4NO_{(г)}$	196
42	$4NH_{3(г)} + 5O_{2(г)} = 4NO_{(г)} + 6H_2O_{(г)}$	908
43	$2H_2S_{(г)} + 3O_{2(г)} = 2SO_{2(г)} + 2H_2O_{(г)}$	1038
44	$CO_{2(г)} + H_{2(г)} = CO_{(г)} + H_2O_{(г)}$	41

45	$2H_{2\,(г)} + O_{2\,(г)} = 2H_2O_{\,(г)}$	-484
46	$2SO2_{\,(г)} + O2_{\,(г)} = 2SO3_{\,(г)}$	-196
47	$2NO_{\,(г)} + O2_{\,(г)} = 2NO2_{\,(г)}$	-112
48	$Fe3O4 + H2_{\,(г)} = 3FeO + H2O_{\,(г)}$	62
49	$FeO + H2_{\,(г)} = Fe + H2O_{\,(г)}$	-272
50	$C + H2O_{\,(г)} = CO_{\,(г)} + H2_{\,(г)}$	131
51	$CO_{\,(г)} + H2O_{\,(г)} = CO2_{\,(г)} + H2_{\,(г)}$	-41
52	$SO3_{\,(г)} + H2_{\,(г)} = SO2_{\,(г)} + H2O_{\,(г)}$	-144
53	$H2_{\,(г)} + Cl2_{\,(г)} = 2HCl_{\,(г)}$	-184
54	$FeO + CO_{\,(г)} = Fe + CO2_{\,(г)}$	-11
55	$2ZnS + 3O2_{\,(г)} = 2ZnO + 2SO2_{\,(г)}$	-878
56	$N2_{\,(г)} + 3H2_{\,(г)} = 2NH3_{\,(г)}$	-92
57	$CaCO3 = CaO + CO2_{\,(г)}$	175
58	$2MgCl_2 + 2O_{2\,(г)} = 2MgO + 2Cl_{2\,(г)}$	82
59	$Ca(OH)_{2\,(т)} = CaO_{\,(т)} + H_2O_{\,(г)}$	48
60	$H_2O_{\,(г)} + CO_{\,(г)} = CO_{2\,(г)} + H_{2\,(г)}$	-41

4 Растворы электролитов

4.1 Концентрация растворов

Содержание растворенного вещества в растворе может быть выражено либо безразмерными единицами долями, либо величинами размерными – концентрациями. Наиболее часто употребляют следующие методы выражения концентрации растворов.

Массовая доля растворенного вещества (ω) – отношение массы растворенного вещества ($m_в$) к общей массе раствора ($m_р$):

$$\omega = \frac{m_в}{m_р}$$

Если отношение $m_в/m_р$: умножить на 100%, то концентрация раствора будет выражена в %.

Молярная концентрация ($C_м$ или M) или молярность – число молей растворенного вещества (ν) в одном литре раствора:

$$C_м = \frac{\nu}{M} = \frac{m_b}{M \cdot V} \text{ (моль/л)}$$

где $m_в$ – масса растворенного вещества, M - молярная масса растворенного вещества, г/моль,

V - объём раствора, л.

Эквивалентная концентрация ($C_э$) – отношение массы растворенного вещества к произведению эквивалента данного вещества на объём раствора:

$$C_э = \frac{m_b}{Э \cdot V} \text{ (моль/л)}$$

Пример 1. Вычислить массу хлорида натрия и воды, необходимых для приготовления 500 г раствора, в котором содержание хлорида натрия в массовых долях равно 0,05 (или 5 %)

Решение:

По определению массовой доли, выраженной в %.

$$\omega = \frac{m_b}{m_{р-ра}} \cdot 100\ \%$$

Отсюда находим $m_в = \frac{\omega \cdot m_{р-ра}}{100} = \frac{5 \cdot 500}{100} = 25$ г.

Учитывая, что масса раствора равна 500 г, масса воды будет равна: 500-25=475 г.

Пример 2. Определить молярную концентрацию 15 % раствора карбоната натрия с плотностью 1,18 г/мл.

Решение:

Воспользуемся формулой, связывающей процентную и молярную концентрацию:

$$C_м = \frac{\omega \cdot \rho \cdot 10}{M},$$

где ρ – плотность раствора, г/мл

ω - массовая доля, %

M - молярная масса растворенного вещества, г/моль

В нашем случае: M =106

$$C_м = \frac{15 \cdot 1{,}18 \cdot 10}{106} = 1{,}66 \text{ моль/л}$$

Задания к подразделу 4.1

Каждое задание содержит по 2 задачи (а, б)

61 а) К 500 мл раствора соляной кислоты (р = 1.10 г/мл) прибавили 2.5 л воды, после чего раствор стал 4% - ным. Определите процентное содержание растворенного вещества в исходном растворе. б) Определите молярную концентрацию 10% - ного раствора азотной кислоты (р=1,06 г/мл).

62 а) Определите молярную концентрацию раствора сульфата калия, в 200 мл которого содержится 1,74 г растворенного вещества. б) Определите процентное содержание растворенного вещества 1М раствора нитрата никеля (11), плотность которого 1,08 г/мл.

63 а) Определите молярную концентрацию 10%-ного раствора серной кислоты (р=1,07 г/мл). б) Сколько мл воды следует добавить к 100 мл 20%-го раствора серной кислоты (р=1,14 г/мл) для получения 5%-го раствора?

64 а) В каком объеме воды следует растворить 32,2 г, чтобы получить 5%-ный раствор сульфата натрия? б) Определите процентное содержание растворенного вещества 0,9М раствора (р=1,05 г/мл).

65 а) Сколько граммов медного купороса CuSO4 • 5H2O и воды требуется для приготовления 150 г 8%-ного раствора в расчете на безводную соль? б) Определите молярную концентрацию 27%-ного раствора соляной кислоты (р=1,14 г/мл).

66 а) До какого объёма следует разбавить 1,5 л 20%-ного раствора хлорида аммония (р=1,06 г/мл), чтобы получить 10%-ный раствор (р=1,03 г/мл).

б) Сколько миллилитров 70%-ного раствора нитрата калия (р=1,16 г/мл) требуется для приготовления 0.5 л 0,2М раствора?

67 а) Сколько граммов кристаллической соды $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ надо взять для приготовления 2 л 0,2 М раствора Na_2CO_3? б) Сколько миллилитров 36% - ного раствора соляной кислоты (р = 1,18 г/мл) требуется для приготовления 4 л 0,5 М раствора?

68 а) К 1 л 20% - ного раствора гидроксида натрия (р = 1,22 г/мл) прибавили 10 л воды. Определите процентное содержание растворенного вещества в полученном растворе, б) Определите молярную концентрацию 8% - ного раствора сульфата натрия (р = 1,08 г/мл),

69 а) Сколько миллилитров 10%-ного раствора Na_2CO_3 (р ~ 1,10 г/мл), следует прибавить к 1 л 2% -ного раствора (р = 1,02 г/мл), чтобы получить 3% - ный раствор этой соли? б) Определите процентное содержание растворенного вещества в 2 М растворе гидроксида натрия (р = 1,08 г/мл).

70 а) Сколько миллилитров воды следует прибавить к 25 мл 40% - ного раствора КОН (р=1,40 г/мл), чтобы получить 2 % - ный раствор? б) Сколько миллилитров 96 % -ного раствора серной кислоты (р = 1,84 г/мл) требуется для приготовления 300 мл 0,5 М раствора?

71 а) Сколько граммов медного купороса $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ следует добавить к 150 мл воды, чтобы получить 5% -ный раствор $CuSO_4$? б) Сколько миллилитров 30% - ного раствора азотной кислоты (р= 1,84 г/мл) требуется для приготовления 250 мл 0,5 М раствора?

72 а) Определите процентное содержание растворенного вещества в 0.25 М растворе гидрокскда натрия (р = 1,01 г/мл), б) Сколько миллилитров 0,1 М раствора НС1 можно приготовить из 20 мл 0,5 М раствора этой кислоты?

73 а) Определите молярную концентрацию 10% - ного раствора соляной кислоты (р = 1,05 г/мл), б) Сколько миллилитров 30% -ной азотной кислоты (р = 1.18 г/мл) требуется для приготовления 250 мл 11% - ного раствора (р = 1,07 г/мл)?

74 а) Сколько миллилитров 30% раствора КОН (р=1,29 г/мл) требуется для приготовления 300 мл 0.1 М раствора? б) К 760 мл 20% - ного раствора NaOH (р= 1,22 г/мл) прибавили 140 мл 10% - ного раствора NaOH (р=1,11 г/мл). Определите процентное содержание растворенного вещества.

75 а) К 50 мл 96% раствора серной кислоты (р=1,84 г/мл) прибавили 50 мл воды. Определите процентное содержание растворенного вещества в полученном растворе. б) Определите молярную концентрацию 72% раствора азотной кислоты (р = 1,43 г/мл).

76 а) Определите молярную концентрацию 6%-ного раствора фосфорной кислоты (р = 1,03 г/мл), б) Определите процентное содержание растворенного вещества раствора, полученного смешением 10 мл 96% -ного раствора азотной кислоты р=1,5 г/мл и 20 мл 48%-го раствора азотной кислоты р =1,3 г/мл.

77 а) До какого объема следует разбавить 500 мл 20% - кого раствора хлорида натрия (р ~ 1,15 г/мл), чтобы получить 4,5% - ный раствор (р ~ 1,03 г/мл)? б) Определите молярную концентрацию 50% раствора азотной кислоты (р =1,31 г/мл).

78 а) Определите молярную концентрацию 60%-ного раствора серной кислоты (р =1,5 г/мл). б) Сколько миллилитров 32% - ного раствора азотной кислоты (р =1,39 г/мл) необходимо для приготовления 300 мл 0,75М раствора?

79 а) Сколько миллилитров 0,2 М раствора азотной кислоты необходимо для нейтрализации 80 мл 0,6 М раствора NaOH? б) Определите процентное содержание растворенного вещества в 1,5 М растворе КОН (р = 1,07 г/мл).

80 а) Определите молярную концентрацию 10 % раствора карбоната натрия (р=1,10 г/мл). б) Сколько миллилитров 30% раствора (р=0,9 г/мл) требуется для получения 400 мл 2М его раствора?

4.2. Электролитическая диссоциация.

Ионно-молекулярные уравнения.

Электролитами называют вещества, растворы и расплавы которых проводят электрический ток. К электролитам относятся неорганические кислоты, основания, амфотерные гидроксиды и соли. Они распадаются в водных растворах и расплавах на катионы и анионы.

Процесс распада молекул электролитов на ионы в среде растворителя получил название электролитической диссоциации. Количественно диссоциация определяется степенью и константой диссоциации. Степень диссоциации – это число, показывающее какая часть молекул от общего их количества в растворе распадается на ионы:

$$\alpha = \frac{число\ распавшихся\ молекул\ (n)}{общее число\ растворенных\ молекул\ (N)}$$

По степени диссоциации электролиты условно разделяют на сильные ($\alpha \approx 1$) и слабые($\alpha < 1$).

Сильные электролиты

К ним относятся минеральные кислоты: HNO_3, H_2SO_4, HCl, HBr, HJ, $HClO_4$; гидроксиды щелочных и щелочно-земельных металлов: LiOH, NaOH, KOH, $Ba(OH)_2$ и др. ; соли – средние, кислые, основные – $Fe_2(SO_4)_3$; $NaHCO_3$; $Al(OH)Cl_2$ и тп.

Сильные электролиты диссоциируют практически нацело:

$Fe_2(SO_4)_3 = 2Fe^{3+} + 3SO_4^{2-}$

$HNO_3 = H^+ + NO^{3-}$

$NaHCO_3 = Na^+ + HCO^{3-}$

$Ba(OH)_2 = Ba^{2+} + 2OH^-$

Слабые электролиты

К ним относятся кислоты: HNO_2, H_2CO_3, H_2S и др. а также все органические кислоты, в том числе уксусная CH_3COOH; гидроксиды металлов основного характера $Fe(OH)_3$, $Cu(OH)_2$ и др. (кроме щелочных и щелочноземельных) и гидроксид аммония NH4OH, а также амфотерные гидроксиды $Al(OH)_3$; $Cr(OH)_3$; $Zn(OH)_2$; $Sn(OH)_2$ и др.

Для слабых электролитов диссоциация обратимый процесс, для которого справедливы общие законы равновесия. Например, для уксусной кислоты константа равновесия, называемая константой диссоциации имеет вид: $CH_3COOH \leftrightarrow CH_3COO^- + H^+$

$$К_д = \frac{C_{CH_3COO} - \cdot C_{H+}}{C_{CH_3COOH}}$$

Многоосновные кислоты и многокислотные основания диссоциируют ступенчато, и каждую ступень равновесного состояния характеризует своя константа диссоциации (причем $К_{C1}$ всегда больше $К_{C2}$ и т.д.), например, при диссоциации H_2S: 1-я ступень $H_2S \leftrightarrow H^+ + HS^-$ $\quad К_{C1} = \frac{[H^+]\cdot[HS^-]}{[H_2S]} = 6\cdot10^{-8}$

2- я ступень $HS^- \leftrightarrow H^+ + S^{2-}$ $\quad К_{C2} = \frac{[H^+]\cdot[S^{2-}]}{[HS^-]} = 1\cdot10^{-14}$,

где [ ] - равновесные концентрации ионов и молекул.

Диссоциация $Cu(OH)_2$:

1-я ступень $Си(OH)_2 \leftrightarrow Си(OH)^+ + OH^-$

2-я ступень $Си(OH)^+ \leftrightarrow Си^{2+} + OH^-$

Амфотерные гидроксиды, например $Pb(OH)_2$ диссоциируют по основному типу: $Pb(OH)_2 \leftrightarrow PbOH^+ + OH^-$

$PbOH^+ \leftrightarrow Pb^{2+} + OH^-$

и кислотному:

$H_2PbO_2 \leftrightarrow H^+ + HPbO_2^-$

$HPbO_2^- \leftrightarrow H^+ + PbO_2^{2-}$

В растворах электролитов реакции протекают между ионами. Для записи ионных реакций применяют ионные уравнения. При составлении ионных уравнений реакций все слабые электролиты, газы и труднорастворимые электролиты записывают в молекулярной форме, все сильные электролиты (кроме труднорастворимых солей) в ионной форме. Примеры составления ионных уравнений реакций:

а) **образование труднорастворимых соединений**:

$Cu(NO_3)_2 + 2NaOH = Cu(OH)_2\downarrow + 2NaNO_3$

$Cu^{2+} + 2NO^{3-} + 2Na^+ + 2OH^- = Cu(OH)_2\downarrow + 2Na^+ + 2NO^{3-}$

$Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2\downarrow$

б) **образование газообразных веществ**:

$Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + H_2O + CO_2$

$2Na^+ + CO_3^{2-} + 2H^+ + 2Cl^- = 2Na^+ + 2Cl^- + H_2O + CO_2$

$CO_3^{2-} + 2H^+ = H_2O + CO_2$

в) **образование слабых электролитов:**

$CH_3COONa + HNO_3 = CH_3COOH + NaNO_3$

$CH_3COO^- + Na^+ + H^+ + NO_3^- = CH_3COOH + Na^+ + NO_3^-$

$CH3COO^- + H^+ = CH_3COOH$

Пример 1. Написать реакции для следующих превращений: $KOH \xrightarrow{A} KHSO_3 \xrightarrow{B} K_2SO_3$

Решение:

$$A.\ KOH + H_2SO_3 = KHSO_3 + H_2O$$

$$K^+ + OH^- + H_2SO_3 = K^+ + HSO_3^- + H_2O$$

$$OH^- + H_2SO_3 = HSO_3^- + H_2O$$

B. $KHSO_3 + KOH = K_2SO_3 + H_2O$

$K^+ + HSO_3^- + K^+ + OH^- = 2K^+ + SO_3^{2-} + H_2O$

$HSO_3^- + OH^- = SO_3^{2-} + H_2O$

Задания к разделу 4.2.

Задания 81-100. напишите для предложенных соединений уравнения диссоциации, а также в молекулярной и ионной формах уравнения возможных реакций взаимодействия их H_2SO_4 с и NaOH.

81. HCl; $Cr(OH)_3$	91. $Ca(OH)_2$; H_3PO_4
82. $Cd(OH)_2$; H_2S	92. HNO_3; $Be(OH)_2$
83. $Cu(OH)_2$; HBr	93. $H_2Cr_2O_7$; KOH
84. H_2SO_3; $Sn(OH)_2$	94. HCN; $Ga(OH)_3$
85. H_2SiO_3; $Pb(OH)_2$	95. KOH; H_2CO_3
86. CH_3COOH; $Fe(OH)_3$	96. HF; $Be(OH)_2$
87. H_2Se; $Zn(OH)_2$	97. NH_4OH; $HClO_4$
88. $Fe(OH)_2$; H_3AsO_3	98. $Pb(OH)_2$; HNO_2
89. LiOH; HJ	99. $Mg(OH)_2$; HClO
90. H_2Te; $Al(OH)_3$	100. $Ba(OH)_2$; $HMnO_4$

Задания 101-120. Напишите в молекулярной и ионной формах уравнения реакций для следующих превращений:

101. $Ni(OH)_2 \rightarrow (NiOH)_2SO_4 \rightarrow NiSO_4 \rightarrow Ni(OH)_2$

102. $CuSO_4 \rightarrow (CuOH)_2SO_4 \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow Cu(OH)NO_3$

103. $Bi(NO_3)_3 \rightarrow Bi(OH)(NO_3)_2 \rightarrow Bi(OH)_3 \rightarrow Bi_2O_3$

104. $Co(OH)_2 \rightarrow Co(OH)Cl \rightarrow CoCl_2 \rightarrow Co(NO_3)_2$;

105. $Pb(NO_3)_2 \rightarrow Pb(OH)NO_3 \rightarrow Pb(OH)_2 \rightarrow K_2PbO_2$

106. $NiCl_2 \rightarrow Ni(OH)_2 \rightarrow Ni(OH)Cl \rightarrow NiCl_2$

107. $Cr(OH)Cl_2 \rightarrow CrCl_3 \rightarrow Cr(OH)_3 \rightarrow Cr(OH)SO_4$

108. $(SnOH)_2SO_4 \rightarrow SnSO_4 \rightarrow Sn(OH)_2 \rightarrow Na_2SnO_2$;

109. $NiBr_2 \rightarrow Ni(OH)Br \rightarrow Ni(OH)_2 \rightarrow NiSO_4$

110. $CoSO_4 \rightarrow Co(OH)_2 \rightarrow (CoOH)_2SO_4 \rightarrow Co(NO_3)_2$

111. $Cr_2(SO_4)_3 \rightarrow Cr(OH)SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 \rightarrow CrCl_3$;

112. $NiSO_4 \rightarrow (NiOH)_2SO_4 \rightarrow Ni(OH)_2 \rightarrow NiBr_2$;

113. $Fe(OH)SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow Fe(OH)_3 \rightarrow FeCl_3$

114. $Sn(OH)_2 \rightarrow Sn(OH)Cl \rightarrow K_2SnO_2 \rightarrow Sn(OH)_2$

115. $NiBr_2 \rightarrow (NiOH)_2 SO_4 \rightarrow Ni(OH)_2 \rightarrow NiBr_2$

116. $Al(OH)_3 \rightarrow Al(OH)_2Cl \rightarrow AlCl_3 \rightarrow Al(NO_3)_3$;

117. $CoCl_2 \rightarrow Co(OH)_2 \rightarrow (CoOH)_2SO_4 \rightarrow CoSO_4$,

118. $Bi(OH)_3 \rightarrow Bi(OH)_2NO_3 \rightarrow Bi(OH)_3 \rightarrow Bi_2O_3$

119. $Cu(OH)_2 \rightarrow Cu(OH)Cl \rightarrow CuCl_2 \rightarrow Cu(NO_3)_2$

120. $CoSO_4 \rightarrow (CoOH)_2SO_4 \rightarrow Co(OH)_2 \rightarrow Co(NO_3)_2$

4.3. Гидролиз солей

Гидролиз солей – это процесс взаимодействия ионов соли с молекулами воды, приводящий к смещению ионного равновесия воды и изменению pH среды.

В зависимости от силы электролита, образовавшего соль, различают три случая гидролиза.

Гидролиз по катиону

Гидролиз по катиону протекает, если соль образована слабым основанием и сильной кислотой. В растворах таких солей возникает кислая реакция среды (pH<7). Например: для $CuCl_2$ ионное уравнение гидролиза следующее:

$Cu^{2+} + HOH = CuOH^+ + H^+$, pH<7

молекулярное уравнение гидролиза: $CuCl_2 + HOH = CuOHCl + HCl$.

Гидролиз по аниону

Гидролиз по аниону протекает, если соль образована слабой кислотой и сильным основанием. Растворы таких солей имеют щелочную реакцию среды (pH>7). Например, для Na_2CO_3 ионное уравнение гидролиза:

$CO_3^{2-} + HOH == HCO_3^- + OH^-$ pH>7

Молекулярное уравнение: $Na_2CO_3 + HOH = NaHCO_3 + NaOH$

Гидролиз по катиону и аниону

Гидролиз по катиону и аниону протекает, если соль образована и слабым основанием, и слабой кислотой. Реакция среды в растворе при этом остается близкой к нейтральной и определяется сравнительной силой слабых оснований и кислоты, образующих соль.

В случае гидролиза по катиону и аниону возможны два варианта протекания реакции.

1. Если соль растворима в воде, то гидролиз протекает при обычных условиях по первой ступени, т.е. одна молекула соли взаимодействует с одной молекулой воды. Ионное уравнение гидролиза:

$NH_4^+ + CO_3^{2-} + HOH = NH_4OH + HCO_3^-$ pH~7.

Молекулярное уравнение гидролиза:

$(NH_4)_2CO_3 + HOH = NH_4OH + NH_4HCO_3$.

2. Если соль не существует в растворе (в таблице растворимости против такой соли стоит прочерк), то при соединении с водой такая соль полностью разлагается водой с образованием слабого труднорастворимого гидроксида, выпадающего в осадок, и слабой, часто летучей кислоты. Например: Al_2S_3

Ионное уравнение гидролиза:

$2A1^{3+}3S^{2-} + 6HOH = 2A1(OH)_3 + 3H_2O$

Молекулярное уравнение гидролиза:

$A1_2S_3 + 6HOH= 2A1(OH)_3 +3H_2S$.

Задания к подразделу 4.3

Задания 121-140. Напишите в молекулярной и ионной формах уравнения реакций гидролиза солей, укажите значения pH растворов этих солей (больше или меньше семи).

121. $NaNO_2$, $Cu(NO_3)_2$	131. Na_2HPO_4, $Mg(NO_3)_2$
122. $AlCl_3$, $NaHCO_3$	132. $Al_2(SO_4)_3$, Na_2SeO_3
123. Na_3PO_4, $ZnCl_2$	133. $CuSO_4$, K_3PO_4
124. $FeCl_2$, K_2S	134. Na_2SO_3, $Fe_2(SO_4)_3$
125. K_2SO_3, $ZnSO_4$	135. $NaCN$, $FeSO_4$
126. NH_4Cl, $KClO$	136. $Ba(CH_3COO)_2$, $CoSO_4$
127. Na_2Se, $MnCl_2$	137. $NiSO_4$, NaF
128. $ZnSO_4$, BaS	138. $Pb(NO_3)_2$, $Ba(NO_3)_2$
129. $Ni(NO_3)_2$, KNO_2	139. $Cr_2(SO_4)_3$, $NaCH_3COO$
130. NH_4Br, Na_2S	140. KHS, $MgSO_4$

Задания 141-160. Напишите в молекулярной и ионной формах уравнения реакций совместного гидролиза предложенных солей.

141. $Fe_2(SO_4)_3 + Na_2CO_3$	151. $CrCl_3 + K_2S$
142. $Na_2S + Al_2(SO_4)_3$	152. $Na_2CO_3 + Cr(NO_3)_3$
143. $NH_4Cl + Na_2SiO_3$	153. $K_2SiO_3 + Bi(NO_3)_3$
144. $Cr_2(SO_4)_3 + K_2S$	154. $Na_2SO_3 + CrCl_3$
145. $K_2CO_3 + Bi(NO_3)_3$	155. $NH_4NO_3 + Na_2SiO_3$
146. $Na_2S + AlCl_3$	156. $AlCl_3 + Na_2SO_3$
147. $BeSO_4 + K_2S$	157. $K_2SO_3 + CrCl_3$
148. $Cr_2(SO_4)_3 + Na_2SO_3$	158. $Na_2S + Al_2(SO_4)_3$
149. $K_2SO_3 + AlBr_3$	159. $Fe(NO_3)_3 + K_2CO_3$
150. $Bi(NO_3)_3 + Na_2CO_3$	160. $Al(NO_3)_3 + Na_2CO_3$

5. Окислительно-восстановительные процессы.

5.1 Окислительно-восстановительные реакции

Окислительно-восстановительными реакциями называют реакции, протекающие с изменением степени окисления (СО) элементов. Степень окисления – это тот условный заряд атома элемента, который вычисляют, исходя из предположения, что молекула состоит только из ионов (как правило, обозначают арабской цифрой, заряд ставят перед цифрой). СО рассчитывается на основании положения, что сумма СО всех атомов, входящих в молекулу равно нулю, а всех атомов , составляющих ион – заряду иона.

Ряд элементов имеют постоянную СО. Например:

Водород Н (за исключением гидридов, где, СО Н = - 1) +1

Щелочные металлы (Na, K, Li и др.) +1

Металлы 2 группы периодической системы (Ca, Zn и т. д.) +2

Металлы 3 группы периодической системы (A1) +3

Кислород О -2

(За исключением OF_2, где СО кислорода +1; перекисей H_2O_2, Na_2O_2 и т.д., где СО кислорода – 1).

Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций.

Прежде всего необходимо рассчитать степени окисления всех элементов реакции в левой и правой частях уравнения. Для нахождения коэффициентов при составлении окислительно-восстановительных реакций необходимо:

- соблюдение принципа электронного баланса (число электронов, отданных восстановителем (Red) , должно быть равно числу электронов, принятых окислителем (Ox), например:

$Al + O_2 \rightarrow Al_2O_3$

Red Ox

$$4 \quad Al - 3\bar{e} = Al^{3+}()$$
$$3 \quad O_2 + 4\bar{e} = 2O^{2-}$$
$$4Al + 3O_2 = 2Al_2O_3$$

В реакциях, протекающих в водных растворах, следует использовать среду (кислую, щелочную, нейтральную). Например, в кислой среде:

$$K_2Cr_2O_7 + KJ + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + J_2 + H_2O + K_2SO_4$$

$$3 \quad 2J^- - 2\bar{e} = J_2$$
$$1 \quad Cr_2O_7^{2-} + 6\bar{e} + 14H^+ = 2Cr^{+3} + 7H_2O$$

Суммарное молекулярное уравнение реакции:

$$K_2Cr_2O_7 + 6KJ + 7H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3J_2 + 7H_2O + 4K_2SO_4$$

В щелочной среде:

$$KCrO_2 + KClO_4 + KOH \rightarrow K_2CrO_4 + KCl + H_2O$$

$$8 \quad CrO_2^- - 3\bar{e} + 4OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + 2H_2O$$
$$3 \quad ClO_4^- + 8\bar{e} + 4H_2O \rightarrow Cl^- + 8OH^-$$

Суммарное молекулярное уравнение реакции

$$8KCrO_2 + 3KClO_4 + 8KOH \rightarrow 8K_2CrO_4 + 3KCl + 4H_2O$$

Среда нейтральная:

$$KMnO_4 + MnSO_4 + H_2O \rightarrow MnO_2 + K_2SO_4 + H_2SO_4$$

$$3 \quad Mn - 2\bar{e} + 2H_2O = MnO_2 + 4H^+$$
$$2 \quad MnO_4 + 3\bar{e} + 2H_2O = MnO_2 + 4OH^-$$
$$6H_2O + 4H_2O \rightarrow 12H^+ + OH^-$$
$$2H_2O \rightarrow 4H^+$$

Суммарное молекулярное уравнение реакции:

$$2KMnO_4 + 3MnSO_4 + 2H_2O = 5MnO_2 + K_2SO_4 + 2H_2SO_4$$

Задания 161-180. Составьте электронно-ионные схемы и молекулярные уравнения реакций. Укажите окислитель и восстановитель. Для каждого задания по две реакции (а, б):

161. а) $Na_2SeO_3 + KBrO + H_2O \rightarrow Br_2; SeO_4^{2-}$

б) $HCl + HNO_3 \rightarrow Cl_2; NO$

162. а) $Cr_2(SO_4)_3 + Cl_2 + KOH \rightarrow CrO_4^{2-}; Cl^-$

б) $NaNO_2 + KJ + H_2SO_4 \rightarrow NO; J_2$

163. а) $NaCrO_2 + NaClO + KOH \rightarrow CrO_4^{2-}; Cl^-$

б) $H_2S + SO_2 \rightarrow S; H_2O$

164. а) $HNO_3 + Ni^0 \rightarrow N_2O; Ni^{2+}$

б) $SO_2 + Br_2 + H_2O \rightarrow HBr; H_2SO_4$

165. а) $K_2Cr_2O_7 + Na_3AsO_3 + H_2SO_4 \rightarrow AsO_4^{3-}; Cr^{3+}$

б) $KCrO_2 + Cl_2 + KOH \rightarrow CrO_4^{2-}; Cl^-$

166. а) $SO_2 + NaClO_3 + H_2O \rightarrow SO_4^{2-}; Cl^-$

б) $K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow Cr^{3+}; Cl_2$

167. а) $KMnO_4 + H_2S + H_2SO_4 \rightarrow Mn^{2+}; SO_4^{2-}$

б) $J_2 + Cl_2 + H_2O \rightarrow JO_3^-; Cl^-$

168. $SnCl_2 + KBrO_3 + HCl \rightarrow Sn^{4+}; Br^-$

б) $KClO_3 + KCrO_2 + NaOH \rightarrow CrO_4^{2-}; Cl^-$

169. $Ni(OH)_2 + NaClO + H_2O \rightarrow Ni(OH)_3; Cl^-$

б) $KMnO_4 + Na_2SO_3 + H_2O \rightarrow MnO_2; SO_4^{2-}$

170. а) $MnSO_4 + PbO_2 + H_2SO_4 \rightarrow Pb^{2+}; MnO_4^-$

б) $FeCl_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Fe^{+3}; Mn^{+2}$

171. а) $H_3PO_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Mn^{+2}; H_3PO_4$

б) $MnO_2 + KClO_2 + KOH \rightarrow MnO_4^{2-}; Cl^-$

172. а) $KMnO_4 + NaNO_2 + H_2O \rightarrow NO_3^-; MnO_2$

б) $S + HNO_3 \rightarrow SO_2; NO$

173. а)$H_2S + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow S; Cr^{+3}$

б) $KNO_3 + Zn + KOH \rightarrow ZnO_2^{2-}; NH_3$

174. а) $Cr_2O_3 + KClO_3 + KOH \rightarrow CrO_4^{2-}; Cl^-$

б) $FeCl_2 + HNO_3 + HCl \rightarrow Fe^{+3}; N_2O$

175. а) $KClO_3 + MnO_2 + KOH \rightarrow MnO_4^{2-}; Cl^-$

б) $Na_3AsO_3 + J_2 + H_2O \rightarrow AsO_4^{3-}; J^-$

176. а) $H_2S + HNO_3 \rightarrow SO_4^{2-}; Cl^-$

б) $J_2 + Na_2SO_3 + H_2O \rightarrow J^-; SO_4^{2-}$

177. а) $C + HNO_3 \rightarrow CO_2; NO_2$

б) $H_2S + Cl_2 + H_2O \rightarrow SO_4^{2-}; Cl^-$

178. а) $SnCl_2 + Na_3AsO_3 + HCl \rightarrow As; Sn^{+4}$

б) $KNO_3 + Zn + NaOH \rightarrow ZnO_2^{2-}; NH_3$

179. а) $Cr_2O_3 + KClO_3 + KOH \rightarrow CrO_4^{2-}; Cl^-$

б) $KMnO_4 + Na_2SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Mn^{+2}; SO_4^{2-}$

180. а) $Mn(NO_3)_2 + NaBiO_3 + HNO_3 \rightarrow Bi^{+3}; MnO_4^-$

б) $H_2S + Br_2 + H_2O \rightarrow SO_4^{2-}; Br^-$

5.2 Гальванические элементы

Гальваническими элементами называют устройства, в которых энергия окислительно-восстановительных реакций преобразуется в электрическую энергию. В медно-цинковом гальваническом элементе электродвижущая сила (ЭДС) возникает за счёт разности потенциалов меди и цинка, опущенных в растворы своих солей: соответственно $CuSO_4$ и $ZnSO_4$. Если концентрации растворов составляют 1 моль/л, то расчет эдс производят следующим образом. Составляют схему гальванического элемента:

Zn │ZnSO4 ‖ CuSO4 │Cu

Затем выписывают из таблицы стандартных электродных потенциалов значения потенциалов меди и цинка, соответственно

$E^o_{Zn^{2+}/Zn}$ = -0,76 В ()

$E^o_{Cu^{2+}/Cu}$ = +0,34 В ()

ЭДС можно рассчитать как разность потенциалов медного и цинкового электродов: ЭДС = E_{ox} - E_{red}. Определяют окислитель и восстановитель,

сравнивая значения потенциалов. Потенциал у цинка отрицательнее, следовательно, цинковый электрод будет играть роль восстановителя:

(-) $Zn^0 - 2\bar{e} \rightarrow Zn^{2+}$ процесс окисления

и цинк будет отрицательным полюсом (анодом) в данном гальваническом элементе. Потенциал меди положительнее, поэтому медный электрод будет положительным полюсом (катодом), а процесс будет таким:

(+) $Cu^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Cu^0$ процесс восстановления.

Направление движения электронов будет от цинка к меди (показано мостиком со стрелкой на электрохимической схеме гальванического элемента. ЭДС = +0,34 – (-0,78) = 1,1 В

Концентрационный гальванический элемент.

В таком элементе оба электрода из одного металла, но растворы солей, в которые погружены электроды, различной концентрации. Поэтому необходимо рассчитать потенциалы по уравнению Нернста:

$$E^p_{оф/вф} = E^0_{оф/вф} + \frac{0.059}{n} \lg \frac{C_{оф}}{C_{вф}}$$ где

оф – окисленная форма элемента в потенциалопределяющей реакции,

вф – восстановленная форма элемента в этой реакции,

С – молярные концентрации соответствующих веществ,

n – количество электронов, перешедших от восстановителя к окислителю.

Пример 1. Рассчитать эдс гальванического элемента, состоящего из никелевых электродов, опущенных в растворы сульфата никеля с концентрацией 10^{-4} моль/л и 1 моль/л соответственно.

Решение:

Схема гальванического элемента:

$Ni \mid NiSO_4$, 0,0001 М $\mid\mid$ $NiSO_4$ 1 М $\mid Ni$

$E^o_{2H^+/H_2} = -0,25$ В

Определяем потенциал никеля по уравнению Нернста:

$E_{Ni2^+/Ni} = E^o_{Ni2^+/Ni} + 0,059/2\ lgC_{Ni2+} = - 0,25 + 0,059/2lg10^{-4} = - 0,309$ В

Направление движения электронов во внешней цепи от электрода с Е = -0,25 В к электроду с Е = -0,309В.

(-) Ni │$NiSO_4$, 0,0001 М ‖ $NiSO_4$,1 М│Ni (+)

Уравнения электродных процессов:

(-) $Ni^0 - 2\bar{e} \rightarrow Ni^{2+}$ (процесс окисления)

(+) $Ni^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Ni^0$ (процесс восстановления)

Значение эдс составляет:

эдс = $E_{ox} - E_{red} = -0,25 – (-0,309) = 0,059$ В.

Задания к подразделу 5.2

Для предложенных гальванических элементов рассчитайте электродные потенциалы и ЭДС. Если концентрация раствора не указана, потенциал считается стандартным из таблицы 1. Напишите уравнения анодного и катодного процессов, молекулярное уравнение токообразующей реакции, составьте схему и укажите направления движения электронов и ионов.

181	Al │$Al_2(SO_4)_3$, 0,005 М ‖ $NiSO_4$, 0,01 М│ Ni
182	Ni │$NiSO_4$, 0,1 М ‖ H_2SO_4 │H_2(Pt)
183	Sn │$SnSO_4$ ‖ $Cr_2(SO_4)_3$, 0,05 М │Cr
184	(Pt) H_2 │H_2SO_4 ‖ $Al_2(SO_4)_3$, 0,005 М│Al
185	Cu │$CuSO_4$, 0,1 М ‖ H_2SO_4│H_2(Pt)
186	Ag │$AgNO_3$, 0,01 М ‖ H_2SO_4│H_2(Pt)
187	Co │$CoSO_4$, 0,01 М ‖ $CoSO_4$│Co
188	Zn │$ZnSO_4$, 0,1 М ‖ $FeSO_4$, 0,01 М│Fe
189	Ag │$AgNO_3$, 0,01 М ‖ $Zn(NO_3)_2$│Zn
190	(Pt) H_2 │ H_2SO_4‖ $ZnSO_4$, 0,01 М│Zn
191	Cd │ $Cd(NO_3)_2$, 0,1 М ‖ $Cd(NO_3)_2$, 0,001 М│Cd
192	Ni │ $NiSO_4$, 0,001 М ‖ $NiSO_4$│Ni

193	$Fe \mid FeSO_4 \mid\mid FeSO_4$, 0,01 М $\mid Fe$
194	$Cr \mid Cr_2(SO_4)_3$, 0,005 М $\mid\mid ZnSO_4 \mid Zn$
195	$Zn \mid Zn(NO_3)_2$, 0,001 М $\mid\mid Zn(NO_3)_2 \mid Zn$
196	$Ag \mid AgNO_3 \mid\mid Cr(NO_3)_3$, 0,005 М $\mid Cr$
197	$Cd \mid CdCl_2$, 0,1 М $\mid\mid CuCl_2$, 0,1 М $\mid Cu$
198	$Ti \mid Ti_2(SO_4)_3$, 0,5 М $\mid\mid CuSO_4 \mid Cu$
199	$Sn \mid SnSO_4$, 0,01 М $\mid\mid Fe_2(SO_4)_3 \mid Fe$
200	$Ag \mid AgNO_3$, 0,0001 М $\mid\mid Pb(NO_3)_2$, 0,1 М $\mid Pb$

5.3 Электрохимическая коррозия металлов

Коррозией металлов называют самопроизвольное разрушение металлов под действием различных окислителей из окружающей среды.

Механизм электрохимической коррозии аналогичен механизму процессов в короткозамкнутых гальванических элементах, в которых на участках с более отрицательным потенциалом идёт процесс окисления (разрушения металла), а на участках с более положительным потенциалом процесс восстановления окислителя (коррозионной среды).

Наиболее часто встречаются окислители:

- ионы водорода (коррозия с водородной деполяризацией)

$2H^+ + 2\bar{e} \rightarrow H_2$ (кислой среде)

$2H_2O + 2\bar{e} \rightarrow H_2 + 2OH^-$ (в нейтральной и щелочной среде)

- молекулы кислорода

$O_2 + 4\bar{e} + 4H^+ \rightarrow 2H_2O$ (в кислой среде)

$O_2 + 4\bar{e} + 2H_2O \rightarrow 4OH^-$ (в нейтральной и щелочной среде)

Пример 1. Гальванопара алюминий – железо в воде (среда нейтральная). Учитываем, что в воде есть растворенный кислород.

Схема гальванопары:

$Al \mid H_2O, O_2 \mid Fe$

Выписываем потенциалы алюминия и железа из таблицы потенциалов:

$E^o_{Al^{3+}/Al}$ = -1,88 В $E^o_{Fe(OH)_2/Fe}$ = -0,46 В

восстановитель - Al; окислитель – O_2

4 (-) $Al^0 - 3\bar{e} \rightarrow Al^{3+}$ - процесс окисления

3 (+) $O_2 + 4\bar{e} + 2H_2O \rightarrow 4OH^-$ - процесс восстановления

$4Al + 3O_2 + 6H_2O = 4Al(OH)_3$

Направление движения электронов от участка с меньшим потенциалом к участку с большим потенциалом. Подвергаться коррозии будет в первую очередь алюминий.

Пример 2. Определить процессы, протекающие при коррозии луженого железа в кислой среде.

Решение:

Схема гальванопары:

$Fe \mid H^+ \mid Sn$

Потенциалы: $E^o_{Fe^{2+}/Fe}$ =-0,44 В, $E^o_{Sn^{2+}/Fe}$ = -0,136 В, $E^o_{2H^+/H_2}$ = 0 В

Восстановитель – Fe; окислитель - H^+

Fe (-) $Fe^0 - 2\bar{e} \rightarrow Fe^{2+}$ - процесс окисления

Sn (+) $2H^+ + 2\bar{e} \rightarrow H_2$ - процесс восстановления

$Fe + 2H^+ \rightarrow Fe^{2+} + H_2$

Электроны движутся от участка с меньшим потенциалом к участку с большим потенциалом, т.е. от Fe к Sn.

Задания к подразделу 5.3

Рассмотрите коррозию гальванопары, используя потенциалы из таблицы 1, укажите анод и катод соответствующей гальванопары в различной коррозионной среде, напишите уравнения электродных процессов, молекулярное уравнение реакции коррозии, укажите направление перемещения электронов в системе.

Номер задания	Коррозионная среда		
	а) $H_2O + O_2$	б) $NaOH + H_2O$	в) $H_2O + H^+$

201	Fe | Zn	Zn | Al	Pb | Zn
202	Fe | Ni	Fe | Zn	Al | Cu
203	Pb | Fe	Cd | Cr	Al | Ni
204	Cu | Zn	Al | Cu	Sn | Cu
205	Zn | Fe	Fe | Cr	Co | Al
206	Zn | Al	Pb | Zn	Cr | Ni
207	Cr | Cu	Pb | Cr	Bi | Ni
208	Cu | Al	Cr | Zn	Fe | Mg
209	Zn | Sn	Mg | Cd	Cr | Bi
210	Co | Mg	Zn | Fe	Pb | Al
211	Pb | Zn	Bi | Ni	Cd | Al
212	Bi | Ni	Cu | Zn	Fe | Ni
213	Fe | Mg	Co | Sn	Ni | Mn
214	Sn | Fe	Pb | Zn	Cr | Fe
215	Cr | Fe	Fe | Mg	Co | Cu
216	Fe | Cr	Ce | Cu	Fe | Cu
217	Cr | Cu	Cd | Zn	Zn | Cu
218	Cd | Zn	Ce | Ni	Cr | Cd
219	Mg | Cu	Cr | Cd	Zn | Al
220	Sn | Cu	Bi | Ni	Pb | Cr

5.4 Электролиз растворов

Электролизом называется процесс, протекающий на электродах при пропускании через раствор или расплав электролита постоянного электрического тока. Электрод, на котором происходит восстановление, называется катодом. Он соединен с отрицательным полюсом источника постоянного тока. Электрод, на котором происходит окисление, называется

анодом. Он соединен с положительным полюсом источника постоянного тока.

При электролизе водных растворов протекают процессы, связанные с электролизом воды.

Катодные процессы

На катоде возможно восстановление

- катионов металла $Me^{n+} + n\bar{e} \rightarrow Me^0$

- катиона водорода (свободного или в составе молекул воды)

$2H^+ + 2\bar{e} \rightarrow H_2$ (в кислой среде)

$2H_2O + 2\bar{e} \rightarrow H_2 + 2OH^-$ (в нейтральной и щелочной среде)

Для выбора приоритетного процесса необходимо сравнить стандартные электродные потенциалы металла и водорода. Потенциал восстановления водорода следует использовать с учётом его перенапряжения $E^o_{2H_2O/H_2} = 1{,}0$ В.

Все металлы при электролизе водных растворов можно разделить на 3 группы:

1. активные металлы (Li - Al) на катоде не осаждаются, вместо них идёт восстановление ионов водорода:

$2H_2O + 2\bar{e} \rightarrow H_2 + 2OH^-$

2. металлы средней активности (Mn; Zn; Fe; Sn) могут осаждаться на катоде с одновременным выделением водорода.

3. неактивные металлы (Ag; Cu; Au) из-за высокой окислительной способности их катионов осаждаются на катоде без выделения водорода:

$$Ag^+ + 1\bar{e} \rightarrow Ag^0$$

Анодные процессы

На аноде возможны процессы окисления:

- материала анода: $Me^0 - n\bar{e} \rightarrow Me^{n+}$

- анионов солей: $2Cl^- - 2\bar{e} \rightarrow Cl_2$

- молекул воды: $2H_2O - 4\bar{e} \rightarrow O_2 + 4H^+$

Анионы кислородсодержащих кислот, имеющие в своём составе атом элемента в высшей степени окисления (SO_4^{2-}; NO_3^-; PO_4^{3-} и др.) при электролизе на аноде не разряжаются.

С учетом перенапряжения величину потенциала кислорода нужно считать равной +1,8 В.

Пример 1. Электролиз водного раствора сульфата натрия с инертными электродами: $Na_2SO_4 = 2Na^+ + SO_4^{2-}$

(-) катод Na^+; H_2O	(+) анод SO_4^{2-}; H_2O
E^oNa^+/Na = -2,71 В	$E^oO_2/2H_2O$ =1,8 В
E^o2H_2O/H_2 = -1,0 В	
Так как $E^oNa^+/Na < E^o2H_2O/H_2$, то происходит восстановление воды	$2H_2O - 4\bar{e} \rightarrow O_2 + 4H^+$
$2H_2O + 2\bar{e} \rightarrow H_2 + 2OH^-$	
$Na^+ + OH^- = NaOH$	$2H^+ + SO_4^{2-} = H_2SO_4$
Среда щелочная	Среда кислая

Пример 2. Электролиз водного раствора хлорида олова с инертными электродами

(-) катод Sn; H_2O	(+) анод Cl^-; H_2O
E^oSn^{2+}/Sn = -0,136 В	$E^oCl_2/2Cl^-$ =1,36 В
E^o2H_2O/H_2 = -1,0 В	$E^oO_2/2H_2O$ = 1,8 В
Так как $E^oSn^{2+}/Sn > E^o2H_2O/H_2$ идет процесс восстановления катионов олова	Так как $E^oCl_2/2Cl^- < E^oO_2/2H_2O$, идёт процесс окисления ионов хлора
$Sn^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Sn^0$	$2Cl^- - 2\bar{e} \rightarrow Cl_2$

Электролиз с растворимым анодом если анод изготовлен из металла, способного растворяться в данном электролите, то происходит окисление металла и анод называют растворимым.

Пример 3. Электролиз водного раствора сульфата меди с медным анодам.

(-) катод Cu; H_2O	(+) анод Cu; SO_4^{2-}; H_2O
E^oCu^{2+}/Cu = +0,34 В	E^oCu^{2+}/Cu = +0,34 В
E^o2H_2O/H_2 = -1,0 В	$E^oO_2/2H_2O$ = +1,8 В
Так как $E^oCu^{2+}/Cu > E^o2H_2O/H_2$ идет восстановление катионов меди:	Сульфат–ионы не разряжаются, так как $E^oCu^{2+}/Cu < E^oO_2/2H_2O$
$Cu^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Cu^0$	Анод растворяется $Cu^0 - 2\bar{e} \rightarrow Cu^{2+}$

Массу вещества, получаемого электролизом, определяют позаконам, открытым М. Фарадеем в 1834 г. Обобщенный закон Фарадея связывает массу вещества, образовавшегося при электролизе, со временем электролиза и силой тока:

$$M = \frac{Мэкв \cdot J \cdot \tau}{F} (г)$$

где m – масса образовавшегося вещества, г;

J – сила тока, А;

τ – время электролиза, с;

F – константа Фарадея (96500 кул/моль)

$M_{экв}$ – молярная масса электрохимических эквивалентов вещества. Рассчитывается как частное от деления молярной массы вещества на число электронов, перемещаемых при окислении или восстановлении.

Пример 1. Ток силой 2, 5А, проходя через раствор электролита, за 30 мин выделяет из раствора 2,77 г металла. Найти молярную массу эквивалентов металла.

Решение:

Из закона Фарадея:

$$M_{экв} = \frac{m \cdot F}{J \cdot t} = \frac{2{,}77 \cdot 96500}{2{,}5 \cdot 1800} = 59{,}4 \text{ г/моль.}$$

Задания к подразделу 5.4

Рассмотрите катодные и анодные процессы при электролизе водных растворов указанных веществ. Процессы на электродах обоснуйте значениями потенциалов (таблица 1). Составьте схемы электролиза с инертными электродами водных растворов предложенных соединений (отдельно два раствора). С инертными электродами, или растворимым анодом. Рассчитайте массу или объём (при н.у. для газов) продуктов, выделяющихся на электродах при пропускании через раствор в течении 1 часа тока силой 1А.

221	LiBr; $CoSO_4$	231	NaCl; $Al_2(SO_4)_3$
222	K_3PO_4; $Pb(NO_3)_2$	232	$Co(NO_3)_2$; KJ
223	$Ba(NO_3)_2$; $Sn(NO_3)_2$	233	$NiSO_4$; $NaNO_2$
224	$Cr(NO_3)_3$; $CuCl_2$ (Cu -)	234	$FeBr_2$; NaOH
225	$Ca(NO_3)_2$; $NiSO_4$	235	$ZnCl_2$; $CoBr_2$
226	K_2CO_3; $NiBr_2$ (Ni -)	236	$NiSO_4$; $MgCl_2$
227	$CoCl_2$; HNO_3	237	$MgCl_2$; $AgNO_3$ (Ag -)
228	$AgNO_3$; $Al_2(SO_4)_3$	238	$Ba(NO_3)_2$; Na_2CO_3
229	$BaCl_2$; H_2SO_4	239	$NaNO_3$; $NiCl_2$
230	$Pb(NO_3)_2$; H_2SO_4	240	KOH; $ZnSO_4$

6. Варианты заданий

Номер варианта – последние две цифры зачётной книжки

Номер варианта	Номера заданий
01	1, 21, 41, 61, 81, 101, 121, 141, 161, 181, 201, 221
02	2, 22, 42, 62, 82, 102, 122, 142, 162, 182, 202, 222
03	3, 23, 43, 63, 83, 103, 123, 143, 163, 183, 203, 223
04	4, 24, 44, 64, 84, 104, 124, 144, 164, 184, 204, 224
05	5, 25, 45, 65, 85, 105, 125, 145, 165, 185, 205, 225
06	6, 26, 46, 66, 86, 106, 126, 146, 166, 186, 206, 226
07	7, 27, 47, 67, 87, 107, 127, 147, 167, 187, 207, 227
08	8, 28, 48, 68, 88, 108, 128, 148, 168, 188, 208, 228
09	9, 29, 49, 69, 89, 109, 129, 149, 169, 189, 209, 229
10	10, 30, 50, 70, 90, 110, 130, 150, 170, 190, 210, 230
11	11, 31, 51, 71, 91, 111, 131, 151, 171, 191, 211, 231
12	12, 32, 52, 72, 92, 112, 132, 152, 172, 192, 212, 232
13	13, 33, 53, 73, 93, 113, 133, 153, 173, 193, 213, 233
14	14, 34, 54, 74, 94, 114, 134, 154, 174, 194, 214, 234
15	15, 35, 55, 75, 95, 115, 135, 155, 175, 195, 215, 235
16	16, 36, 56, 76, 96, 116, 136, 156, 176, 196, 216, 236
17	17, 37, 57, 77, 97, 117, 137, 157, 177, 197, 217, 237
18	18, 38, 58, 78, 98, 118, 138, 158, 178, 198, 218, 238
19	19, 39, 59, 79, 99, 119, 139, 159, 179, 199, 219, 239
20	20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240
21	1, 25, 44, 63, 85, 107, 132, 151, 172, 193, 211, 231
22	2, 22, 46, 61, 82, 105, 134, 152, 173, 194, 208, 222
23	3, 21, 41, 67, 84, 108, 127, 148, 169, 185, 207, 234
24	4, 27, 42, 63, 83, 103, 131, 146, 165, 192, 205, 231
25	5, 26, 47, 65, 87, 106, 129, 141, 172, 189, 212, 238

26	6, 21, 43, 64, 89, 107, 122, 151, 169, 191, 209, 227
27	7, 25, 49, 65, 86, 103, 125, 145, 162, 189, 212, 235
28	8, 23, 47, 62, 83, 106, 124, 141, 162, 187, 207, 224
29	9, 21, 42, 67, 85, 108, 125, 142, 163, 186, 208, 229
30	10, 22, 47, 61, 79, 111, 126, 143, 171, 193, 209, 238
31	11, 27, 41, 68, 81, 107, 125, 152, 175, 198, 209, 238
32	12, 24, 55, 73, 82, 112, 131, 147, 168, 191, 213, 235
33	13, 34, 56, 765, 91, 102, 126, 148, 170, 189, 204, 227
34	14, 25, 44, 67, 87, 105, 134, 151, 169, 192, 207, 228
35	15, 31, 47, 75, 95, 117, 137, 150, 173, 189, 212, 234
36	16, 29, 41, 74, 93, 112, 134, 152, 171, 188, 211, 233
37	17, 32, 43, 78,, 91, 101, 135, 153,172, 193, 210, 240
38	18, 21, 42, 67, 85, 102, 126, 142, 164, 187, 208, 231
39	19, 39, 45, 68, 84, 111, 127, 141, 163, 192, 207, 230
40	20, 38, 44, 67, 88, 110, 131, 142, 161, 189, 211, 226
41	11, 29, 40, 61, 90, 105, 128, 154, 168, 190, 209, 222
42	12, 22, 45, 62, 92, 107, 130, 153, 167, 191, 210, 223
43	13, 27, 46, 63, 93, 108, 131, 154, 162, 190, 205, 229
44	14, 30, 43, 62, 94, 109, 132, 149, 170, 187, 212, 235
45	15, 31, 47, 69, 87, 103, 133, 148, 169, 191, 211, 226
46	16, 22, 48, 68, 86, 102, 132, 147, 168, 190, 204, 231
47	17, 23, 42, 67,85, 115, 135, 151,161, 191, 205, 228
48	18, 32, 55, 71, 91, 107, 134, 150, 167, 192, 206, 229
49	19, 31, 54, 72, 92, 108, 129, 149, 172, 189, 210, 227
50	10, 23, 47, 62, 93, 112, 136, 153, 171, 187, 208, 221
51	11, 24, 48, 61, 87, 113, 131, 152, 167, 191, 212, 234
52	12, 25, 41, 62, 88, 110, 130, 156, 168, 192, 206, 231
53	13, 26, 42, 63, 89, 111, 131, 149, 161, 190, 209, 238
54	14, 32, 49, 71, 87, 109, 132, 148, 170, 183, 205, 229

55	15, 33, 43, 70, 35, 108, 133, 151, 163, 184, 204, 240
56	16, 31, 48, 69, 84, 107, 135, 149, 161, 187, 202, 224
57	17, 28, 42, 61, 35, 104, 129, 148,164, 189, 209, 222
58	18, 21, 42, 67, 85, 102, 126, 142, 164, 187, 208, 231
59	19, 29, 44, 62, 84, 105, 128, 147, 163, 185, 210, 223
60	20, 32, 47, 68, 83, 109, 130, 152, 164, 187, 206, 225
61	1, 31, 56, 78, 97, 117, 136, 156, 176, 195, 210, 234
62	2, 29, 54, 76, 96, 112, 135, 154, 174, 198, 209, 233
63	3,28, 53, 75, 94, 111, 134, 153, 173, 194, 208, 231
64	4, 26, 51, 74, 93, 115, 132, 151, 172, 193, 207, 230
65	5, 24, 55, 71, 92, 114, 134, 152, 171, 189, 204, 222
66	6, 27, 51, 72, 91, 109, 140, 155, 165, 191, 205, 235
67	7, 23, 44, 63, 85, 106, 139, 150,171, 192, 201, 226
68	8, 34, 47, 62, 87, 104, 136, 156, 164, 189, 219, 227
69	9, 29, 41, 61, 89, 108, 136, 156, 161, 187, 218, 231
70	10, 21, 49, 67, 86, 105, 128, 147, 162, 188, 217, 236
71	11, 22, 48, 69, 88, 110, 129, 148, 169, 185, 212, 235
72	12, 32, 52, 64, 84, 112, 127, 151, 168, 186, 211, 232
73	13, 29, 53, 75, 95, 116, 135, 154, 175, 193, 210, 234
74	14, 28, 54, 77, 99, 115, 136, 153, 176, 194, 209, 233
75	15, 37, 51, 76, 98, 114, 134, 151, 168, 191, 208, 231
76	16, 36, 52, 71, 91, 112, 133, 152, 167, 192, 207, 229
77	17, 31, 48, 70,, 92, 110, 130, 156,174, 199, 206, 228
78	18, 30, 47, 72, 93, 112, 131, 155, 175, 198, 205, 230
79	19, 32, 46, 75, 95, 110, 128, 154, 176, 197, 204, 223
80	20, 33, 44, 78, 91, 111, 125, 153, 171, 196, 205, 224
81	11, 34, 41, 79, 90, 117, 126, 149, 170, 190, 206, 225
82	12, 29, 51, 78, 94, 106, 130, 147, 173, 189, 204, 226
83	13, 26, 49, 77, 95, 108, 131, 146, 174, 191, 212, 230

84	14, 28, 47, 74, 93, 107, 129, 145, 175, 195, 215, 235
85	15, 27, 52, 69, 86, 104, 136, 154, 161, 188, 207, 236
86	16, 30, 51, 68, 85, 105, 134, 156, 174, 189, 208, 237
87	17, 29, 44, 61,, 89, 106, 135, 147,176, 191, 210, 223
88	18, 31, 47, 62, 91, 110, 132, 152, 175, 192, 209, 224
89	19, 32, 48, 63, 90, 109, 128, 156, 168, 194, 211, 240
90	20, 34, 49, 67, 91, 112, 129, 153, 169, 199, 210, 239
91	11, 35, 47, 71, 88, 107, 127, 156, 171, 189, 207, 225
92	11, 36, 48, 72, 87, 106, 126, 155, 172, 188, 206, 226
93	13, 29, 47, 73, 89, 108, 129, 158, 176, 187, 212, 227
94	14, 33, 44, 78, 90, 105, 128, 157, 173, 186, 211, 226
95	15, 31, 43, 77, 89, 104, 127, 156, 173, 194, 211, 222
96	16, 30, 51, 76, 88, 105, 123, 155, 174, 195, 210, 232
97	17, 28, 48, 72, 86, 103, 128, 151, 175, 187, 211, 235
98	18, 27, 47, 73, 85, 102, 127, 149, 172, 186, 210, 228
99	19, 26, 42, 71, 81, 109, 125, 152, 171, 189, 209, 235
00	20, 24, 41, 75, 82, 110, 121, 148, 169, 190, 208, 227

Список литературы

1. Глинка Н.Л. Общая химия.:Учебник/под.рел. В.А.Попкова, А.В.Бабкова.-18-е изд., перераб. и доп.-М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2011,886с

2. Коровин Н.В. Общая химия Учебник/ 13-е изд., перераб. и доп.-М.: Издательский центр "Академия" 2011 .-496с

3, Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. Учебное пособие/ Изд.стер.- М.: КНОРУС. 2011. 240с.

4. Попова М.Н., Ишметова Р.И. Общая химия. Учебное пособие по самостоятельной работе для студентов заочного обучения всех специальностей. Издание УГГУ, Екатеринбург, 2010.-43 с.

5. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.В. Начала химии: учебник – М.: Экзамен, 2004.-720 с.

8. Приложения

Таблица 1

СТАНДАРТНЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ

Элемент	Реакция	E^0
Ag	α -$Ag_2S + 2\bar{e} = 2Ag + S^{2-}$	-0,70
	$Ag(CN)_2^- + \bar{e} = Ag + 2CN^-$	-0,29
	$AgI + \bar{e} = Ag + I^-$	-0,152
	$AgCN + \bar{e} = Ag + CN^-$	-0,04
	$Ag(S_2O_3)_2^{3-} + \bar{e} = Ag + 2S_2O_3^{2-}$	0,01
	$AgBr + \bar{e} = Ag + Br^-$	0,071
	$AgCl + \bar{e} = Ag + Cl^-$	0,222
	$Ag_2O + H_2O + 2\bar{e} = 2Ag + 2OH^-$	0,344
	$Ag(NH_3)_2^+ + \bar{e} = Ag + 2NH_3$	0,373
	$Ag_2CrO_4 + 2\bar{e} = 2Ag + CrO_4^{2-}$	0,446
	$Ag_2C_2O_4 + 2\bar{e} = 2Ag + C_2O_4^{2-}$	0,472
	$AgBrO_3 + \bar{e} = Ag + BrO_3^-$	0,55
	$2AgO + H_2O + 2\bar{e} = Ag_2O + 2OH^-$	0,60
	$Ag^+ + \bar{e} = Ag$	0,799
	$Ag_2O + 2H^+ + 2\bar{e} = 2Ag + H_2O$	1,173
	$2AgO + 2H^+ + 2\bar{e} = Ag_2O + H_2O$	1,398
Al	$AlO_2^- + 2H_2O + 3\bar{e} = Al + 4OH^-$	-2,35
	$Al(OH)_3 + 3\bar{e} = Al + 3OH^-$	-2,31
	$AlF_6^{3-} + 3\bar{e} = Al + 6F^-$	-2,07
	$Al^{3+} + 3e = Al$	-1,663
	$Al(OH)_3 + 3H^+ + 3e = Al + 3H_2O$	-1,471
	$AlO_2^- + 4H^+ + 3e = Al + 2H_2O$	-1,262
As	$As + 3H^+ + 3e = AsH_3$	-0,60
	$HAsO_2 + 3H^+ + 3e = As + 2H_2O$	0,248
	$H_3AsO_4 + 2H^+ + 2e = HAsO_2 + 2H_2O$	0,559
	$H_3AsO_4 + 2H^+ + 2e = H_3AsO_3 + H_2O$	0,58
Au	$Au(CN)_2 + e = Au + 2CN^-$	-0,61
	$AuBr_4^- + 2e = AuBr_2^- + 2Br^-$	0,802
	$AuCl_4^- + 2e = AuCl_2^- + 2Cl^-$	0,926
	$AuBr_2^- + e = Au + 2Br^-$	0,959

	$AuCl_2^- + 2e = Au + 2Cl^-$	1,15
	$Au^{3+} + 2e = Au^+$	1,401
	$Au^{3+} + 3e = Au$	1,498
	$Au^+ + 3e = Au$	1,692
B	$BF_4^- + 3e = B + 4F^-$	-1,04
	$H_3BO_3 + 3H^+ + 3e = B + 3H_2O$	-0,869
	$BO_3^{3-} + 6H^+ + 3e = B + 3H_2O$	-0,165
Ba	$Ba^{2+} + 2e = Ba$	-2,905
Be	$Be^{2+} + 2e = Be$	-1,847
	$Be(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Be + 2H_2O$	-1,820
	$BeO_2^{2-} + 4H^+ + 2e = Be + 2H_2O$	-0,909
Bi	$Bi_2O_3 + 3H_2O + 6e = 2Bi + 6OH^-$	-0,46
	$BiOCl + 2H^+ + 3e = Bi + Cl^- + H_2O$	0,16
	$Bi^{3+} + 3e = Bi$	0,215
	$BiO^+ + 2H^+ + 3e = Bi + H_2O$	0,32
	$Bi_2O_3 + 6H^+ + 6e = 2Bi + 3H_2O$	0,371
	$NaBiO_3$(т) $+ 6H^+ + 2e = Bi^{3+} + Na^+ + 3H_2O$	1,6 - 1,808
Br	$2BrO^- + 2H_2O + 2e = Br_2 + 4OH^-$	0,45
	$2BrO_3^- + 6H_2O + 10e = Br_2 + 12OH^-$	0,50
	$BrO_3^- + 2H_2O + 4e = BrO^- + 4OH^-$	0,54
	$BrO_3^- + 3H_2O + 6e = Br^- + 6OH^-$	0,61
	$BrO^- + H_2O + 2e = Br^- + 2OH^-$	0,76
	$Br_3^- + 2e = 3Br^-$	1,05
	Br_2(ж) $+ 2e = 2Br^-$	1,065
	$BrO_3^- + 6H^+ + 6e = Br^- + 3H_2O$	1,44
	$2BrO_3^- + 12H^+ + 10e = Br_2 + 6H_2O$	1,52
	$2HBrO + 2H^+ + 2e = Br_2 + 2H_2O$	1,59
C	$HCOO^- + 2H_2O + 2e = HCHO + 3OH^-$	-1,07
	$2CO_2 + 2H^+ + 2e = H_2C_2O_4$	-0,49
	$CO_2 + 2H^+ + 2e = HCOOH$	-0,20
	C(графит) $+ 4H^+ + 4e = CH_4$	-0,132
	$CO_2 + 2H^+ + 2e = CO + H_2O$	-0,12
	$HCOOH + 2H^+ + 2e = HCHO + H_2O$	-0,01
	$HCOOH + 4H^+ + 4e = CH_3OH + H_2O$	0,145
	$HCOO^- + 3H^+ + 2e = HCHO + H_2O$	0,167
	$CH_3CHO + 2H^+ + 2e = C_2H_5OH$	0,19
	$CO_3^{2-} + 6H^+ + 4e = HCHO + 2H_2O$	0,197
	$HCOO^- + 5H^+ + 4e = CH_3OH + H_2O$	0,199
	$CO_3^{2-} + 8H^+ + 6e = CH_3OH + 2H_2O$	0,209

	$CO_3^{2-} + 3H^+ + 2e = HCOO^- + H_2O$	0,227
	$HCHO + 2H^+ + 2e = CH_3OH$	0,232
	$2CO_3^{2-} + 4H^+ + 2e = C_2O_4^{2-} + 2H_2O$	0,441
	$C_2H_5OH + 2H^+ + 2e = C_2H_6 + H_2O$	0,46
	$CO_3^{2-} + 6H^+ + 4e = C(графит) + 3H_2O$	0,475
	$CO + 6H^+ + 6e = CH_4 + H_2O$	0,497
	$CH_3OH + 2H^+ + 2e = CH_4 + H_2O$	0,59
Ca	$Ca^{2+} + 2e = Ca$	-2,866
Cd	$CdS + 2e = Cd + S^{2-}$	-1,175
	$Cd(CN)_4^{2-} + 2e = Cd + 4CN^-$	-1,09
	$Cd(OH)_2 + 2e = Cd + 2OH^-$	-0,81
	$Cd(NH_3)_4^{2+} + 2e = Cd + 4NH_3$	-0,61
	$Cd^{2+} + 2e = Cd$	-0,403
	$Cd(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Cd + 2H_2O$	0,005
	$CdO + 2H^+ + 2e = Cd + H_2O$	0,063
Ce	$Ce^{3+} + 3e = Ce$	-2,48
	$Ce^{4+} + e = Ce^{3+}$ (1M H_2SO_4)	1,44
	$Ce^{4+} + e = Ce^{3+}$ (1M HNO_3)	1,61
	$Ce^{4+} + e = Ce^{3+}$ (1M $HClO_4$)	1,70
	$Ce^{4+} + e = Ce^{3+}$	1,77
Cl	$ClO_4^- + H_2O + 2e = ClO_3^- + 2OH^-$	0,36
	$2ClO^- + 2H_2O + 2e = Cl_2 + 4OH^-$	0,40
	$ClO_4^- + H_2O + 8e = Cl^- + 8OH^-$	0,56
	$ClO_3^- + 3H_2O + 6e = Cl^- + 6OH^-$	0,63
	$ClO_2 + 2H_2O + 5e = Cl^- + 4OH^-$	0,85
	$ClO^- + H_2O + 2e = Cl^- + 2OH^-$	0,88
	$ClO_3^- + 2H^+ + e = ClO_2 + H_2O$	1,15
	$ClO_4^- + 2H^+ + 2e = ClO_3^- + H_2O$	1,189
	$ClO_2 + 4H^+ + 4e = 2HCl + H_2O$	1,351
	$Cl_2 + 2e = 2Cl^-$	1,3595
	$ClO_4^- + 8H^+ + 8e = Cl^- + 4H_2O$	1,38
	$2ClO_4^- + 16H^+ + 14e = Cl_2 + 8H_2O$	1,39
	$ClO_2 + 5H^+ + 5e = HCl + 2H_2O$	1,436
	$ClO_3^- + 6H^+ + 6e = Cl^- + 3H_2O$	1,451
	$2ClO_3^- + 12H^+ + 10e = Cl_2 + 6H_2O$	1,47
	$HClO + H^+ + 2e = Cl^- + H_2O$	1,494
	$ClO_2 + 4H^+ + 5e = Cl^- + 2H_2O$	1,51
	$2ClO_2 + 8H^+ + 8e = Cl_2 + 4H_2O$	1,549
	$HClO_2 + 3H^+ + 4e = Cl^- + 2H_2O$	1,57

	$2HClO + 2H^+ + 2e = Cl_2 + 2H_2O$	1,63
	$2HClO_2 + 6H^+ + 6e = Cl_2 + 4H_2O$	1,64
Co	β -CoS + 2e = Co + S^{2-}	-1,07
	α -CoS + 2e = Co + S^{2-}	-0,90
	$Co(CN)_6^{3-} + e = Co(CN)_6^{4-}$	-0,84
	$Co(OH)_2 + 2e = Co + 2OH^-$	-0,73
	$CoCO_3 + 2e = Co + CO_3^{2-}$	-0,64
	$Co(NH_3)_6^{2+} + 2e = Co + 6NH_3$	-0,42
	$Co^{2+} + 2e = Co$	-0,277
	$Co(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Co + 2H_2O$	0,095
	$Co(NH_3)_6^{3+} + e = Co(NH_3)_6^{2+}$	0,1
	$CoO + 2H^+ + 2e = Co + H_2O$	0,166
	$Co(OH)_3 + e = Co(OH)_2 + OH^-$	0,17
	$Co^{3+} + 3e = Co$	0,33
	$Co^{3+} + e = Co^{2+}$	1,38 - 1,842
Cr	$Cr(OH)_2 + 2e = Cr + 2OH^-$	-1,4
	$Cr(OH)_3 + 3e = Cr + 3OH^-$	-1,3
	$CrO_2^- + 2H_2O + 3e = Cr + 4OH^-$	-1,2
	$Cr^{2+} + 2e = Cr$	-0,913
	$Cr^{3+} + 3e = Cr$	-0,744
	$Cr(OH)_3 + 3H^+ + 3e = Cr + 3H_2O$	-0,654
	$Cr^{3+} + e = Cr^{2+}$	-0,407
	$CrO_4^{2-} + 4H_2O + 3e = Cr(OH)_3 + 5OH^-$	-0,13
	$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 12e = 2Cr + 7H_2O$	0,294
	$CrO_4^{2-} + 8H^+ + 6e = Cr + 4H_2O$	0,366
	$CrO_4^{2-} + 4H^+ + 3e = CrO_2^- + 2H_2O$	0,945
	$CrO_2^- + 4H^+ + e = Cr^{2+} + 2H_2O$	1,188
	$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e = 2Cr^{3+} + 7H_2O$	1,333
	$CrO_4^{2-} + 8H^+ + 3e = Cr^{3+} + 4H_2O$	1,477
Cs	$Cs^+ + e = Cs$	-2,923
Cu	$Cu_2S + 2e = 2Cu + S^{2-}$	-0,89
	$CuS + 2e = Cu + S^{2-}$	-0,71
	$Cu(CN)_2^- + e = Cu + 2CN^-$	-0,43
	$Cu_2O + H_2O + 2e = 2Cu + 2OH^-$	-0,36
	$Cu(OH)_2 + 2e = Cu + 2OH^-$	-0,22
	$CuI + e = Cu + I^-$	-0,185
	$Cu(NH_3)_2^+ + e = Cu + 2NH_3$	-0,12
	$Cu(NH_3)_4^{2+} + 2e = Cu + 4NH_3$	-0,07
	$Cu(NH_3)_4^{2+} + 2e = Cu(NH_3)_2^+ + 2NH_3$	-0,01

	$CuI_2^- + e = Cu + 2I^-$	0,00
	$CuBr + e = Cu + Br^-$	0,03
	$CuCl + e = Cu + Cl^-$	0,137
	$Cu^{2+} + e = Cu^+$	0,153
	$CuCl_2^- + e = Cu + 2Cl^-$	0,177
	$2Cu^{2+} + H_2O + 2e = Cu_2O + 2H^+$	0,203
	$Cu^{2+} + 2e = Cu$	0,345
	$Cu^{2+} + 2Cl^- + e = CuCl_2^-$	0,463
	$Cu^+ + e = Cu$	0,520
	$Cu^{2+} + Cl^- + e = CuCl$	0,538
	$CuO + 2H^+ + 2e = Cu + H_2O$	0,570
	$Cu(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Cu + 2H_2O$	0,609
	$Cu^{2+} + Br^- + e = CuBr$	0,640
	$2CuO + 2H^+ + 2e = Cu_2O + H_2O$	0,669
	$Cu^{2+} + I^- + e = CuI$	0,86
	$Cu^{2+} + 2CN^- + e = Cu(CN)_2$	1,12
Dy	$Dy^{3+} + 3e = Dy$	-2,353
Eu	$Eu^{2+} + 2e = Eu$	-3,395
	$Eu^{3+} + e = Eu^{2+}$	-0,429
F	$F_2O + 2H^+ + 4e = 2F^- + H_2O$	2,1
	$F_2 + 2e = 2F^-$	2,87
Fe	$FeS + 2e = Fe + S^{2-}$	-0,95
	$Fe(OH)_2 + 2e = Fe + 2OH^-$	-0,877
	$FeCO_3 + 2e = Fe + CO_3^{2-}$	-0,756
	$Fe(OH)_3 + e = Fe(OH)_2 + OH^-$	-0,56
	$Fe^{2+} + 2e = Fe$	-0,440
	$Fe_3O_4 + 8H^+ + 8e = 3Fe + 4H_2O$	-0,085
	$Fe_2O_3 + H_2O + 2H^+ + 2e = 2Fe(OH)_2$	-0,057
	$Fe_2O_3 + 6H^+ + 6e = 2Fe + 3H_2O$	-0,051
	$Fe(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Fe + 2H_2O$	-0,047
	$Fe^{3+} + 3e = Fe$	-0,037
	$Fe(OH)_3 + 3H^+ + 3e = Fe + 3H_2O$	0,059
	$Fe(OH)_3 + H^+ + e = Fe(OH)_2 + H_2O$	0,271
	$Fe(CN)_6^{3-} + e = Fe(CN)_6^{4-}$	0,356
	$Fe^{3+} + e = Fe^{2+}$ (1M H_2SO_4)	0,68
	$Fe^{3+} + e = Fe^{2+}$ (1M HCl)	0,70
	$Fe(CN)_6^{3-} + e = Fe(CN)_6^{4-}$ (1M HCl)	0,71
	$Fe^{3+} + e = Fe^{2+}$	0,771
	$Fe_3O_4 + 8H^+ + 2e = 3Fe^{2+} + 4H_2O$	0,980

Ga	$Ga^{3+} + 3e = Ga$	-0,53
Gd	$Gd^{3+} + 3e = Gd$	-2,397
Ge	$H_2GeO_3 + 4H^+ + 2e = Ge^{2+} + 3H_2O$	-0,363
	$GeO_2 + 4H^+ + 4e = Ge + 2H_2O$	-0,15
	$H_2GeO_3 + 4H^+ + 4e = Ge + 3H_2O$	-0,13
	$Ge^{2+} + 2e = Ge$	0,000
H	$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-$	-0,828
	$2H^+ + 2e = H_2$	0,0000
	$H_2O_2 + 2H^+ + 2e = 2H_2O$	1,776
Hf	$Hf^{4+} + 4e = Hf$	-1,70
	$HfO_2 + 4H^+ + 4e = Hf + 2H_2O$	-1,57
Hg	$HgS + 2e = Hg + S^{2-}$	-0,69
	$Hg(CN)_4^{2-} + 2e = Hg + 4CN^-$	-0,37
	$Hg_2I_2 + 2e = 2Hg + 2I^-$	-0,041
	$HgI_4^{2-} + 2e = Hg + 4I^-$	-0,04
	$HgO(красная) + H_2O + 2e = Hg + 2OH^-$	0,098
	$Hg_2Br_2 + 2e = 2Hg + 2Br^-$	0,140
	$HgBr_4^{2-} + 2e = Hg + 4Br^-$	0,21
	$Hg_2Cl_2 + 2K^+ + 2e = 2Hg + 2KCl (тв)$	0,2415
	$Hg_2Cl_2 + 2e = 2Hg + 2Cl^-$	0,268
	$Hg_2Cl_2 + 2e = 2Hg + 2Cl^- (1M KCl)$	0,28
	$Hg_2Cl_2 + 2e = 2Hg + 2Cl^- (0,1M KCl)$	0,334
	$HgCl_4^{2-} + 2e = Hg + 4Cl^-$	0,48
	$Hg_2SO_4 + 2e = 2Hg + SO_4^{2-}$	0,6151
	$Hg_2^{2+} + 2e = 2Hg$	0,788
	$Hg^{2+} + 2e = Hg$	0,850
	$2Hg^{2+} + 2e = Hg_2^{2+}$	0,920
	$HgO + 2H^+ + 2e = Hg + H_2O$	0,926
Ho	$Ho^{3+} + 3e = Ho$	-2,319
I	$IO_3^- + 2H_2O + 4e = IO^- + 4OH^-$	0,14
	$2IO_3^- + 6H_2O + 10e = I_2 + 12OH^-$	0,21
	$IO_3^- + 3H_2O + 6e = I^- + 6OH^-$	0,25
	$2IO^- + H_2O + 2e = I_2 + 4OH^-$	0,45
	$IO^- + H_2O + 2e = I^- + 2OH^-$	0,49
	$I_2 + 2e = 2I^-$	0,536
	$I_3^- + 2e = 3I^-$	0,545
	$IO_3^- + 2H_2O + 4e = IO^- + 4OH^-$	0,56
	$HIO + H^+ + 2e = I^- + H_2O$	0,99
	$2ICl_2^- + 2e = I_2 + 4Cl^-$	1,06

	$IO_3^- + 6H^+ + 6e = I^- + 3H_2O$	1,085
	$IO_3^- + 5H^+ + 4e = HIO + 2H_2O$	1,14
	$2IO_3^- + 12H^+ + 10e = I_2 + 6H_2O$	1,19
	$2HIO + 2H^+ + 2e = I_2 + 2H_2O$	1,45
	$H_5IO_6 + H^+ + 2e = IO_3^- + 3H_2O$	1,60
Ir	$IrO_2 + 4H^+ + 4e = Ir + H_2O$	0,93
	$Ir^{3+} + 3e = Ir$	1,15
K	$K^+ + e = K$	-2,924
La	$La^{3+} + 3e = La$	-2,522
Li	$Li^+ + e = Li$	-3,045
Mg	$Mg(OH)_2 + 2e = Mg + 2OH^-$	-2,69
	$Mg^{2+} + 2e = Mg$	-2,363
	$Mg(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Mg + 2H_2O$	-1,862
Mn	$MnCO_3 + 2e = Mn + CO_3^{2-}$	-1,48
	$Mn^{2+} + 2e = Mn$	-1,18
	$Mn(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Mn + 2H_2O$	-0,727
	$MnO_4^- + e = MnO_4^{2-}$	0,564
	$MnO_4^- + 2H_2O + 3e = MnO_2 + 4OH^-$	0,60
	$MnO_2 + 4H^+ + 2e = Mn^{2+} + 2H_2O$	1,228
	$Mn_2O_3 + 6H^+ + 2e = 2Mn^{2+} + 3H_2O$	1,443
	$MnO_4^- + 8H^+ + 5e = Mn^{2+} + 4H_2O$	1,507
	$Mn^{3+} + e = Mn^{2+}$ (8M H_2SO_4)	1,509
	$MnO_4^- + 4H^+ + 3e = MnO_2 + 2H_2O$	1,692
	$MnO_4^{2-} + 4H^+ + 2e = MnO_2 + 2H_2O$	2,257
Mo	$H_2MoO_4 + 2H^+ + 2e = MoO_2 + 2H_2O$	-1,091
	$MoO_4^{2-} + 4H_2O + 6e = Mo + 8OH^-$	-1,05
	$Mo^{3+} + 3e = Mo$	-0,200
	$MoO_2 + 4H^+ + 4e = Mo + 2H_2O$	-0,072
	$MoO_4^{2-} + 8H^+ + 6e = Mo + 4H_2O$	0,154
	$MoO_3 + 2H^+ + 2e = MoO_2 + H_2O$	0,320
	$MoO_4^{2-} + 4H^+ + 2e = MoO_2 + 2H_2O$	0,606

Элемент	Реакция	E^0
N	$3N_2 + 2\bar{e} = 2N_3^-$	-3,4
	$3N_2 + 2H^+ + 2\bar{e} = 2HN_3$	-3,1
	$N_2 + 4H_2O + 2\bar{e} = 2NH_2OH + 2OH^-$	-3,04
	$N_2 + 4H_2O + 4\bar{e} = N_2H_4 + 4OH^-$	-1,16
	$N_2 + 8H_2O + 6\bar{e} = 2NH_4OH + 6OH^-$	-0,74

	$NO_2^- + H_2O + \bar{e} = NO + 2OH^-$	-0,46
	$NO_2^- + 6H_2O + 6\bar{e} = NH_4OH + 7OH^-$	-0,15
	$NO_3^- + 2H_2O + 3\bar{e} = NO + 4OH^-$	-0,14
	$NO_3^- + 7H_2O + 8\bar{e} = NH_4OH + 9OH^-$	-0,12
	$NO_3^- + H_2O + 2\bar{e} = NO_2^- + 2OH^-$	0,01
	$N_2 + 6H^+ + 6\bar{e} = 2NH_3$	0,057
	$N_2H_4 + 4H_2O + 2\bar{e} = 2NH_4OH + 2OH^-$	0,1
	$N_2 + 8H^+ + 6\bar{e} = 2NH_4^+$	0,275
	$2NO_2^- + 4H_2O + 6\bar{e} = N_2 + 8OH^-$	0,41
	$NH_2OH + 2H_2O + 2\bar{e} = NH_4OH^- + 2OH^-$	0,42
	$2NO_2 + 4H_2O + 8e = N_2 + 8OH^-$	0,53
	$NO_3^- + 2H^+ + e = NO_2 + H_2O$	0,78
	$NO_3^- + 2H^+ + e = NO_2 + H_2O$	0,80
	$2NO + 2H_2O + 4e = N_2 + 4OH^-$	0,85
	$HNO_2 + 7H^+ + 6e = NH_4^+ + 2H_2O$	0,864
	$NO_3^- + 10H^+ + 8e = NH_4^+ + 3H_2O$	0,87
	$2NO_2 + 2e = 2NO_2^-$	0,88
	$N_2O + H_2O + 2e = N_2 + 2OH^-$	0,94
	$NO_3^- + 3H^+ + 2e = HNO_2 + 2H_2O$	0,94
	$NO_3^- + 4H^+ + 3e = NO + 2H_2O$	0,957
	$NO_3^- + 4H^+ + 3e = NO + 2H_2O$	0,96
	$HNO_2 + H^+ + e = NO + H_2O$	1,00
	$NO_2 + 2H^+ + 2e = NO + H_2O$	1,03
	$NO_2 + H^+ + e = HNO_2$	1,09
	$2NO_3^- + 10H^+ + 8e = N_2O + 5H_2O$	1,116
	$2NO_3^- + 12H^+ + 10e = N_2 + 6H_2O$	1,246
	$2HNO_2 + 4H^+ + 4e = N_2O + 3H_2O$	1,297
	$2NO_2 + 8H^+ + 8e = N_2 + 4H_2O$	1,36
	$2HNO_2 + 6H^+ + 6e = N_2 + 4H_2O$	1,45
	$2NO + 4H^+ + 4e = N_2 + 2H_2O$	1,678
	$N_2O + 2H^+ + 2e = N_2 + H_2O$	1,766
Na	$Na^+ + e = Na$	-2,714
Nd	$Nd^{3+} + 3e = Nd$	-2,431
Ni	γ-$NiS + 2e = Ni + S^{2-}$	-1,04
	α-$NiS + 2e = Ni + S^{2-}$	-0,83
	$Ni(OH)_2 + 2e = Ni + 2OH^-$	-0,72
	$Ni(NH_3)_6^{2+} + 2e = Ni + 6NH_3$	-0,49
	$NiCO_3 + 2e = Ni + CO_3^{2-}$	-0,45

	$Ni^{2+} + 2e = Ni$	-0,25
	$Ni(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Ni + 2H_2O$	0,110
	$NiO + 2H^+ + 2e = Ni + H_2O$	0,116
	$NiO_2 + 4H^+ + 2e = Ni^{2+} + 2H_2O$	1,68
Np	$Np^{3+} + 3e = Np$	-1,856
	$Np^{4+} + e = Np^{3+}$	0,152
	$NpO_2^+ + 4H^+ + 2e = Np^{3+} + 2H_2O$	0,451
	$NpO_2^+ + e = NpO_2$	0,564
	$NpO_2^{2+} + e = NpO_2^+$	1,149
	$Np_2O_5 + 2H^+ + 2e = 2NpO_2 + H_2O$	1,253
O	$O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^-$	0,401
	$O_2 + 2H^+ + 2e = H_2O_2$	0,682
	$H_2O_2 + 2e = 3OH^-$	0,88
	$O_2 + 4H^+ + 4e = 2H_2O$	1,229
	$O_3 + H_2O + 3e = O_2 + 2OH^-$	1,24
	$O_3 + 6H^+ + 6e = 3H_2O$	1,511
	$H_2O_2 + 2H^+ + 2e = 2H_2O$	1,776
	$O_3 + 2H^+ + 2e = O_2 + H_2O$	2,07
Os	$OsO_2 + 2H_2O + 4e = Os + 4OH^-$	-0,15
	$OsCl_6^{3-} + e = Os^{2+} + 6Cl^-$	0,4
	$OsO_4 + 8H^+ + 8e = Os + 4H_2O$	0,85
	$OsCl_6^{2-} + e = OsCl_6^{3-}$	0,85
	$Os^{2+} + 2e = Os$	0,85
	$OsO_4 + 4H^+ + 4e = OsO_2 + 2H_2O$	0,96
P	$H_2PO_2^- + e = P + 2OH^-$	-2,05
	$HPO_3^{2-} + 2H_2O + 2e = H_2PO_2^- + 3OH^-$	-1,57
	$PO_4^{3-} + 2H_2O + 2e = HPO_3^{2-} + 3OH^-$	-1,12
	$2H_3PO_4 + 2H^+ + 2e = H_4P_2O_6 + 2H_2O$	-0,94
	$P + 3H_2O + 3e = PH_3 + 3OH^-$	-0,89
	$H_3PO_2 + H^+ + e = P + 2H_2O$	-0,51
	$H_3PO_3 + 3H^+ + 3e = P(белый) + 3H_2O$	-0,502
	$H_3PO_3 + 3H^+ + 2e = H_3PO_2 + H_2O$	-0,50
	$H_3PO_3 + 3H^+ + 3e = P(красный) + 3H_2O$	-0,454
	$H_3PO_4 + 5H^+ + 5e = P(белый) + 4H_2O$	-0,411
	$H_3PO_4 + 4H^+ + 4e = H_3PO_2 + 2H_2O$	-0,39
	$H_3PO_4 + 5H^+ + 5e = P(красный) + 4H_2O$	-0,383
	$H_3PO_4 + 2H^+ + 2e = H_3PO_3 + H_2O$	-0,276
	$H_3PO_3 + 2H^+ + 2e = H_3PO_2 + H_2O$	-0,50
	$P + 3H^+ + 3e = PH_3$	0,06

	$H_4P_2O_6 + 2H^+ + 2e = 2H_3PO_3$	0,38
Pb	$PbS + 2e = Pb + S^{2-}$	-0,93
	$PbO + H_2O + 2e = Pb + 2OH^-$	-0,58
	$PbCO_3 + 2e = Pb + CO_3^{2-}$	-0,506
	$PbI_2 + 2e = Pb + 2I^-$	0,365
	$PbSO_4 + 2e = Pb + SO_4^{2-}$	-0,3563
	$PbF_2 + 2e = Pb + 2F^-$	-0,350
	$PbBr_2 + 2e = Pb + 2Br^-$	-0,280
	$PbCl_2 + 2e = Pb + 2Cl^-$	-0,268
	$Pb^{2+} + 2e = Pb$	-0,126
	$PbO_3^{2-} + H_2O + 2e = PbO_2^{2-} + 2OH^-$	0,2
	$PbO + 2H^+ + 2e = Pb + H_2O$	0,248
	$Pb(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Pb + H_2O$	0,277
	$PbO_2 + H_2O + 2e = PbO + 2OH^-$	0,28
	$Pb_3O_4 + 2H^+ + 2e = 3PbO + H_2O$	0,972
	$PbO_2 + 4H^+ + 2e = Pb^{2+} + 2H_2O$	1,449-1,455
	$PbO_2 + SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e = PbSO_4 + 2H_2O$	1,685
	$Pb^{4+} + 2e = Pb^{2+}$	1,694
Pd	$Pd(OH)_2 + 2e = Pd + 2OH^-$	0,07
	$PdI_6^{2-} + 2e = PdI_4^{2-} + 2I^-$	0,623
	$PdCl_4^{2-} + 2e = Pd + 4Cl^-$	0,623
	$PdO + 2H^+ + 2e = Pd + H_2O$	0,896
	$PdCl_6^{2-} + 4e = Pd + 6Cl^-$	0,96
	$Pd^{2+} + 2e = Pd$	0,987
	$PdBr_6^{2-} + 2e = PdBr_4^{2-} + 2Br^-$	0,993
	$PdO_2 + 2H^+ + 2e = PdO + H_2O$	1,283
	$PdCl_6^{2-} + 2e = PdCl_4^{2-} + 2Cl^-$	1,288
Pt	$PtS + 2e = Pt + S^{2-}$	-0,95
	$PtS_2 + 2e = PtS + S^{2-}$	-0,64
	$Pt(OH)_2 + 2e = Pt + 2OH^-$	0,15
	$PtI_6^{2-} + 2e = PtI_4^{2-} + 2I^-$	0,393
	$PtBr_4^{2-} + 2e = Pt + 4Br^-$	0,58
	$PtBr_6^{2-} + 2e = PtBr_4^{2-} + 2Br^-$	0,59
	$PtCl_6^{2-} + 2e = PtCl_4^{2-} + 2Cl^-$	0,720
	$PtCl_4^{2-} + 2e = Pt + 4Cl^-$	0,73
	$Pt(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Pt + 2H_2O$	0,980
	$PtO_2 + 2H^+ + 2e = Pt(OH)_2$	1,045
	$Pt^{2+} + 2e = Pt$	1,188
Ra	$Ra^{2+} + 2e = Ra$	-2,925

Rb	$Rb^+ + e = Rb$	-2,925
S	$SO_4^{2-} + H_2O + 2e = SO_3^{2-} + 2OH^-$	-0,93
	$2SO_4^{2-} + 5H_2O + 8e = S_2O_3^{2-} + 10OH^-$	-0,76
	$SO_3^{2-} + 3H_2O + 4e = S + 6OH^-$	-0,66
	$2SO_3^{2-} + 3H_2O + 4e = S_2O_3^{2-} + 6OH^-$	-0,58
	$S_2^{2-} + 2e = 2S^{2-}$	-0,524
	$S + 2e = S^{2-}$	-0,48
	$2S + 2e = S_2^{2-}$	-0,476
	$S + H^+ + 2e = HS^-$	-0,065
	$S_2O_3^{2-} + 6H^+ + 8e = 2S^{2-} + 3H_2O$	-0,006
	$S_4O_6^{2-} + 2e = 2S_2O_3^{2-}$	0,08
	$SO_4^{2-} + 8H^+ + 8e = S^{2-} + 4H_2O$	0,149
	$S + 2H^+ + 2e = H_2S$	0,141-0,17
	$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e = H_2SO_3 + H_2O$	0,17
	$SO_3^{2-} + 6H^+ + 6e = S^{2-} + 3H_2O$	0,231
	$2SO_4^{2-} + 10H^+ + 8e = S_2O_3^{2-} + 5H_2O$	0,29
	$SO_4^{2-} + 10H^+ + 8e = H_2S + 4H_2O$	0,311
	$SO_4^{2-} + 8H^+ + 6e = S + 4H_2O$	0,357
	$2H_2SO_3 + 2H^+ + 4e = S_2O_3^{2-} + 3H_2O$	0,40
	$H_2SO_3 + 4H^+ + 4e = S + 3H_2O$	0,449
	$S_2O_3^{2-} + 6H^+ + 4e = 2S + 3H_2O$	0,5
	$2SO_3^{2-} + 6H^+ + 4e = S_2O_3^{2-} + 3H_2O$	0,705
	$S_2O_8^{2-} + 2e = 2SO_4^{2-}$	2,01
Sb	$SbO_2^- + 2H_2O + 3e = Sb + 4OH^-$	-0,675
	$Sb + 3H^+ + 3e = SbH_3$	-0,51
	$SbO_3^- + H_2O + 2e = SbO_2^- + 2OH^-$	-0,43
	$Sb_2O_3 + 6H^+ + 6e = 2Sb + 3H_2O$	0,152
	$SbO^+ + 2H^+ + 3e = Sb + H_2O$	0,212
	$SbO_3^- + 2H^+ + 3e = SbO_2^- + H_2O$	0,353
	$SbO_2^- + 4H^+ + 3e = Sb + 2H_2O$	0,446
	$Sb_2O_5 + 6H^+ + 4e = 2SbO^+ + 3H_2O$	0,581
	$Sb_2O_5 + 4H^+ + 4e = Sb_2O_3 + 2H_2O$	0,671
Sc	$Sc^{3+} + 3e = Sc$	-2,077
Se	$Se + 2e = Se^{2-}$	-0,92
	$Se + 2H^+ + 2e = H_2Se$	-0,40
	$SeO_3^{2-} + 3H_2O + 4e = Se + 6OH^-$	-0,366
	$SeO_4^{2-} + H_2O + 2e = SeO_3^{2-} + 2OH^-$	0,05
	$H_2SeO_3 + 4H^+ + 4e = Se + 3H_2O$	0,741
	$SeO_4^{2-} + 4H^+ + 2e = H_2SeO_3 + H_2O$	1,15

Si	$SiO_3^{2-} + 3H_2O + 4e = Si + 6OH^-$	-1,7
	$SiF_6^{2-} + 4e = Si + 6F^-$	-1,2
	$SiO_3^{2-} + 6H^+ + 4e = Si + 3H_2O$	-0,455
	$Si + 4H^+ + 4e = SiH_4$	0,102
Sn	$SnS + 2e = Sn + S^{2-}$	-0,94
	$Sn(OH)_6^{2-} + 2e = HSnO_2^- + H_2O + 3OH^-$	-0,93
	$HSnO_2^- + H_2O + 2e = Sn + 3OH^-$	-0,91
	$SnF_6^{2-} + 4e = Sn + 6F^-$	-0,25
	$Sn^{2+} + 2e = Sn$	-0,136
	$SnO_2 + 2H^+ + 2e = SnO + H_2O$	-0,108
	$SnO_2 + 4H^+ + 4e = Sn + 2H_2O$	-0,106
	$SnO + 2H^+ + 2e = Sn + H_2O$	-0,104
	$Sn(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Sn + 2H_2O$	-0,091
	$SnCl_6^{2-} + 2e = SnCl_4^{2+} + 2Cl^-$ (1M HCl)	0,14
	$Sn^{4+} + 2e = Sn^{2+}$	0,151
Sr	$Sr^{2+} + 2e = Sr$	-2,888
Te	$Te + 2e = Te^{2-}$	-1,14
	$Te + 2H^+ + 2e = H_2Te$	-0,72
	$TeO_3^{2-} + 2H_2O + 4e = Te + 6OH^-$	-0,57
	$TeO_2 + 4H^+ + 4e = Te + 2H_2O$	0,529
	$TeO_4^{2-} + 2H^+ + 2e = TeO_3^{2-} + H_2O$	0,892
	$H_6TeO_6 + 2H^+ + 2e = TeO_2 + 4H_2O$	1,02
Ti	$Ti^{2+} + 2e = Ti$	-1,63
	$TiO + 2H^+ + 2e = Ti + H_2O$	-1,306
	$TiF_6^{2-} + 4e = Ti + 6F^-$	-1,19
	$TiO_2 + 4H^+ + 4e = Ti + 2H_2O$	-0,86
	TiO_2(рутил) $+ H^+ + 4e = Ti^{3+} + 2H_2O$	-0,666
	TiO_2(рутил) $+ 2H^+ + 4e = Ti^{2+} + 2H_2O$	-0,502
	$Ti^{3+} + e = Ti^{2+}$	-0,368
	$Ti^{4+} + e = Ti^{3+}$ (5M H_3PO_4)	-0,15
	$TiO^{2+} + 2H^+ + 2e = Ti^{2+} + H_2O$	-0,135
	$TiO^{2+} + 2H^+ + e = Ti^{3+} + H_2O$	0,10
Tl	$Tl_2S + 2e = 2Tl + S^{2-}$	-0,93
	$TlI + e = Tl + I^-$	-0,753
	$TlBr + e = Tl + Br^-$	-0,658
	$TlCl + e = Tl + Cl^-$	-0,557
	$TlOH + e = Tl + OH^-$	-0,344
	$Tl^+ + e = Tl$	-0,3363
	$Tl(OH)_3 + 2e = TlOH + 2OH^-$	-0,05

	$Tl_2O_3 + 3H_2O + 4e = 2Tl^+ + 6OH^-$	0,02
	$TlOH + H^+ + e = Tl + H_2O$	0,778
	$Tl^{3+} + 2e = Tl^+$	1,252
U	$UO_2 + 2H_2O + 4e = U + 4OH^-$	-2,39
	$U^{3+} + 3e = U$	-1,798
	$U^{4+} + e = U^{3+}$	-0,607
	$UO_2^{2+} = UO_2^+$	0,05
	$UO_2^{2+} + 4H^+ + 2e = U^{4+} + 2H_2O$	0,334
	$UO_2^+ + 4H^+ + e = U^{4+} + 2H_2O$	0,62
V	$V^{2+} + 2e = V$	-1,175
	$V^{3+} + e = V^{2+}$	-0,255
	$VO_2^+ + 4H^+ + 5e = V + 2H_2O$	-0,25
	$VO_2^{2+} + e = VO^+$	-0,044
	$VO_2^+ + 4H^+ + 3e = V^{2+} + 2H_2O$	0,360
	$V_2O_5 + 6H^+ + 2e = 2VO^{2+} + 3H_2O$	0,958
	$VO_2^+ + 2H^+ + e = VO^{2+} + H_2O$	1,004
	$VO_4^{3-} + 6H^+ + 2e = VO^+ + 3H_2O$	1,256
	$H_2VO_4^- + 4H^+ + e = VO^{2+} + 3H_2O$	1,314
W	$WO_4^{2-} + 4H_2O + 6e = W + 8OH^-$	-1,05
	$WO_2 + 4H^+ + 4e = W + 2H_2O$	-0,119
	$WO_3 + 6H^+ + 6e = W + 3H_2O$	-0,09
	$W_2O_5 + 2H^+ + 2e = 2WO_2 + H_2O$	-0,031
	$2WO_3 + 2H^+ + 2e = W_2O_5 + H_2O$	-0,029
	$WO_4^{2-} + 8H^+ + 6e = W + 4H_2O$	0,049
	$2WO_4^{2-} + 6H^+ + 2e = W_2O_5 + 3H_2O$	0,801
Zn	$ZnS + 2e = Zn + S^{2-}$	-1,405
	$Zn(CN)_4^{2-} + 2e = Zn + 4CN^-$	-1,26
	$Zn(OH)_2 + 2e = Zn + 2OH^-$	-1,245
	$Zn(OH)_4^{2-} + 2e = Zn + 4OH^-$	-1,22
	$ZnO_2^{2-} + 2H_2O + 2e = Zn + 4OH^-$	-1,216
	$ZnCO_3 + 2e = Zn + CO_3^{2-}$	-1,06
	$Zn(NH_3)_4^{2+} + 2e = Zn + 4NH_3$	-1,04
	$Zn^{2+} + 2e = Zn$	-0,763
	$ZnO_2^{2-} + 4H^+ + 2e = Zn + 2H_2O$	0,441
Zr	$ZrO^{2+} + 2H^+ + 4e = Zr + H_2O$	-1,570
	$ZrO_2 + 4H^+ + 4e = Zr + 2H_2O$	-1,553
	$Zr^{4+} + 4e = Zr$	-1,539

Таблица 2

Окислительно-восстановительные потенциалы водорода, кислорода и некоторых металлов в кислой, нейтральной и щелочной средах

Среда					
Кислая (*pH* = 0)		Нейтральная (*pH* = 7)		Щелочная (*pH* = 14)	
Red/Ox пара	φ^0, В	Red/Ox пара	φ^0, В	Red/Ox пара	φ^0, В
Mg^{2+}/Mg	-2.36	$Mg(OH)_2/Mg$	-2.38	$Mg(OH)_2/Mg$	-2.69
Al^{3+}/Al	-1.66	$Al(OH)_3/Al$	-1.88	CrO_2^-/Cr	-1.32
Zn^{2+}/Zn	-0.76	$Cr(OH)_3/Cr$	-0.93	ZnO_2^{2-}/Zn	-1.22
Cr^{3+}/Cr	-0.74	$Zn(OH)_2/Zn$	-0.81	SnO_2^{2-}/Sn	-0.91
Fe^{2+}/Fe	-0.44	$Sn(OH)_2/Sn$	-0.50	$Fe(OH)_2/Fe$	-0.87
Cd^{2+}/Cd	-0.40	$Fe(OH)_2/Fe$	-0.46	$2H_2O/H_2$	-0.83
Co^{2+}/Co	-0.28	$2H_2O/H_2$	-0.41	$Cd(OH)_2/Cd$	-0.82
Ni^{2+}/Ni	-0.25	$Cd(OH)_2/Cd$	-0.41	$Co(OH)_2/Co$	-0.73
Sn^{2+}/Sn	-0.14	$Co(OH)_2/Co$	-0.32	$Ni(OH)_2/Ni$	-0.72
Pb^{2+}/Pb	-0.13	$Ni(OH)_2/Ni$	-0.30	PbO_2^{2-}/Pb	-0.54
$2H^+/H_2$	0.00	$Pb(OH)_2/Pb$	-0.14	$Bi_2O_3/2Bi$	-0.45
Ag^+/Ag	+0.80	BiO^+/Bi	-0.04	AlO_2^-/Al	-0.36
Bi^{3+}/Bi	+0.21	$Cu(OH)_2/Cu$	+0.19	$Cu(OH)_2/Cu$	-0.22
Cu^{2+}/Cu	+0.34	$AgCl/Ag$	+0.22		
$O_2/2H_2O$	+1.22	$O_2/4OH^-$	+0.81	$O_2/4OH^-$	+0.40
		$Cl_2/2Cl^-$	+1.36		

Таблица 3

Названия некоторых кислот и их солей

Кислота		Название солей
Название	Формула	
Азотистая	HNO_2	Нитриты
Азотная	HNO_3	Нитраты
Бромоводородная	HBr	Бромиды
Дихромовая	$H_2Cr_2O_7$	Дихроматы
Иодоводородная	HJ	Иодиды
Кремниевая	H_2SiO_3	Силикаты
Марганцовая	$HMnO_4$	Перманганаты
Сероводородная	H_2S	сульфиды
Серная	H_2SO_4	сульфаты
Сернистая	H_2SO_3	сульфиты
Ортофосфорная	H_3PO_4	Фосфаты
Фосфористая	H_3PO_3	Фосфиты
Угольная	H_2CO_3	Карбрнаты
Уксусная	CH_3COOH	ацетаты
Хлороводородная	HCl	хлориды
Хлорноватистая	HClO	гипохлориты
Хлорноватая	$HClO_3$	хлораты
Хлорная	$HClO_4$	перхлораты
Хромовая	H_2CrO_4	хроматы

Учебное издание

Попова Маргарита Николаевна

ХИМИЯ

Контрольные задания для студентов-заочников всех направлений бакалавриата и специалитета

Корректура кафедры химии

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат бумаги 60х84 1/16
Гарнитура Т1те5 №ш Котап. Печать на ризографе.
Печ.л. Уч.-изд.л. Тираж 300 экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г.Екатеринбург,ул.Куйбышева,30
Уральский государственный горный университет

Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ



Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Н. А. Зайцева

КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ В НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных и контрольных работ курсов «Химия» и «Неорганическая химия» для студентов всех специальностей

Екатеринбург
2017

З17

Рецензент: Т. И. Красненко, д-р химических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории оксидных систем ИХТТ УрО РАН

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры химии 25 февраля 2016 г. (протокол № 6) и рекомендовано для издания в УГГУ

Зайцева Н. А.
З17 КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ В НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных и контрольных работ курсов «Химия» и «Неорганическая химия» для студентов всех специальностей / Н. А. Зайцева. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 35 с.

В учебно-методическом пособии изложены краткие сведения о качественных реакциях в неорганической химии. Пособие содержит необходимые сведения для выполнения лабораторных работ по качественному анализу катионов и решения задач.

Пособие предназначено для студентов всех специальностей.

© Зайцева Н. А., 2017

© Уральский государственный горный университет, 2017

ВВЕДЕНИЕ

Качественная реакция – химическая реакция, с помощью которой можно определить наличие в растворе того или иного вещества или его фрагмента (катиона, аниона, функциональной группы). Качественная реакция на ионы позволяет обнаружить («открыть») в растворе присутствие соответствующих ионов. При обнаружении открываемого иона обычно фиксируют появление аналитического сигнала — образование осадка, изменение окраски раствора, появление запаха и т. д.

Требования к качественным реакциям

1. Экспрессность (реакция должна протекать быстро).
2. Высокая чувствительность.
3. Селективность или специфичность.
4. Необратимость.

Чувствительность реакции определяется наименьшим количеством искомого вещества, которое может быть обнаружено данным реактивом в капле раствора.

Существенной характеристикой анализа является селективность (избирательность).

По избирательности реагенты можно разделить на три группы:

1. *Специфические реагенты* – реактивы, с помощью которых в данных условиях можно обнаружить только одно вещество (ион),

например: крахмал для обнаружения I_2 (синяя окраска); щёлочь для обнаружения NH^{4+} (запах аммиака).

Специфические реакции – реакции, которые дают возможность открывать одни ионы в присутствии различных других ионов.

2. *Селективные реагенты* – реактивы, с помощью которых в данных условиях можно обнаружить небольшое число веществ. Например, диметилглиоксим в аммиачном буферном растворе реагирует с Fe (II), Co (II), Ni (II), Zr (IV), Th (IV).

3. *Групповые реагенты* – используются в систематическом анализе смеси катионов и взаимодействуют со всеми катионами одной аналитической группы.

Реакции, позволяющие обнаружить искомые ионы в отдельных порциях сложной смеси при условии устранения влияния других ионов, называют **дробными реакциями**, а метод анализа, основанный на применении дробных реакций, называют **дробным анализом.** При этом порядок обнаружения катионов и анионов не имеет особого значения. При **систематическом анализе**, в отличие от дробного, соблюдается определенный порядок разделения и последующего открытия ионов. К обнаружению ионов приступают лишь после удаления из раствора всех других ионов, мешающих открытию. Систематический (групповой) анализ применяют при невозможности использования дробного анализа. На основе растворимости их солей или других соединений ионы делят на аналитические группы, на основании различных классификаций катионов разработаны разные методы систематического анализа катионов.

Методы систематического анализа

1. Сероводородный – основан на разной растворимости сульфидов и хлоридов в зависимости от *pH*-среды.

2. Аммиачно-фосфатный – основан на разной растворимости фосфатов.

3. Кислотно-основной – основан на разной растворимости в кислотах и основаниях гидроксидов и солей (табл. 1).

Таблица 1

Классификация катионов по кислотно-основному методу

Группа	Катионы	Групповой реактив	Характеристика группы
I	Na^+, K^+, NH_4^+	–	Хлориды, сульфаты и гидроксиды растворимы в воде
II	Ag^+, Pb^{2+}, Hg_2^{2+}	2M HCl	Хлориды нерастворимы в воде и разбавленных кислотах
III	Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}	2M H_2SO_4	Сульфаты нерастворимы в воде, кислотах и щелочах
IV	Al^{3+}, Cr^{3+}, Zn^{2+}, $^*As^{3+}$, $^*As^{5+}$, Sn^{2+}, Sn^{4+}	4M NaOH (избыток)	Гидроксиды амфотерны, растворимы в избытке щелочи
V	Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn^{2+}, Mg^{2+}, Bi^{3+}, Sb^{3+}, Sb^{5+}	2M NaOH (25 % NH_4OH)	Гидроксиды нерастворимы в избытке щелочи и аммиаке
VI	Cu^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}, Hg^{2+}, Cd^{2+}	25% NH_4OH (избыток)	Гидроксиды растворимы в избытке аммиака с образованием аммиакатов

$^*As^{3+}$ и As^{5+} гидроксидов не образуют.

Лабораторная работа № 1

КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА КАТИОНЫ ЖЕЛЕЗА

Цель работы: познакомиться с качественными реакциями на катионы железа, определить наиболее подходящие реактивы для открытия Fe^{3+} и Fe^{2+}.

Для получения аналитического сигнала в качественном анализе используют химические реакции разных типов: реакции ионного обмена (осаждение, нейтрализация), окислительно-восстановительные, комплексообразование. Для обнаружения ионов железа возможно использование всех типов реакций.

Реакции ионного обмена в качественном анализе

Опыт 1. Действие щелочей на катионы Fe^{3+} и Fe^{2+}

В две пробирки налейте по 1 мл растворов $FeCl_3$ и $FeSO_4$, добавьте по 1 мл раствора щёлочи в каждую пробирку. Сравните полученные осадки $Fe(OH)_3$ и $Fe(OH)_2$, составьте уравнения обеих реакций. Растворимы ли полученные гидроксиды железа в избытке щёлочи?

Опыт 2. Действие раствора аммиака на катионы Fe^{3+} и Fe^{2+}

В две пробирки налейте по 1 мл растворов солей железа (III) и железа (II), добавьте по 1 мл разбавленного раствора гидроксида аммония в каждую пробирку. Сравните полученные осадки с

осадками из первого опыта. Составьте уравнения реакций. Проверьте действие избытка концентрированного гидроксида аммония на оба осадка: образуют ли ионы железа аммиачные комплексы?

Реакции окисления-восстановления

Опыт 3. Действие окислителей на катионы Fe^{3+} и Fe^{2+}

а) В две пробирки налейте по 1 мл растворов солей Fe^{2+} и Fe^{3+}, добавьте по 2 мл раствора серной кислоты. В обе пробирки прилейте раствор перманганата калия, в какой из них наблюдается обесцвечивание $KMnO_4$? Запишите уравнение реакции, учитывая, что в кислой среде перманганат-ионы восстанавливаются до ионов Mn^{2+}, уравняйте его методом электронно-ионного баланса.

б) В две пробирки налейте по 1 мл растворов солей Fe^{2+} и Fe^{3+}, добавьте по 2 мл раствора серной кислоты. В обе пробирки прилейте раствор бихромата калия, в какой из них наблюдается изменение окраски раствора? Запишите уравнение реакции, учитывая, что бихромат-ионы $Cr_2O_7^{2-}$ восстанавливаются до ионов Cr^{3+}, уравняйте его методом электронно-ионного баланса.

Опыт 4. Действие восстановителей на катионы Fe^{3+} и Fe^{2+}

В две пробирки налейте по 1 мл растворов солей Fe^{2+} и Fe^{3+}, добавьте по 1 мл раствора йодида калия. Какая из солей железа проявила окислительный свойства? Запишите уравнение реакции, расставьте коэффициенты методом электронно-ионного баланса.

Реакции с участием комплексных ионов

Опыт 5. Реакция ионов железа с роданидом аммония

В две пробирки налейте по 1 мл раствора $FeCl_3$ и $FeSO_4$, добавьте по 1 мл раствора роданида аммония NH_4SCN в каждую пробирку. В какой из пробирок наблюдается образование роданида железа красного цвета? Составьте уравнение реакции.

Опыт 6. Реакция ионов железа с реактивом Чугаева

В две пробирки налейте по 1 мл раствора соли железа (III) и железа (II), добавьте по 1 мл раствора аммиака и по 1 капле раствора диметилглиоксима ($C_4H_8N_2O_2$). Для какого иона железа наблюдается образование окрашенного внутрикомплексного соединения с реактивом Чугаева? Составьте уравнение реакции образования диметилглиоксимата железа [Fe $(C_4H_7O_2N_2)_2$].

Опыт 7. Берлинская лазурь и турнбуллева синь

На растворы $FeCl_3$ и $FeSO_4$ подействуйте каплей раствора жёлтой кровяной соли (гексацианоферрата (II) калия). В каком случае наблюдается выпадение синего осадка? Запишите уравнение реакции, предполагая, что выпавший осадок берлинской лазури имеет состав $Fe_4\,[Fe(CN)_6]_3$.

На растворы $FeCl_3$ и $FeSO_4$ подействуйте каплей раствора красной кровяной соли (гексацианоферрата (III) калия). В каком случае наблюдается выпадение синего осадка? Запишите уравнение реакции, предполагая, что выпавший осадок турнбуллевой сини

имеет состав $Fe_3[Fe(CN)_6]_3$. Сделайте вывод, какой кровяной солью можно открыть ион Fe^{2+}, и с помощью какой обнаруживается ион Fe^{3+}.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что произойдет с зеленоватым осадком $Fe(OH)_2$ при добавлении к нему раствора перекиси водорода H_2O_2? Запишите уравнение реакции, уравняйте его методом электронно-ионного баланса.

2. Выпадет ли осадок при смешивании равных объемов растворов $FeCl_3$ и NaOH, если ПР $(Fe(OH)_3) = 3{,}8 \cdot 10^{-38}$, а концентрации растворов 0,001 моль/л? Выпадет ли осадок при смешивании равных объемов растворов $FeSO_4$ и NaOH, если ПР $(Fe(OH)_2) = 4{,}8 \cdot 10^{-16}$, а концентрации обоих растворов 0,001 моль/л?

3. Какой объём соляной кислоты с концентрацией 0,01 моль/л требуется для полного растворения осадка $Fe(OH)_3$ массой 0,5 г?

4. Реакция образования окрашенного роданида железа (опыт 3) является обратимой. Запишите выражение для константы равновесия этой реакции. Какими способами, согласно принципу Ле-Шателье, можно сместить равновесие в сторону образования окрашенного продукта?

5. Запишите уравнения реакций первичной и вторичной диссоциации красной и жёлтой кровяных солей. Почему чаще всего именно цианид-ионы используются для маскирования ионов железа в растворах?

6. Подвергаются ли соли железа гидролизу? Запишите уравнения взаимодействия с водой для $FeCl_3$ и $FeSO_4$, определите тип гидролиза и кислотность среды раствора. Какую окраску приобретёт лакмус в этих растворах?

Лабораторная работа № 2
КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА ИОНЫ Co^{2+}, Ni^{2+} и Cu^{2+}

Цель работы: познакомиться с качественными реакциями на ионы **Co^{2+}, Ni^{2+} и Cu^{2+}**, выполняемыми пробирно, капельно, и с использованием экстракции, определить наиболее подходящие реакции для открытия каждого иона.

Предел обнаружения – минимальная концентрация или минимальное количество вещества, которое может быть обнаружено данным методом допустимой погрешностью. Предел обнаружения в значительной степени зависит от условий протекания реакции. Обычно для обнаружения ионов применяют реакции с пределом обнаружения 10^{-7} г (0,1мкг) в 1 мл раствора.

Приемы для обеспечения низкого предела обнаружения

1. *Капельный анализ* – метод микрохимического анализа, в котором качественную реакцию проводят с использованием капли раствора. Реакции выполняют на стеклянной или фарфоровой пластинке, фильтровавальной бумаге (иногда предварительно пропитанной раствором реагента и высушенной). Пределы обнаружения веществ 0,1–0,001 мкг в капле объемом 50 мм^3. Минимальные пределы обнаружения достигаются при выполнении анализа на фильтровальной бумаге.

2. *Микрокристаллоскопический анализ* – метод анализа, основанный на реакциях образования кристаллических осадков с

характерной формой кристаллов, для рассмотрения которых используется микроскоп.

3. *Экстракция* – процесс переведения вещества из водной фазы в органическую, используется для разделения и концентрирования веществ.

4. *Флотация* – процесс разделения мелких твёрдых частиц в водной суспензии или растворе, основанный на их избирательной адсорбции на границах раздела фаз в соответствии с их смачиваемостью, используется для разделения и концентрирования.

5. *Метод «умножающихся реакций»* – ряд последовательных реакций, в результате которых получается новое вещество в количестве, во много раз превышающем первоначальное количество обнаруживаемого вещества.

6. *Каталитические реакции*.

Реакции в пробирке (в растворе)

Опыт 1. Действие щелочей на катионы Co^{2+}, Ni^{2+} и Cu^{2+}

В три пробирки налейте по 1 мл растворов солей Co^{2+}, Ni^{2+} и Cu^{2+}, добавьте по 1 мл разбавленного раствора щёлочи в каждую пробирку. Составьте уравнения реакций образования синего CoOHCl, голубого CuOHCl и зелёного NiOHCl. Подействуйте на каждый полученный осадок избытком концентрированной щёлочи, составьте уравнения реакций образования гидроксидов кобальта (II), никеля (II) и меди (II).

Опыт 2. Действие раствора аммиака на Co^{2+}, Ni^{2+} и Cu^{2+}

В три пробирки налейте по 1 мл растворов солей Co^{2+}, Ni^{2+} и Cu^{2+}, добавьте по 1 мл разбавленного раствора аммиака в каждую пробирку. Сравните полученные осадки с осадками из первого опыта. Составьте уравнения реакций.

Проверьте действие избытка концентрированного гидроксида аммония на полученные осадки, запишите уравнения реакций, учитывая, что в аммиачных комплексах кобальта и никеля координационное число комплексообразователя равно шести, а медь удерживает только четыре лиганда.

Разрушаются ли полученные аммиакаты раствором кислоты?

Опыт 3. Реакции с желтой кровяной солью

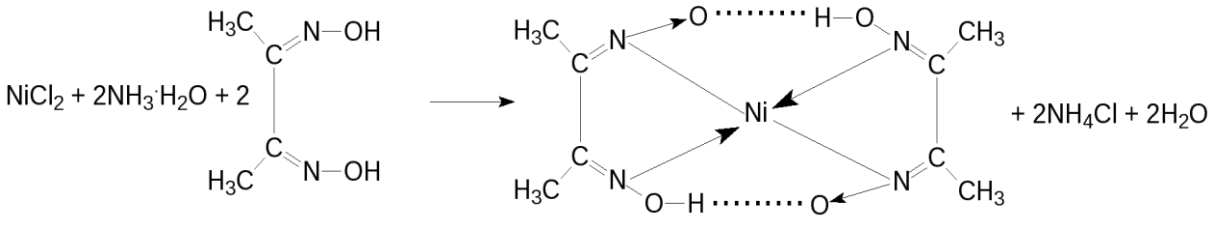
В три пробирки налейте по 1 мл растворов солей Co^{2+}, Ni^{2+} и Cu^{2+}, добавьте по 1 мл разбавленного раствора гексацианоферрата (II) калия в каждую пробирку. Что наблюдается? Составьте уравнения реакций, учитывая, что все осадки получены в результате полного ионного обмена.

Капельные реакции на фильтровальной бумаге

Опыт 4. Реакция катионов Ni^{2+} с реактивом Чугаева

На сухую фильтровальную бумагу поместите несколько капель раствора соли никеля (II), добавьте каплю раствора аммиака и каплю раствора диметилглиоксима $C_4H_8N_2O_2$ (реактив Чугаева). Сравните наблюдаемый аналитический сигнал с реакцией образования

диметилглиоксимата железа (II), выполненной в предыдущей работе. Запишите уравнение реакции



Проведите аналогичную реакцию с растворами меди (II) и кобальта (II). Какой из этих ионов может мешать определению ионов никеля и почему?

Опыт 5. Капельная реакция ионов Co^{2+} с роданидом аммония

Поместите на сухую фильтровальную бумагу несколько капель раствора хлорида кобальта (II), добавьте кристаллы сухой соли NH_4SCN, при необходимости добавьте ещё одну каплю раствора. Как изменилась окраска кристаллов? Составьте уравнение реакции образования комплексного соединения $(NH_4)_2[Co(SCN)_4]$.

Обнаружение катионов с использованием экстракции

Опыт 6. Реакция ионов Co^{2+} с роданидом аммония

Поместите в пробирку несколько капель раствора хлорида кобальта (II), добавьте кристаллы сухой соли тиоцианата (роданида) аммония. Как изменилась окраска раствора?

Чувствительность этой реакции можно повысить с помощью экстракции окрашенного комплекса $(NH_4)_2[Co(SCN)_4]$ органическим растворителем. Добавьте к полученному раствору несколько капель изоамилового спирта, взболтайте. Дождитесь разделения в пробирке водной и спиртовой фаз. Что при этом наблюдается?

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Составьте уравнения реакций первичной и вторичной диссоциаций гексаамминкобальта (II), гексаамминникеля (II), тетраамминмеди (II). Запишите формулы для константы нестойкости.

2. Для открытия ионов Ni^{2+} с помощью диметилглиоксима при реакции на капельной пластинке предел обнаружения Ni^{2+} – 0,16 мкг; в пробирке можно обнаружить 1,4 мкг Ni^{2+} в 1 мл. Предел обнаружения можно уменьшить до 0,015 мкг, если каплю анализируемого раствора нанести на фильтровальную бумагу, пропитанную диметилглиоксимом. Если осадок диметилглиоксимата никеля (II) флотируется на границе раздела фаз «вода – изоамиловый спирт», то предел обнаружения ионов Ni^{2+} понижается до 0,002 мкг. Определите минимальную молярную концентрацию ионов Ni^{2+}, открываемых каждым из способов.

3. Окисление тиосульфат-ионов ионами железа (III) ускоряется в присутствии ионов меди (каталитическая реакция). Время обесцвечивания тиоцианата железа (III) тиосульфатом натрия в отсутствие меди около двух минут. В присутствии ионов Cu^{2+} раствор тиоцианата железа (III) обесцвечивается мгновенно. Предел обнаружения меди – 0,02мкг в 1 мл. Определите минимальную молярную концентрацию ионов Cu^{2+}, соответствующую этому пределу обнаружения.

Лабораторная работа № 3

КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА ИОНЫ $A1^{3+}$, Cr^{3+}, Zn^{2+}

Цель работы: познакомиться с качественными реакциями на ионы $A1^{3+}$, Cr^{3+} и Zn^{2+}, научиться использовать амфотерность их гидроксидов в химическом анализе, определить наиболее подходящие реакции для открытия каждого иона.

Для проведения каждой качественной реакции необходимо соблюдать определенные условия, основные из которых: *pH*-среды; температура; концентрации реагентов; присутствие определенных веществ; отсутствие мешающих ионов или веществ. Для протекания многих реакций необходима среда с определенным значением *pH* водного раствора. Значение *pH* можно контролировать с помощью индикаторов или прибора *pH*-метра. Для поддержания нужного значения *pH* при необходимости используют соответствующие буферные растворы.

Буферные растворы — это растворы, способные сохранять постоянное значение *pH* при разбавлении водой или добавлении к ним определенного количества сильных кислот или оснований. В состав буферной смеси входят в определенном количественном соотношении слабые кислоты и их соли с сильными основаниями или слабые основания и их соли с сильными кислотами.

Амфотерность гидроксидов алюминия, цинка и хрома (III) позволяет отделять их от остальных катионов действием растворов щелочей различной концентрации.

Опыт 1. Действие щелочей на катионы $A1^{3+}$, Cr^{3+}, Zn^{2+}

В три пробирки налейте по 1 мл растворов хлоридов алюминия, хрома и цинка, добавьте по несколько капель очень разбавленного раствора щёлочи в каждую пробирку до образования нерастворимых гидроксидов. Составьте уравнения реакций. Подействуйте на каждый полученный осадок избытком щёлочи до полного растворения, составьте уравнения реакций образования тетрагидроксоалюмината, тетрагидроксоцинката и гексагидроскохромата натрия.

Опыт 2. Действие раствора аммиака на ионы $A1^{3+}$, Cr^{3+}, Zn^{2+}

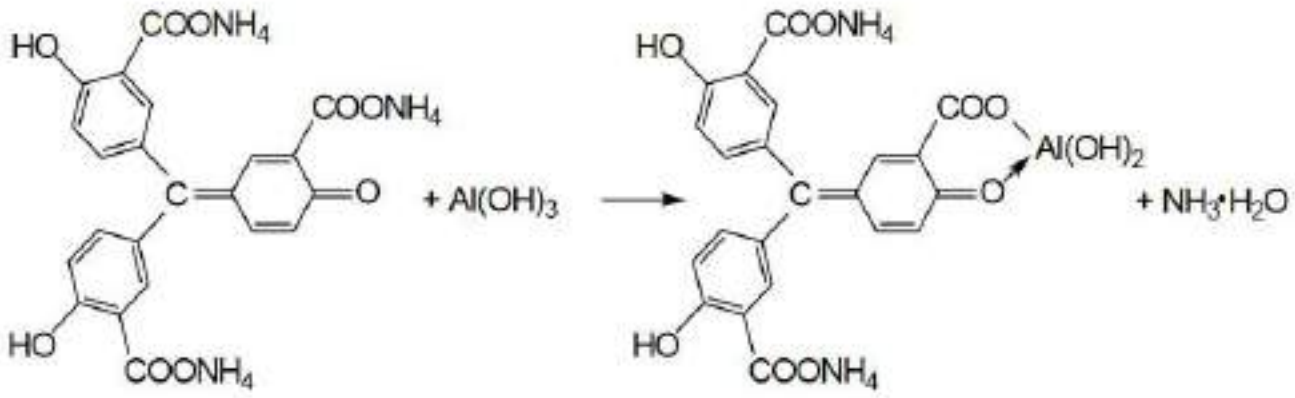
В три пробирки налейте по 1 мл растворов хлоридов алюминия, хрома и цинка, добавьте по 1 мл разбавленного раствора аммиака в каждую пробирку. Сравните полученные осадки с осадками из первого опыта. Составьте уравнения реакций образования соответствующих гидроксидов.

Проверьте действие избытка концентрированного гидроксида аммония на полученные осадки. Какие гидроксиды растворяются частично или полностью? Составьте реакцию комплексообразования, учитывая, что в образующихся аммиакатных комплексах координационное число каждого комплексообразователя вдвое больше, чем модуль его степени окисления.

Опыт 3. Реакция ионов алюминия с алюминоном

В пробирку поместите 3–4 капли раствора соли алюминия, при необходимости 2–3 капли раствора уксусной кислоты и 3–5 капель 0,01 % раствора алюминона ($C_{21}H_{11}O_9$ $(NH_4)_3$). Смесь нагрейте на

водяной бане, добавьте несколько капель раствора аммиака до щелочной реакции и выпадения красного хлопьевидного осадка алюминиевого лака.



Опыт 4. Реакция ионов цинка с желтой кровяной солью

В пробирке к 1 мл раствора $ZnCl_2$ добавьте 1 мл раствора гексацианоферрата (II) калия. Наблюдайте выпадение белого осадка $K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$. Составьте уравнение этой реакции ионного обмена.

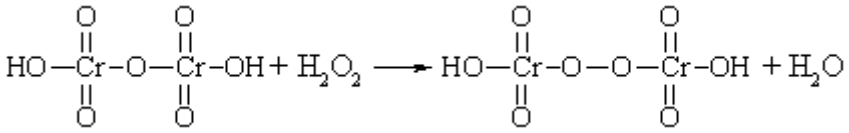
Опыт 5. Восстановительные свойства ионов хрома (III)

В пробирку поместите 2–3 капли раствора соли хрома(III), прибавьте 4–5 капель 2 моль/л раствора щёлочи NaOH до растворения осадка, и 2–3 капли 3 % раствора перекиси водорода H_2O_2. Нагревайте до изменения зеленой окраски раствора на желтую (цвет хромат-ионов CrO_4^{2-}). Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, расставьте коэффициенты методом электронно-ионного баланса.

Опыт 6. Образование надхромовой кислоты

К жёлтому раствору хромата натрия, полученному в предыдущем опыте, прибавьте 5 капель пероксида водорода H_2O_2, ~0,5 мл изоамилового спирта, тщательно перемешайте и прибавьте по каплям раствор серной кислоты (1 моль/л). Верхний органический слой окрашивается в интенсивно синий цвет за счёт экстракции образовавшейся надхромовой кислоты H_2CrO_6. Запишите уравнение реакции, протекающее через образование дихромовой кислоты и её последующее окисление перекисью водорода:

$$2Na_2CrO_4+2H_2SO_4 \rightarrow H_2Cr_2O_7+2Na_2SO_4+H_2O$$



$$H_2Cr_2O_8 + 3\ H_2O_2 \leftrightarrow 2\ H_2CrO_6 + 2\ H_2O$$

Составьте электронно-ионный баланс для этой реакции.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Составьте уравнения первичной и вторичной диссоциации солей, полученных в первом опыте: тетрагидроксоалюмината, тетрагидроксоцинката и гексагидроскохромата натрия.

2. Напишите выражение константы нестойкости для комплексных ионов тетраамминцинка и гексаамминхрома, полученных во втором опыте.

3. Напишите уравнения диссоциаций хромовой, дихромовой и надхромовой кислот.

Лабораторная работа № 4

РАЗДЕЛЕНИЕ И ОБНАРУЖЕНИЕ КАТИОНОВ Ag^{+}, Pb^{2+}, Hg^{2+} МЕТОДОМ ОСАДОЧНОЙ БУМАЖНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Цель работы: познакомиться с разделением и идентификацией катионов методом бумажной хроматографии

Хроматография – физико–химический метод разделения веществ, основанный на использовании сорбционных процессов в динамических условиях.

Анализируемые компоненты распределяются между подвижной и неподвижной фазами. Неподвижной фазой служит твердое вещество – сорбент. Подвижной фазой является жидкость или газ, протекающий через неподвижную фазу – элюент. Элюент в процессе хроматографирования перемещается вдоль сорбента, так что частицы анализируемых веществ могут многократно переходить из подвижной фазы в неподвижную и наоборот. Разделение веществ с помощью хроматографии основано на различном сродстве разделяемых компонентов к подвижной и неподвижной фазам.

Бумажная хроматография – вид хроматографии, в котором носителем неподвижного растворителя служит очищенная от примесей фильтровальная бумага. Подвижная фаза продвигается вдоль листа бумаги, главным образом за счет капиллярных сил. Бумажная хроматография отличается простотой, экспрессностью, наглядностью разделения, высокой чувствительностью (можно определить 10–20 мкг вещества с точностью 5–7 %).

Опыт 1. Подготовка фильтровальной бумаги

Два фильтра «синяя лента» диаметром 45 мм смочите 5 %-м раствором йодида калия, опуская фильтры в раствор пинцетом. Высушите фильтры на воздухе в чашке Петри.

Опыт 2. Получение первичной осадочной хроматограммы

В центр каждого высушенного фильтра нанесите пипеткой каплю анализируемой смеси катионов Ag^+, Hg^{2+} и Pb^{2+}, после её полного впитывания нанесите еще одну, дайте ей впитаться. Катионы анализируемой смеси вступают в реакцию с KI, которым пропитан фильтр, образуя осадочную хроматограмму, зоны которой имеют цвета осадков AgJ (жёлтый), HgJ_2 (оранжевый), PbJ_2 (ярко-желтый).

Полученные хроматограммы необходимо промыть дистиллированной водой. Для промывания хроматограмм нанесите на фильтры 2–3 капли дистиллированной воды, внося каждую последующую каплю после впитывания предыдущей до увеличения размера зон в два–три раза. Высушите обе осадочные хроматограммы, заполните табл. 1, составьте уравнения реакций образования осадков.

Таблица 1

Первичная хроматограмма смеси катионов Ag^+, Hg^{2+}, Pb^{2+}

Зона адсорбции	Цвет зоны	Ион
1. Первая – хорошая адсорбция (в центре фильтра)		
2. Вторая – средняя адсорбция		
3. Третья – плохая адсорбция (края фильтра)		

Опыт 3. Получение проявленной осадочной хроматограммы

Анализируя первичную хроматограмму, легко определить катионы Hg^{2+} (оранжевая зона в центре) и Pb^{2+} (ярко-желтая зона по периферии). Бледно-желтая окраска AgJ либо видна плохо (из-за маскировки оранжевым HgJ_2 и ярко-желтым PbJ_2), либо не видна совсем. Для того, чтобы явно видеть зону серебра, первичную хроматограмму на одном из фильтров необходимо проявить.

Для проявления хроматограммы внесите в центр фильтра каплю раствора NaOH. При этом йодид свинца растворится в NaOH с образованием бесцветного плюмбита натрия Na_2PbO_2, йодид ртути останется неизменным, бледно-жёлтое пятно йодида серебра постепенно почернеет вследствие превращения гидроксида серебра (I) в оксид серебра (I), который затем разложится до свободного серебра.

Заполните табл. 2, составьте уравнения всех протекающих при проявке первичной хроматограммы реакций.

Таблица 2

Вторичная хроматограмма смеси катионов Ag^+, Hg^{2+}, Pb^{2+}

Зона адсорбции	Цвет зоны	Ион
1. Первая – хорошая адсорбция (в центре фильтра)		
2. Вторая – средняя адсорбция		
3. Третья – плохая адсорбция (край фильтра)		

По результатам работы сделайте вывод об эффективности метода бумажной хроматографии для дробного открытия катионов Ag^{+}, Hg^{2+}, Pb^{2+} при их совместном присутствии.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какие процессы лежат в основе хроматографического анализа?

2. Вычислите ПР йодида свинца (II), если известно, что растворимость его равна 0,03 г на 0,1 кг воды.

3. Выпадет ли осадок при взаимодействии равных объемов растворов $AgNO_3$ и KI, если концентрации обоих растворов 0,001 моль/л, а произведение растворимости йодида серебра ПР (AgI) =$8{,}3 \cdot 10^{-17}$.

4. В избытке йодида калия осадок йодида ртути (II) растворяется без изменения степеней окисления элементов с образованием комплексного соединения тетрайодомеркурата калия. Составьте уравнение этой реакции, а также уравнения первичной и вторичной диссоциаций полученного соединения, запишите выражение для константы нестойкости комплексного иона.

5. Оксид серебра (I) неустойчив на воздухе, поэтому он используется не в чистом виде, а в аммиачном растворе (реактив Толленса). При взаимодействии гидроксида аммония и оксида серебра (I) образуется гидроксид диамминсеребра (I). Составьте уравнение этой реакции, а также уравнения первичной и вторичной диссоциаций полученного соединения, запишите выражение для константы нестойкости комплексного иона.

6. Дайте определения терминам «элюент», «сорбент», «элюат», «подвижная фаза», «неподвижная фаза», «собрция», «десорбция».

Лабораторная работа № 5

ДРОБНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КАТИОНОВ

Цель работы: с помощью качественных реакций определить, какая соль находится в каждой пробирке.

Ход работы

В двенадцати пронумерованных пробирках находятся следующие растворы соли:

Раствор бесцветный	**Раствор может быть окрашенным**
Хлорид аммония	Сульфат меди (II)
Хлорид кальция	Хлорид кобальта (II)
Сульфат марганца (II)	Хлорид никеля (II)
Сульфат железа (II)	Хлорид хрома (III)
Хлорид цинка	Хлорид железа (III)
Хлорид алюминия	
Нитрат свинца (II)	

После получения у преподавателя нескольких пробирок (по вариантам 3–6 шт.,) составьте в тетради таблицу для записи результатов анализа:

Качественный анализ растворов, номер (№) (запишите номера пробирок)

Испытуемый раствор	Добавленный реагент	Наблюдение	Предполагаемый состав	Вывод
Опыт № 1 «Открытие окрашенных ионов»				
№ 13	отсуствует	Раствор розовый	Ионы Co^{2+}	
№ 13	NaOH	Выпал синий осадок, при добавлении избытка щёлочи стал розовым	CoOHCl $Co(OH)_2$	В пробирке был $CoCl_2$
Опыт № 2 «Действие щелочей»				
№ 14				

Опыт 1. Открытие окрашенных ионов

Опишите внешний вид растворов, сделайте предположения, какие растворы могут быть в каждой из пробирок, занесите их в таблицу. Наиболее вероятные предположения (для окрашенных растворов) проверьте с помощью соответствующих качественных реакций, взяв для анализа небольшую порцию испытуемого раствора. Составьте уравнения реакций, сделайте выводы.

Опыт 2. Действие щелочей на испытуемые растворы

Взяв пробы оставшихся исследуемых растворов (по 0,5 мл), подействуйте на них разбавленным раствором щёлочи, добавляя его по каплям. Занесите в таблицу аналитический сигнал: выделился запах аммиака, выпал неизменяющийся осадок, выпал осадок, растворимый в избытке щёлочи или темнеющий на воздухе. Обратите внимание, что гидроксид свинца $Pb(OH)_2$ проявляет амфотерные свойства, растворяясь в избытке щелочи с образованием плюмбита Na_2PbO_2, а светло-бежевый гидроксид марганца $Mn(OH)_2$ постепенно окисляется кислородом воздуха, что выглядит как потемнение раствора на границе с воздухом:

$$2\ Mn(OH)_2 + O_2 \rightarrow 2\ MnO_2\downarrow + 2\ H_2O.$$

Эту реакцию можно сделать более наглядной, ускорив процесс окисления с помощью перекиси водорода:

$$Mn(OH)_2 + H_2O_2 \rightarrow MnO_2\downarrow + 2\ H_2O.$$

Сделайте предположения о том, какие катионы находятся в пробирках. Проверьте предположения с помощью качественных реакций, для ионов Mn^{2+} кроме реакции с H_2O_2 можно использовать

ОВР с окислением марганца до розовых перманганат-ионов висмутатом натрия в сильнокислой среде:

$$2MnSO_4+5NaBiO_3+16HNO_3 \rightarrow$$

$$2HMnO_4+5Bi(NO_3)_3+NaNO_3+2Na_2SO_4+7H_2O.$$

Сделайте выводы, запишите уравнения выполненных реакций.

Опыт 3. Действие раствора аммиака на испытуемые пробы

Взяв пробы оставшихся исследуемых растворов (по 0,5 мл), подействуйте на них разбавленным раствором аммиака. Занесите в таблицу аналитический сигнал. Сделайте предположения о том, какие катионы находятся в пробирках. Проверьте предположения с помощью качественных реакций. Сделайте выводы, запишите уравнения выполненных реакций.

Опыт 4. Открытие неокрашенных ионов

Взяв пробы оставшихся исследуемых растворов (по 0,5 мл), проведите качественный анализ на катионы, которые остались не открытыми. Сделайте выводы, запишите уравнения выполненных реакций.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ «КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ В НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ»

1. Две соли окрашивают пламя в фиолетовый цвет. Одна из них бесцветна, и при лёгком нагревании её с концентрированной серной кислотой отгоняется жидкость, в которой растворяется медь; последнее превращение сопровождается выделением бурого газа. При добавлении к раствору второй соли раствора серной кислоты жёлтая окраска раствора изменяется на оранжевую, а при нейтрализации полученного раствора щёлочью восстанавливается первоначальный цвет. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

2. В двух сосудах находятся растворы неизвестных веществ. При добавлении к раствору первого вещества хлорида бария выпадает осадок белого цвета, нерастворимый в воде и кислотах. Осадок белого цвета выпадает также и при добавлении раствора нитрата серебра к пробе, отобранной из второго сосуда. При нагревании пробы первого раствора с гидроксидом натрия выделяется газ с резким запахом. При взаимодействии второго раствора с хроматом натрия выпадает осадок жёлтого цвета. Напишите уравнения описанных реакций.

3. Действием концентрированной серной кислоты на белые кристаллы при нагревании получен газ. При пропускании этого газа через раствор нитрата серебра выпал белый творожистый осадок. Кристаллы окрашивают пламя спиртовки в жёлтый цвет. Какая соль была взята для реакции? Приведите её формулу и название. Запишите уравнения реакций, описанных в тексте.

4. Порошкообразное вещество белого цвета окрашивает пламя горелки в оранжево-красный цвет. При действии соляной кислоты «вскипает» с выделением тяжёлого газа без цвета и запаха. Это вещество способно растворяться в воде при одновременном пропускании избытка углекислого газа. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

5. Некоторое кристаллическое вещество, окрашивающее пламя в жёлтый цвет, хорошо растворяется в воде. При добавлении к этому раствору нитрата серебра выпадает жёлтый осадок, не растворимый в разбавленной азотной кислоте. При действии на исходный раствор бромной воды образуется коричневое окрашивание. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

6. Для определения качественного состава белый, нерастворимый в воде порошок с зеленоватым оттенком подвергли

термическому разложению, в результате которого образовалось два оксида. Один из них — порошок чёрного цвета, при добавлении к которому раствора серной кислоты и последующем нагревании образовался раствор голубого цвета. Про другой известно, что это газ тяжелее воздуха, без цвета и запаха, играющий важную роль в процессе фотосинтеза. Запишите химическую формулу и название вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе исследования.

7. Для проведения исследования бесцветные кристаллы соли, которые при непродолжительном нахождении на воздухе приобрели голубой цвет, нагрели до выделение бурого газа и образование чёрного порошка. При пропускании над нагретым полученным порошком водорода наблюдалось появление красного налёта простого вещества — металла. Известно, что металл, образующий катион, входит в состав многих сплавов, например бронзы. Запишите химическую формулу и название исследованной соли. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе исследования его свойств.

8. Для изучения состава соли был взят раствор, который разделили на две части. К первой части этого раствора добавили хлорид натрия, в результате чего выпал белый осадок. При добавлении ко второй части раствора цинковой стружки образовались серые хлопья металла, катионы которого обладают дезинфицирующим свойством. Известно, что выданная соль

используется для изготовления зеркал и в фотографии, а её анион является составной частью многих минеральных удобрений. Запишите химическую формулу и название вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе исследования.

9. Для изучения состава соли были взяты белые кристаллы хорошо растворимого в воде вещества, которое используется в хлебопечении и кондитерской промышленности в качестве разрыхлителя теста. В результате процесса термического разложения выданной соли образовались три вещества, два из которых при обычных условиях являются газами. При нагревании соли с гидроксидом натрия образуется газ, водный раствор которого используется в медицине под названием нашатырный спирт. Запишите химическую формулу и название вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе исследования.

10. Для установления качественного состава была изучена соль тяжёлого металла, оксид которого используется в производстве хрустального стекла. При термическом разложении соли образуется оксид этого металла и два газообразных вещества: одно из них — газ бурого цвета, а другое — важнейший компонент воздуха. При приливании к раствору выданной соли раствора йодида калия выпадает осадок ярко-жёлтого цвета. Запишите

химическую формулу и название вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе исследования.

11. Для определения качественного состава неизвестной соли азотной кислоты исследовали белое кристаллическое вещество. Это вещество при нагревании полностью разлагается без образования сухого остатка. При действии горячего раствора гидроксида натрия выделяется бесцветный газ с резким запахом, вызывающий посинение лакмусовой бумаги. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

12. В химической лаборатории хранится склянка с кристаллическим веществом белого цвета. При действии на него гидроксида натрия выделяется лёгкий, бесцветный газ с резким запахом, вызывающий посинение лакмусовой бумаги. При действии на него сильной кислоты выделяется бесцветный газ без запаха, вызывающий покраснение раствора лакмуса. При приливании к раствору этого вещества раствора гидроксида кальция выделяется нерастворимый в воде осадок. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

13. Кристаллическое вещество оранжевого цвета при нагревании значительно увеличивается в объёме за счёт выделения бесцветного газа и образует твёрдое вещество тёмно-зелёного

цвета. Выделившийся газ взаимодействует с литием даже при комнатной температуре. Продукт этой реакции гидролизуется водой с образованием газа с резким запахом, способного восстановить медь из её оксида. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

14. Для исследования свойств неизвестного вещества его концентрированный раствор разделили на две части. В пробирку с одной частью раствора поместили медную проволоку. При этом наблюдалось выделение бурого газа и растворение меди. При добавлении к другой части раствора силиката натрия наблюдалось образование бесцветного студенистого осадка. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

15. Для определения качественного состава неизвестной соли исследовали раствор голубого цвета. При добавлении горячего раствора сильной кислоты выделился газ с резким запахом жжёной резины, окрашивающий лакмус в красный цвет. При добавлении раствора аммиака сначала выпал голубой осадок, который затем растворился в избытке аммиака с образованием фиолетового раствора. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

16. Для определения качественного состава неизвестной соли исследовали её раствор желтоватого цвета. При добавлении раствора сильной кислоты появился резкий запах уксуса. При добавлении роданида аммония раствор приобрёл кроваво-красную окраску. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

17. Для определения качественного состава неизвестной соли исследовали её бесцветный раствор. При добавлении раствора разбавленной серной кислоты выделился газ с запахом тухлых яиц и выпал белый осадок, не растворимый в кислотах. При взаимодействии порции исходного раствора с хроматом натрия выпадает осадок жёлтого цвета. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

18. Для определения качественного состава было выдано кристаллическое вещество — средняя соль многоосновной кислоты, катион которой не является ионом металла. При взаимодействии данного вещества с гидроксидом натрия выделяется газ с резким раздражающим запахом, а при приливании к раствору выданного вещества раствора нитрата серебра выпадает осадок жёлтого цвета. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

19. Для определения качественного состава студентам было выдано бесцветное кристаллическое вещество — соль. К одной части раствора исследуемой соли прилили раствор нитрата серебра, в результате чего выпал осадок жёлтого цвета. А при добавлении к другой части раствора карбоната натрия выпал белый осадок. Известно, что катион этой соли образован щёлочно-земельным металлом, входящим в состав костной ткани человека. Анион этой соли состоит из атомов химического элемента, образующего простое вещество, спиртовой раствор которого используется в качестве дезинфицирующего средства. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

20. При определении качественного состава неизвестного кристаллического вещества белого цвета было установлено, что его раствор взаимодействует с раствором гидроксида калия с образованием осадка. А при добавлении к раствору исследуемого вещества раствора нитрата бария выпадает осадок белого цвета, не растворимый в кислотах. Известно, что катион металла, входящий в состав данного соединения, входит в состав хлорофилла. Этот металл ранее применялся также в фотографии для получения вспышки. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев В. Н. Качественный химический полумикроанализ. М.: Химия. 1973. 584 с.

Глинка Н. Л. Общая химия: учебник / под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. 18-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во «Юрайт»; ИД «Юрайт», 2011. 886 с.

Гринвуд Н., Эршно А. Химия элементов (в 2 томах): учебник. Изд-во «Бином. Лаборатория знаний», 2015. 1280 с.

Карапетьянц М. Х., Дракин С. И. Общая и неорганическая химия: учебник. 5-е изд. Изд-во Книжный дом «Либроком» 2015. 592 с.

Крешков А. П. Основы аналитической химии. Ч. 1. Теоретические основы. Качественный анализ. М.: Химия. 1970. 460 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..……..…...3

Лабораторная работа № 1. КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА КАТИОНЫ ЖЕЛЕЗА.....6

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ……9

Лабораторная работа № 2. КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА ИОНЫ Co^{2+}, Ni^{2+} И Cu^{2+}……....…….……10

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ……...…14

Лабораторная работа № 3. КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА ИОНЫ $A1^{3+}$, Cr^{3+}, Zn^{2+}……..….…15

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ……...…18

Лабораторная работа № 4. РАЗДЕЛЕНИЕ И ОБНАРУЖЕНИЕ КАТИОНОВ Ag^{+}, Pb^{2+}, Hg^{2+} МЕТОДОМ ОСАДОЧНОЙ БУМАЖНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ……..…..……19

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ……...…22

Лабораторная работа № 5. ДРОБНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КАТИОНОВ…….……....23

ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ «КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ В НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ»……..……..26

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ…….……...34

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

И. А. Низова, Н.А. Зайцева

ЗАДАЧИ И ВОПРОСЫ ПО КУРСУ «ХИМИЯ»

Учебное пособие для самостоятельной работы студентов всех специальностей

Екатеринбург
2017

Министерство образования и науки РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горномеханического
Факультета УГГУ
« » _____ 2017г.
Председатель комиссии
_____ профессор
В.П. Барановский

И. А. Низова, Н.А. Зайцева

ЗАДАЧИ И ВОПРОСЫ ПО КУРСУ «ХИМИЯ»

Учебное пособие для самостоятельной работы

студентов всех специальностей

Издание УГГУ Екатеринбург, 2017

Рецензент: Г. Л. Левит, кандидат химических наук, старший научный сотрудник Института органического синтеза УрО РАН

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры химии 12 мая 2017 г. (протокол № 10) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Низова И.А. Зайцева Н.А.

ЗАДАЧИ И ВОПРОСЫ ПО КУРСУ «ХИМИЯ», / И.А. Низова, Н.А. Зайцева – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 78 с.

В учебном пособии изложены основные закономерности протекания химический реакций в водных растворах и расплавах электролитов. Изложение материала сопровождается примерами решения задач. Учебное пособие снабжено требуемым для решения задач справочным материалом. Пособие содержит задания для внеаудиторной самостоятельной работы по каждой теме.

Для студентов всех специальностей.

© Низова И.А., Зайцева Н.А. 2017

© Уральский государственный горный университет, 2017

Введение.

Раствором называется гомогенная система, состоящая из двух или более компонентов. Различают растворы жидкие (например, растворы солей), газообразные (воздух, смесь газов), твердые (сплавы).

В отличие от химических соединений, растворы имеют переменный состав, т.е. их состав может изменяться в широких пределах, не нарушая однородности.

Если рассмотреть бинарные или двухкомпонентные растворы, то они состоят из растворителя (или среды) и растворяемого вещества. Эти понятия условны. Однако, обычно растворителем считают жидкий компонент или тот компонент, которого в растворе больше.

Растворимость – это свойства вещества растворяться в воде или другом растворителе. Существует эмпирическое правило: «подобное растворяется в подобном». Большинство неорганических соединений являются соединениями со связью ковалентного полярного или ионного типа. Для такого рода соединений наилучшим растворителем является один из наиболее полярных растворителей - вода.

Водные растворы электролитов широко применяются в технике, в том числе и горном деле, и в быту, поэтому знание свойств растворов и умение производить несложные расчеты являются составной частью курса «Химия», разработанной для студентов УГГУ.

Глава 1. Способы выражения концентрации раствора

Концентрация раствора – количество растворенного вещества, содержащегося в определенном количестве раствора или растворителя. В зависимости от того, в каких единицах выражается количество растворенного вещества и количество растворителя или раствора, существуют различные способы выражения концентрации растворов.

Основные способы выражения концентрации растворов:

1. Массовая доля вещества, выраженная в процентах (или ***процентная концентрация***) – масса растворенного вещества, содержащегося в 100 г раствора.

15% -й раствор NaOH – это значит, что 15 г NaOH содержится в 100 г раствора, т.е. раствор состоит из 15 г NaOH 85 г H_2O .

$$\omega = \frac{m_{\text{р-го в-ва}}}{m_{\text{р-а}}} (\times 100\%), \ \%$$

1. ***Молярная концентрация*** – число молей растворенного вещества, содержащегося в 1 литре раствора.

$$C = \frac{n_{\text{р-го в-ва}}}{V_{\text{р-а}}}, \text{ моль/л (М)}$$

n – число молей растворенного вещества

V – объем раствора (л)

1 М HNO_3 – одномолярный раствор HNO_3 , 1 л такого раствора содержит 1 моль HNO_3 или (1+14+48) = 63 г.

3. ***Мольная доля*** – отношение числа молей данного вещества к общему числу молей всех веществ, имеющихся в растворе.

Для бинарного раствора : N_1 – раствор

N_2 – растворимое вещества

$$N_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2} \qquad N_1 + N_2 = 1$$

4. ***Нормальная концентрация (нормальность)*** или эквивалентная концентрация, – число эквивалентов растворенного вещества, содержащихся в 1 л раствора.

$$C_Э = \frac{n_{Э\ р\text{-}го\ в\text{-}ва}}{V_{р\text{-}а}}, \text{ г-экв/л (н)}$$

$n_Э$ – число эквивалентов растворенного вещества

V – объем раствора (л)

1 н H_2SO_4 – однонормальный раствор H_2SO_4, 1 л такого раствора содержит 1 г-эквивалент H_2SO_4 или (2+32+64)/ 2 = 49 г.

5. ***Моляльная концентрация*** – число молей растворенного вещества, содержащегося в 1000 г растворителя.

$$C_m = \frac{n_{р\text{-}го\ в\text{-}ва}}{m_{р\text{-}ля}}, \text{ моль/кг}$$

n – число молей растворенного вещества

m – масса раствора (кг или г)

1 М HNO_3 – одномоляльный раствор HNO_3, для приготовления такого раствора в 1 кг воды растворяют 1 моль HNO_3 или (1+14+48) = 63 г.

Примеры решения задач

Задача. Рассчитать массовую долю вещества при растворении 4 г его в 30 мл воды.

Решение. Плотность воды ρ = 1 г/мл, следовательно, масса раствора будет составлять 30 + 4 =34 г. Массовая доля ω = (4/34) × 100% = 11,76 %

Задача. Сколько граммов соли и воды содержится в 600 г 9 %-го раствора ?

Решение. В 100 г 9 %-го раствора содержится 9 г соли. В 600 г раствора количество соли составляет (600/100) ×9 = 36 г. Количество воды : 600 – 36 = 564 г.

Задача. Сколько граммов вещества нужно растворить в 320 мл воды, чтобы получить 15 %-ный раствор ?

Решение. Плотность воды ρ = 1 г/мл, следовательно, масса воды будет составлять 320 г. Если количество вещества – *x*, то количество раствора составит (320 + *x*). Подставляем данные значения в формулу для расчета массовой доли и решаем полученное уравнение, определяя *x*.

15 = 100 × *x* / (320 + *x*). Количество вещества (*x*) составит 56,47 г.

Задача. Чему равна массовая доля соли в растворе, полученном при смешении 250 раствора 8% - ной концентрации и 750 г 4% - го раствора?

Решение. При смешении общее количество раствора будет составлять 250 + 750 = 1000 г. В первом растворе содержалось (250/100) ×8 = 20 г соли. Во втором растворе содержалось (750/100) ×4 = 30 г соли. В смешенном растворе содержится 20 = 30 = 50 г соли. Подставляем полученные значения в формулу для расчета массовой доли полученного раствора: ω = (50/1000) × 100% = 5 %.

Задача. Вычислить молярную концентрацию 20%-ного раствора сульфата железа (II) (ρ = 1,21 г/мл).

Решение. 20% - ная концентрация означает, что в 100 г раствора или в 100/ ρ = 100/1,21 = 82,64 мл раствора содержится 20 г $FeSO_4$.. Молярная масса $FeSO_4$. Составляет 56 + 32 + 4×16 = 152 г. Следовательно, в 84,64 мл раствора содержится 20/152 = 0,13 молей $FeSO_4$. .Подставляем полученные значения в уравнение для молярной концентрации, объем выражаем в л : C = $0,13/82,64\times10^{-3}$ = 1,59 г-моль/л.

Задача. К 1 л 6%-ного раствора фосфорной кислоты (ρ = 1,031 г/мл) прилили 1 л воды. Какова молярная концентрация раствора ?

Решение. Молярная концентрация –это число молей растворенного вещества, содержащегося в 1 литре раствора. Следовательно, нужно определить число молей фосфорной кислоты (H_3PO_4), содержащихся в 1 л 6%-ного раствора и разделить на объем полученного раствора. Объем полученного раствора составляет 1+ 1 = 2 л. 6% - ная концентрация означает, что в 100 г раствора или в 100/ ρ = 100/1,031 =96,99 мл раствора содержится 6 г H_3PO_4.. В 1000 мл (1л) содержится (1000/96,99) × 6 = 61,86 г H_3PO_4.. Молярная масса фосфорной кислоты равна 1×3 + 31 + 16×4= 98 г. Таким образом, в полученном растворе содержится 61,86/98 = 0,63 моля кислоты, что соответствует молярной концентрации C = 0,63/2 = 0,315 г-моль/л .

Задача. Сколько мл 38 %-ной соляной кислоты (ρ = 1,19 г/мл) нужно взять для приготовления 1 л 2 М раствора ?

Решение. В 1 л 2 М раствора соляной кислоты (HCl) должно содержаться 2 моля кислоты, т.е. 2 ×36,5 = 71 г HCl, где 1 + 35,5 = 36,5 г молярная масса хлористого водорода. Составляем пропорцию: 38 г HCl содержится в 100/ρ мл 38% р-ра.71 г HCl будет содержаться в *x* мл этого р-ра.

x = 71 × 100/ 1,19×38 = 157 мл. Для приготовления потребуется 157 мл 38 %-ной соляной кислоты .

Задачи для самостоятельного решения

1.Определите молярность соляной кислоты (ρ = 1,18 г/мл), содержащей 36,5 % хлористого водорода.

2.Сколько граммов $AgNO_3$ и воды надо взять для приготовления 200 мл 0,1 н раствора ?

3. В 300 мл раствора содержится 25 г $AlCl_3$. Вычислить молярную концентрацию раствора.

4. Вычислить молярную концентрацию 5%-ного раствора хлорида кальция (ρ = 1 г/мл).

5. Сколько граммов карбоната натрия содержится в 15 мл 0,1 М раствора ?

6. Для зарядки кислотного аккумулятора потребовалось 5л 20% раствора серной кислоты (ρ = 1,14г/мл). Определите молярность этого раствора и рассчитайте, какой объем 95% раствора серной кислоты (ρ = 1,83г/мл) необходим для его приготовления.

Глава 2. Растворы электролитов

Электролитами называются вещества, растворы и расплавы которых проводят электрический ток.

С.Аррениус предложил для этих веществ теорию электролитической диссоциации. Согласно этой теории электролиты при растворении в воде распадаются (диссоциируют на ионы положительные и отрицательные). Под

действием электрического тока ионы приобретают направленное движение. При этом положительно заряженные ионы движутся к катоду, поэтому называются *катионами*, отрицательно заряженные – к аноду и называются *анионами*. Д.И. Менделеев создал химическую теорию растворов и показал, что образование растворов происходит вследствие химического взаимодействия меду растворителем и растворенным веществом.

Диссоциации подвергаются соединения с ионной и ковалентной полярной связями под действием полярных (ионизирующих) растворителей, молекулы которых являются диполями. Мерой полярности растворителя может служить величина электропроицаемости - $\mathcal{E}$.Наиболее полярные растворители: вода ($\mathcal{E}$ = 80), уксусная кислота ($\mathcal{E}$ = 57), этанол ($\mathcal{E}$ = 25). Неполярными растворителями являются углеводороды (например, бензол).

Количественным критерием процесса диссоциации является степень диссоциации.

Степень диссоциации α – это отношение числа молекул, диссоциированных на ионы (или распавшихся на ионы) к общему числу молекул, растворенного электролита.

α выражается в долях единиц (0 – 1) или процентах (0 – 100 %).

Величина α зависит:

- от природы электролита;
- от концентрации электролита (с уменьшением концентрации, т.е. при разбавлении раствора, степень диссоциации всегда увеличивается;
- от температуры (с увеличением температуры степень диссоциации возрастает) .

По величине степени диссоциации все электролиты можно разделить на три группы.

Сильные электролиты $\alpha \approx 1$ **(100%):**

1. Почти все растворимые соли: (соли, растворимые в воде).

2. Кислоты: HNO_3 , H_2SO_4 , HCl , HBr, HJ , $HClO_4$.

3. Гидроксиды щелочных и щелочноземельных металлов: NaOH, KOH, Ca(OH), $Ba(OH)_2$

Электролиты средней силы $\alpha \approx 0{,}03 - 0{,}3$ (3 - 30%): H_3PO_4, $Mg(OH)_2$

Слабые электролиты $\alpha << 1$ (<<100%)

1. Ряд кислот: H_2CO_3 , H_2SO_3 , H_2S , HCN , H_2SiO_3, HCN, все органические кислоты, CH_3COOH.
2. Нерастворимые основания p- , d- , f-элемен-тов: $Al(OH)_3$, $Fe(OH)_3$, а также NH_4OH –гидроксид аммония.
3. Нерастворимые соли.
4. Некоторые растворимые соли ($Fe(SCN)_3$, $HgCl_2$)/
5. Вода – H_2O.

Сильные электролиты диссоциируют на ионы нацело, т.е. процесс диссоциации является необратимым.

$$HCl = H^+ + Cl^-$$

$$H_2SO_4 = 2H^+ + SO_4^{-2}$$

Слабые электролиты диссоциируют лишь частично, т.е. этот процесс является обратимым. Поэтому во времени устанавливается состояние химического равновесия:

$$CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$$

Состояние равновесия можно охарактеризовать с помощью константы равновесия

$$K_Д = \frac{[CH_3COO^-]\,[H^+]}{[CH_3COOH]}$$

Константу равновесия для процесса диссоциации называют ***константой диссоциации***, т.е. константа диссоциации – это константа равновесия процесса электролитической диссоциации..

Константа диссоциации зависит от:

- природы растворителя;
- природы электролита;
- температуры , т.е. $K_Д \neq f$ (C), и не зависит от концентрации электролита.

Закон разбавления Оствальда устанавливает взаимосвязь между $К_Д$ и α для слабых электролитов.

Рассмотрим диссоциацию слабого электролита – уксусной кислоты:

$$CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$$

$$C(1 - \alpha) \qquad C\alpha \qquad C\alpha$$

C – исходная молярная концентрация;

α – степень диссоциации;

$C(1 - \alpha)$ – концентрация недиссоциированных молекул;

$C\alpha$ – концентрация каждого из ионов.

$$К_Д = \frac{C\alpha \cdot C\alpha}{C(1 - \alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1 - \alpha}$$

Для растворов, где $\alpha << 1$, это выражение упрощается, т.к. $(1 - \alpha) \rightarrow 1$.

$К_Д \approx C\alpha^2$ и $\alpha = \sqrt{\frac{K_Д}{C}}$

Это уравнение показывает, что степень диссоциации возрастает при уменьшении концентрации раствора, т.е. при его разбавлении.

Другой особенностью слабых электролитов является то, что они диссоциируют ступенчато:

I ступень : $H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3$ (на 90%) $\qquad К_{Д1} = \frac{[HCO_3^-]\,[H^+]}{[HCO_3^-]}$

II ступень: $HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{-2}$ $\qquad К_{Д2} = \frac{[H^+]\,[CO_3^{-2}]}{[HCO_3^-]}$

$$Cu(OH)_2 \rightleftharpoons CuOH^+ + OH^-$$

$$CuOH^+ \rightleftharpoons Cu^{+2} + OH^-$$

$К_1 > К_2 > К_3 > . . .$ – общее соотношение, независимо от природы электролита, т.к. для отрыва одного иона от нейтральной молекулы затрачивается минимальная энергия.

Диссоциация воды. Водородный показатель.

Вода слабый электролит, но тем не менее диссоциирует на ионы

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^- \text{ (гидроксид-ион)}$$

$$К_Д = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

Это уравнение можно представить в ином виде:

$$К_Д [H_2O] = [H^+][OH^-]$$

Поскольку α_{H_2O} очень мала, то можно считать, что число нераспавшихся молекул воды равно общей концентрации воды.

$$К_Д [H_2O] = К_W \text{ (ионное произведение воды)} .$$

$$К_W = [H^+][OH^-]$$

При 25^0C , $К_W = 10^{-14}$; следовательно, $К_W = 10^{-7} \times 10^{-7}$; т.е.

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ моль/л} .$$

Концентрацию ионов H^+ и OH^- можно варьировать при добавлении либо кислот, либо оснований.

$H_2O + HCl \rightarrow \uparrow[H^+]$ и $\downarrow[OH^-]$

$H_2O + KOH \rightarrow \uparrow [OH^-]$ и $\downarrow[H^+]$

т.е. $[H^+]$ и $[OH^-]$ - взаимосвязаны .

Для определения кислотности раствора используют водородный показатель:

$$pH = -\lg[H^+]$$

Водородный показатель – десятичный логарифм концентрации водородных ионов, взятый с обратным знаком.

1) среда нейтральная, $pH = -\lg 10^{-7} = 7$ $[H^+] = 10^{-7}$ моль/л .

2) среда кислая, $pH < 7$, $1 < pH < 14$, $[H^+] > 10^{-7}$ моль/л .

3) среда щелочная, $pH > 7$, $7 < pH < 14$, $[H^+] < 10^{-7}$ моль/л .

Аналогично водородному показателю можно определить величину $pOH = -\lg [OH^-]$. $pH + pOH = 14$

Примеры решения задач

Задача. Чему равна концентрация азотной кислоты, если pH раствора равен 1?

Решение. Азотная кислота (HNO_3) является сильным электролитом, т.е. диссоциирует на 100%, поэтому ее концентрация равна концентрации ионов

водорода. Если pH = $-lg[H^+]$ = 1, то $[H^+]$ = 0,1 г-ион/л, соответственно молярная концентрация кислоты С = 0,1 моль/л.

Задача. Чему равна концентрация гидроксида калия, если pH раствора равен 11?

Решение. Гидроксид калия (КОН) является сильным электролитом, т.е. диссоциирует на 100%, поэтому его концентрация равна концентрации гидроксид - ионов . Если pH = 11, то pOH = $-lg[OH^-]$ = 14 – 11 = 3. Следовательно, $[OH^-]$ = 0,001 г-ион/л, соответственно молярная концентрация гидроксида С = 0,001 моль/л.

Задача. Вычислить pH раствора, содержащего 0,112 г КОН в 1 л раствора.

Решение. Определим, чему равна молярная концентрация данного раствора. Молярная масса КОН равна 39 + 16 +1 = 56 г. Следовательно, молярная концентрация раствора 0,112/56 = 0,002 моль/л. Гидроксид калия (КОН) является сильным электролитом, т.е. диссоциирует на 100%, поэтому его концентрация равна концентрации гидроксид - ионов . В этом случае pOH = $-lg[0.002]$ = 2,7. Следовательно, значение pH данного раствора 14,0-2,7 = 11,3.

Задача. Вычислить концентрацию протона в 0,02М растворе H_2SO_3, учитывая только первую ступень диссоциации, для которой константа диссоциации равна $1,7*10^{-2}$.

Решение. Воспользуемся законом разбавления Оствальда и определим степень диссоциации кислоты. $\alpha = \sqrt{1,7*10^{-2}/0,02} = \sqrt{0,85} = 0,92$. $[H^+] = C\alpha = 0,92\times 0,02 = 0,0184$ г-ион/л

Задача. Константа диссоциации азотистой кислоты равна $5,1\cdot10^{-4}$. Вычислите степень диссоциации HNO_2 в ее 0,01 М растворе, концентрацию H^+ и водородный показатель (pH).

Решение. Воспользуемся законом разбавления Оствальда и определим степень диссоциации кислоты. $\alpha = \sqrt{5,1\cdot10^{-4}/0,01} = \sqrt{5,1\cdot10^{-2}} = 0,226$. $[H^+] = C\alpha = 0,226 \times 0,01 = 0,00226$ г-ион/л. $pH = -\lg[H^+] = -\lg[0,00226] = 2,65$

Задачи для самостоятельного решения

1. Вычислить концентрации протона и гидроксил-иона в растворе, pH которого равен 8.

2. Какова [OH^-] в 0,01 М растворе гидроксиламина NH_2OH , если константа ионизации его $1{,}21*10^{-8}$?

3. Вычислить pH в 0,02 М растворе $Ca(OH)_2$.

4. Найти степень диссоциации HCOOH в 0,2 н растворе , если константа диссоциации её равна $1{,}8*10^{-4}$.

5. Вычислить pH 0,025 М раствора NaOH.

6. Раствор гидроксида натрия имеет pH = 12. Чему равна концентрация основания?

7. При растворении NaCl в каком из растворителей концентрация ионов натрия будет наибольшей: бензол, ацетон, вода, этанол?

Глава 3. Реакции ионного обмена (РИО)

Согласно теории электролитической диссоциации все реакции в водных растворах являются реакциями между ионами. В отличие от молекулярных уравнений, ионные уравнения показывают истинных участников реакции.

Реакции ионного обмена (РИО) – это реакции, протекающие в растворах электролитов без изменения степеней окисления атомов, входящих в состав ионов. РИО – это необратимые реакции. Условием их необратимости является образование в результате обмена ионами малодиссоциированного соединения (слабого электролита:, т.е. нерастворимого соединения; газообразного вещества или соединения, разлагающегося с выделением газа; растворимого слабого электролита.

Примеры условий необратимого протекания реакций ионного обмена (РИО)

1. Образование труднорастворимого вещества, которое выделяется из раствора в виде осадка:

молекулярное уравнение

$$FeCl_3 + 3NaOH = Fe(OH)_3\downarrow + 3NaCl$$

полное ионное уравнение

$$Fe^{+3} + 3Cl^- + 3Na^+ + 3OH^- = Fe(OH)_3\downarrow + 3Na^- + 3Cl^-$$

сокращенное ионное уравнение

$$Fe^{+3} + 3OH^- = Fe(OH)_3\downarrow$$

(т.е. истинные участники реакции Fe^{+3} и OH^-) .

Труднорастворимые соединения всегда записываются в молекулярном виде.

2. Образование газообразного вещества

молекулярное уравнение

$$K_2S + 2HCl = 2KCl + H_2S\uparrow$$

полное ионное уравнение

$$2K^+ + S^{-2} + 2H^+ + 2Cl^- = 2K^+ + 2Cl^- + H_2S\uparrow$$

сокращенное ионное уравнение

$$S^{-2} + 2H^+ = H_2S\uparrow$$

Газообразное вещество всегда записывается в молекулярной форме.

3. Образование малодиссоциирующих веществ

молекулярное уравнение

$$2KOH + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2H_2O$$

полное ионное уравнение

$$2K^+ + 2OH^- + 2H^+ + SO_4^{-2} = 2K^+ + SO_4^{-2} + 2H_2O$$

сокращенное ионное уравнение

$$2H^+ + 2OH^- = 2H_2O \text{ или } H^+ + OH^- = H_2O$$

Слабый электролит (малодиссоциирующее соединение) в РИО всегда записываются в молекулярном виде.

Если в полном ионном уравнении все участники сокращаются, то реакция обратима и РИО не протекает. Например,

$$KCl + NaNO_3 \rightleftharpoons KNO_3 + NaCl$$

Для правильного написания уравнений РИО необходимы сведения о том, сильными или слабыми электролитом являются соединения, входящие в уравнения, (см. главу 3) и сведения об их растворимости (см. таблицу растворимости).

Необходимо также знать, как диссоциируют соединения различных классов.

Примеры диссоциации различных соединений

1. Диссоциация кислот – сильных электролитов:

$$HNO_3 = H^+ + NO_3^-$$

Кислоты-электролиты, при диссоциации которых образуются ионы водорода.

2. Диссоциация оснований – сильных электролитов:

$$Ca(OH)_2 = Ca^{+} + 2OH^{-}$$

Основания – электролиты, диссоциирующие с образованием гидроксид-ионов.

3. Диссоциация солей:

а) нормальные (средние) растворимые соли

$$NaNO_3 = Na^{+} + NO_3^{-}$$

$$CuSO_4 = Cu^{+2} + SO_4^{-2}$$

б) кислые соли, образованные слабыми кислотами

$$Ca(HCO_3)_2 = Ca^{2+} + 2HCO_3^{-}$$

$$KHCO_3 = K^{+} + HCO_3^{-}$$

в) основные соли слабых оснований

$$(CuOH)_2SO_4 = 2CuOH^{+} + SO_4^{-2}$$

Примеры написания уравнений реакций ионного обмена (РИО)

Задачи. Напишите молекулярное, полное ионное и сокращенное ионное уравнения данной реакции и установите, будет ли протекать РИО.

1. $H_2CO_3 + KOH$

Напишем молекулярное уравнение, обменивая ионы с учетом их зарядов и подбирая стехиометрические коэффициенты.

$$H_2CO_3 + 2KOH = K_2CO_3 + 2HOH$$

Запишем полное ионное уравнение, учитывая, что угольная кислота и вода являются слабыми электролитами.

$$H_2CO_3 + 2K^{+} + 2OH^{-} = 2K^{+} + CO_3^{2-} + 2HOH$$

После сокращения краткое ионное уравнение имеет вид:

$$H_2CO_3 + 2OH^{-} = CO_3^{2-} + 2HOH$$

РИО между кислотой и основанием (реакция нейтрализации) протекают и в случае нерастворимых реагентов, если один из участников является сильным электролитом, т.к. в результате образуется слабый электролит – вода.

2. $Bi(OH)_3 + HNO_3$

Аналогично задаче 1, напишем молекулярное и полное ионное уравнение, проверив по таблице растворимость гидроксида висмута.

$\downarrow Bi(OH)_3 + 3HNO_3 = Bi(NO_3)_3 + 3HOH$

$\downarrow Bi(OH)_3 + 3H^+ + 3NO_3^- = Bi^{3+} + 3NO_3^- + 3HOH$

Сокращенное ионное уравнение имеет вид:

$\downarrow Bi(OH)_3 + 3H^+ = Bi^{3+} + 3HOH$

3. $Sn(OH)_2 + Ba(OH)_2$

Реакция между двумя основаниями возможна в том случае, если одно из оснований является амфотерным. Гидроксид олова – это нерастворимое амфотерное основание, и в данной РИО проявляет свойства кислоты H_2SnO_2. При взаимодействии с основанием образуется растворимая соль с кислотным остатком, представляющим собой комплексный анион.

$\downarrow Sn(OH)_2 + Ba(OH)_2 = Ba[Sn(OH)_4]$.

$\downarrow Sn(OH)_2 + Ba^{2+} + 2OH^- = Ba^{2+} + [Sn(OH)_4]^{2-}$.

$\downarrow Sn(OH)_2 + 2OH^- = [Sn(OH)_4]^{2-}$.

4. $ZnOHCl + HCl$

Основные соли взаимодействуют с кислотами, в результате РИО получаются средние (нормальные) соли и вода. Большинство основных солей слабых оснований являются нерастворимыми соединениями. В случае растворимых соединений уравнения РИО будут иметь следующий вид:

$ZnOHCl + HCl = ZnCl_2 + HOH$

$ZnOH^+ + Cl^- + H^+ + Cl^- = Zn^{2+} + 2Cl^- + HOH$

$ZnOH^+ + H^+ = Zn^{2+} + HOH$

5. $NaHCO_3 + NaOH$

Кислые соли взаимодействуют с основаниями, в результате РИО получаются средние (нормальные) соли и вода.

$NaHCO_3 + NaOH = Na_2CO_3 + HOH$

$Na^+ + HCO_3^- + Na^+ + OH^- = 2Na^+ + CO_3^{2-} + HOH$

$HCO_3^- + OH^- = CO_3^{2-} + HOH$

6. $NaNO_2 + HBr$

$NaNO_2 + HBr = NaBr + HNO_2$

$Na^+ + NO_2^- + H^+ + Br^- = Na^+ + Br^- + HNO_2$

$NO_2^- + H^+ = HNO_2$

Азотистая кислота – слабый электролит. Сильная кислота «вытесняет» слабую из ее солей.

7. $NH_4NO_3 + Ca(OH)_2$

   $2NH_4NO_3 + Ca(OH)_2 = 2NH_4OH + Ca(NO_3)_2$

   $2NH_4^+ + 2NO_3^- + Ca^{2+} + 2OH^- = 2NH_4OH + Ca^{2+} + 2NO_3^-$

   $2NH_4^+ + 2OH^- = 2NH_4OH$

   $NH_4^+ + OH^- = NH_4OH$

8. $CuSO_4 + K_2S$

   $CuSO_4 + K_2S = \downarrow CuS + K_2SO_4$

   $Cu^{2+} + SO_4^{2-} + 2K^+ + S^{2-} = \downarrow CuS + 2K^+ + SO_4^{2-}$

   $Cu^{2+} + S^{2-} = \downarrow CuS$

9. $NiS + K_2SO_4$

   $\downarrow NiS + K_2SO_4 \neq$

РИО не протекает, так как исходная соль нерастворима.

10. $MnCl_2 + NH_4NO_3$

    $MnCl_2 + 2NH_4NO_3 \neq Mn(NO_3)_2 + 2NH_4Cl$

    $Mn^{2+} + 2Cl^- + 2NH_4^+ + 2NO_3^- = Mn^{2+} + 2NO_3^- + 2NH_4^+ + 2Cl^-$

    Условия протекания РИО не выполнены.

Задачи для самостоятельного решения

1. $Ba(HCO_3)_2 + Ba(OH)_2$
2. $Al(OH)_2Cl + HCl$
3. $Na_3PO_3 + H_2SO_4$
4. $Pb(OH)_2 + NaOH$
5. $MgCl_2 + Fe(NO_3)_2$
6. $ZnS + K_2SiO_3$
7. $AlCl_3 + Ca(OH)_2$
8. $Hg(NO_3)_2 + K_3PO_4$
9. $CuCl_2 + K_2SO_3$
10. $NH_4OH + HCl$

Глава 4. Гидролиз солей

Соль – это продукт взаимодействия кислоты и основания.

Гидролиз солей – реакция ионного обмена между водой и растворенными в ней солями. Частный случай реакции ионного обмена**.** Гидролиз солей можно представить, как взаимодействие ионов и их гидратной оболочки.

Характеризовать гидролиз количественно позволяют такие величины, как с**тепень гидролиза и константа гидролиза**. *Степень гидролиза* ($h_{гидр}$) — это соотношение количества подвергающейся гидролизу соли $n_{гидр}$ и общего количества растворенной соли $n_{общ}$.

$$h_{гидр} = (n_{идр}/n_{общ})\cdot 100\ \%$$

Степень гидролиза зависит от

- природы соли;
- концентрации соли (увеличивается с разбавлением раствора);
- от температуры (при нагревании гидролиз усиливается, так как реакция эндотермическая).

Представим в общем виде процесс гидролиза соли, в котором в роли соли выступает – МА, а НА и МОН — соответственно, кислота и основание, которые образуют данную соль:

$$MA + H_2O \leftrightarrow HA + MOH$$

константу, соответствующую этому равновесию:

$$K = [HA]\cdot[MOH]/[MA]\cdot[H_2O]$$

Известно, что концентрация воды в разбавленных растворах, имеет практически постоянное значение, поэтому ее можно включить в константу

$$K\cdot[H_2O]= K_г,$$

тогда для константы гидролиза соли $K_г$ будет иметь такой вид:

$$K_г = [HA]\cdot[MOH]/[MA]$$

Константа и степень гидролиза связаны соотношением:

$$K_г = C\cdot h^2/(1-h),\ моль/л$$

Где С – концентрация соли в растворе, *h*-степень гидролиза

Это выражение можно упростить, т.к. обычно $h<<1$, тогда

$$K_г = C \cdot h^2$$

Зная, константу гидролиза, можно определить pH среды**:**

$$K_г = [HA] \cdot [MOH]/[MA]$$

Концентрация образовавшейся кислоты равна концентрации гидроксид ионов, тогда

$$K_г = [OH^—]^2/[MA]$$

Используя это выражение можно вычислить pH раствора

$$[OH^—] = \sqrt{(K_г \cdot [MA])} \text{ (моль/л)}$$

$$[H^+] = 10^{-14}/[OH^—] \text{ моль/л}$$

Возможны 4 случая протекания гидролиза:

1.Соли, образованные сильным основанием и сильной кислотой

Соли, образованные сильным основанием и сильной кислотой не подвергаются гидролизу. pH среды не изменяется (pH ≈ 7 как в воде):

$$NaCl \leftrightarrow Na^+ + Cl^—$$

$$Na^+ + HOH \leftrightarrow \text{реакция практически не протекает}$$

$$Cl^— + HOH \leftrightarrow \text{реакция практически не протекает}$$

2.Соли, образованные слабым основанием и сильной кислотой

Такое соединение, при диссоциации, образует катионы, способные к присоединению гидроксид-иона из воды, входящей в гидратную оболочку. Тогда гидролиз проходит по катиону**,** при этом среда носит кислый характер, т.е. pH < 7**:**

$$NH_4Cl \leftrightarrow NH_4^+ + Cl^—$$

$$NH_4^+ + HOH \leftrightarrow NH_4OH + H^+$$

$$NH_4Cl + HOH \leftrightarrow NH_4OH + HCl$$

Для солей, образованных слабым основанием и сильной кислотой, константа гидролиза и константа диссоциации основания связаны соотношением:

$$K_г = K_w / K_{осн}$$

Если соль образованна *слабым многокислотным основанием,* то ее гидролиз обычно протекает по первой ступени.

$$FeCl_2 \leftrightarrow Fe^{2+} + 2Cl^—$$

$$Fe^{2+} + HOH \leftrightarrow (FeOH)^+ + H^+$$

3.Соли, образованные сильным основанием и слабой кислотой.

Такие соединения в растворе образуют анионы, способные к присоединению протона из воды, входящей в гидратную оболочку.. Гидролиз протекает по аниону**,** и в его результате создается щелочная среда, pH > 7**:**

$$NaCN \leftrightarrow Na^+ + CN^-$$

$$CN^- + HOH \leftrightarrow HCN + OH^-$$

$$NaCN + HOH \leftrightarrow HCN + NaOH$$

Константа гидролиза и константа диссоциации слабой кислоты связаны зависимостью:

$$K_г = K_w/K_{к\text{-}ты}$$

Если соль образована слабой многоосновной кислотой, то гидролиз протекает преимущественно по 1-й ступени

$$Na_2SO_3 \leftrightarrow 2Na^+ + SO_3^{2-}$$

$$SO_3^{2-} + HOH \leftrightarrow HSO_3^- + OH^- + NaOH$$

4. *Соли, образованные слабым основанием и слабой кислотой.* Такие соли в растворе не существуют, так как при попытке их получить путем реакции ионного обмена происходит совместный (полный, необратимый) гидролиз.

$$Cr_2(CO_3)_3 + 3HOH = 2Cr(OH)_3 + 3CO_2$$

Примеры решения задач

Задача. Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза солей $Cr_2(SO_4)_3$ и Na_2SiO_3. Какое значение pH (pH ≤ 7, pH ≥ 7) имеют растворы этих солей? Что произойдет при смешении растворов этих солей?

Решение. Сульфат хрома является солью слабого нерастворимого основания и сильной серной кислоты. Такие соли гидролизуются по катиону

$$Cr_2(SO_4)_3 \leftrightarrow 2Cr^{3+} + 3SO_4^2$$

$$Cr^{3+} + HOH \leftrightarrow (CrOH)^{2+} + H^+, \text{ pH}<7$$

$$Cr_2(SO_4)_3 + 2HOH \leftrightarrow 2(CrOH)SO_4 + H_2SO_4$$

Гидролиз преимущественно протекает по первой ступени.

Силикат натрия – соль, образованная сильным основанием и слабой кремниевой кислотой. Такие соли гидролизуются по аниону

$$Na_2SiO_3 \leftrightarrow 2Na^+ + SiO_3^{2-}$$

$$SiO_3^{2-} + HOH = HSiO_3^- + OH^-, \text{ pH} > 7$$

$$Na_2SiO_3 + HOH = NaHSiO_3 + NaOH$$

Гидролиз преимущественно протекает по первой ступени.

При смешении растворов этих солей произойдет совместный необратимый гидролиз.

$$Cr_2(SO_4)_3 + 3Na_2SiO_3 + 6HOH = 2Cr(OH)_3\downarrow + 3H_2SiO_3\downarrow + 3Na_2SO_4$$

Задача. Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза солей Li_3PO_4, KCl, $CuCl_2$. Какое значение pH имеют растворы этих солей?

Решение. Li_3PO_4 – соль, образованная сильным основанием и слабой кислотой, гидролиз по аниону.

I ступень

$$Li_3PO_4 \leftrightarrow 3Li^+ + PO_4^{3-}$$

$$PO_4^{3-} + HOH = HPO_4^{2-} + OH^-, \ pH > 7$$

$$Li_3PO_4 + HOH = Li_2HPO_4 + LiOH$$

KCl – соль, образованная сильным основанием и сильной кислотой, гидролизу не подвергается**,** pH ≈ 7

$CuCl_2$ — соль, образованная слабым основанием и сильной кислотой, гидролиз по катиону.

$$CuCl_2 \leftrightarrow Cu^{2+} + 2Cl^-$$

I ступень

$$Cu^{2+} + HOH \leftrightarrow (CuOH)^+ + H^+, \ pH<7$$

$$CuCl_2 + HOH \leftrightarrow (CuOH)Cl + HCl$$

Задача. Чему равна сумма стехиометрических коэффициентов уравнения взаимодействия водных растворов сульфата алюминия и карбоната натрия?

Решение. Сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3$ - соль, образованная слабым основанием и сильной кислотой, следовательно, гидролизуется по катиону**.**

Карбонат натрия Na_2CO_3– соль, образованная сильным основанием и слабой кислотой, следовательно, гидролизуется по аниону. При смешении водных растворов этих солей будет наблюдаться полный гидролиз **с**ульфата алюминия до гидроксида алюминия, карбоната натрия до угольной кислоты, которая разлагается на воду и двуокись углерода. Уравнение имеет вид

$$Al_2(SO_4)_3 + 3Na_2CO_3 + 3HOH = 2Al(OH)_3\downarrow + 3CO_2\uparrow + 3Na_2SO_4$$

Сумма стехиометрических коэффициентов – 15.

Задача. Определите степень гидролиза и pH 0,005 н. KCN, $K_{HCN} = 4{,}9 \cdot 10^{-10}$

Решение. Цианид калия соль слабой циановодородной кислоты, гидролизуется по аниону.

$$KCN \leftrightarrow K^+ + CN^-$$

$$CN^- + HOH \leftrightarrow HCN + OH^-$$

$$KCN + HOH \leftrightarrow HCN + KOH$$

Константа и степень гидролиза связаны соотношением:

$\mathbf{K_г = C \cdot} h^2$, отсюда $h = \sqrt{(K_г/C)}$

Сначала найдем константу гидролиза KCN:

$K_г = K_w / K_{к\text{-}ты}$

$K_г = 10^{-14}/4{,}9 \cdot 10^{-10} = 0{,}2 \cdot 10^{-4}$

$h = \sqrt{(0{,}2 \cdot 10^{-4}/0{,}005)} = 0{,}063$

$K_г = [HCN] \cdot [KOH]/[KCN]$

Концентрация образовавшейся кислоты равна концентрации гидроксид ионов, тогда $K_г = [OH^-]^2/[KCN]$

Используя это выражение можно вычислить pH раствора**:**

$[OH^-] = \sqrt{(K_г \cdot [KCN])}$

$[OH^-] = \sqrt{(0{,}2 \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}005)} = 3{,}16 \cdot 10^{-4}$ моль/л

$[H^+] = 10^{-14}/3{,}16 \cdot 10^{-4} = 0{,}32 \cdot 10^{-10}$ моль/л

$pH = -\lg[H^+] = -\lg 0{,}32 \cdot 10^{-10} = 10{,}5$

Задачи для самостоятельной работы

1. Кремниевая кислота слабее угольной. Запишите уравнения гидролиза карбоната и силиката натрия и возможные значения pH среды при равных исходных концентрациях солей и одинаковой температуре растворов.

2. Сравните степень гидролиза соли и pH среды в 0,1 М и 0,001 М растворах цианида калия.

3. Как уменьшить степень гидролиза соли?

4. Вычислите константу гидролиза хлорида аммонии. Каковы степень гидролиза соли в О,1 М растворе и pH раствора? Константа диссоциации основания K_{NH4OH} равна $1{,}81 \times 10^{-5}$.

Глава 5. Произведение растворимости

Растворимость – это свойства вещества растворяться в воде или другом растворителе. Некоторые вещества неограниченно растворимы в воде: серная кислота, этиловый спирт. Но большинство неорганических соединений ограниченно растворимы в воде.

Растворимость выражается концентрацией растворённого вещества в его насыщенном растворе либо в процентах, либо в весовых или объёмных единицах, отнесённых к 100 г или 100 см³ (мл) растворителя (г/100 г или см³/100 см³). Насыщенный раствор – это раствор, находящийся в равновесии с осадком растворяемого вещества.

Абсолютно нерастворимых веществ нет. При добавлении воды к труднорастворимой соли, например, AgCl ионы Ag^+ и Cl^-, испытывая притяжение со стороны окружающих диполей воды, постепенно отрываются от кристаллов и переходят в раствор. Сталкиваясь в растворе, ионы Ag^+ и Cl^- образуют молекулы AgCl и осаждаются на поверхности кристаллов. Таким образом, в системе происходят два взаимно противоположных процесса, что приводит к динамическому равновесию, когда в единицу времени в раствор переходит столько же ионов Ag^+ и Cl^-, сколько их осаждается. Накопление ионов Ag^+ и Cl^- в растворе прекращается, получается насыщенный раствор.

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$$

$$\rightarrow \quad \leftarrow$$

$$v = v$$

Данное равновесие можно охарактеризовать константой равновесия:

$$K_{равн.} = \frac{[Ag^+][Cl^-]}{[AgCl]}$$

Концентрация твердого вещества величина постоянная. [AgCl] = const. При переносе постоянных величин в левую часть получим новую константу, называемую произведением растворимости (ПР).

$$ПР_{AgCl} = [Ag^+] \cdot [Cl^-].$$

Таким образом, произведение концентраций ионов в насыщенном растворе труднорастворимого электролита при постоянной температуре является

постоянной величиной. В тех случаях, когда электролит содержит два или несколько одинаковых ионов, концентрация этих ионов, при вычислении произведения растворимости должна быть возведена в соответствующую степень.

Например, $ПР(Ag_2S) = [Ag^+]^2[S^{2-}]$; $ПР(PbI_2) = [Pb^{2+}]\,[I^-]^2$

В общем случае выражение произведения растворимости для электролита

$$A_mB_n \rightleftharpoons mA^{n+} + mB^{m+}$$

$$ПР_{AmBn} = [A]^m\,[B]^n$$

Значения произведения растворимости для разных веществ различны.

Например, $ПРCaCO_3 = 4{,}810^{-9}$; $ПРAgCl = 1{,}56\ 10^{-10}$.

ПР легко вычислить, зная растворимость соединения при данной t°.

Образование осадков. Осадок образуется в том случае, когда произведение концентраций ионов малорастворимого электролита превысит величину его произведения растворимости при данной температуре. Когда ионное произведение станет равным величине ПР, выпадение осадка прекращается. Зная объем и концентрацию смешиваемых растворов, можно рассчитать, будет ли выпадать осадок образующейся соли.

То есть, если $[Ag^+][Cl^-] < ПР_{AgCl}$, то раствор не насыщен.

Для насыщенного раствора $[Ag^+]\,[Cl^-] = ПР_{AgCl}$.

В том случае, когда $[Ag^+]\,[Cl^-] > ПР_{AgCl}$, то раствор перенасыщен, и из него начнет выпадать осадок малорастворимого электролита.

Труднорастворимый электролит с достаточно большой величиной ПР нельзя осадить из разбавленных растворов. Для возможно более полного осаждения иона, образующего малорастворимый электролит путем РИО, употребляют *избыток осадителя* (другого участника РИО). Например, осаждаем соль $BaCO_3$:

$$BaCl_2 + Na_2CO_3 = BaCO_3 + 2NaCl.$$

После прибавления эквивалентного количества Na_2CO_3 в растворе остаются ионы Ba^{2+}, концентрация которых обусловлена величиной ПР. Повышение концентрации ионов CO_3^{2-}, вызванное прибавлением избытка осадителя (Na_2CO_3), повлечет за собой соответственное уменьшение концентрации ионов Ba^{2+} в растворе, т.е. увеличит полноту осаждения этого иона.

Растворимость труднорастворимых электролитов понижается в присутствии других *сильных электролитов, имеющих одноименные ионы*. Если к ненасыщенному раствору $BaSO_4$ понемногу прибавлять раствор Na_2SO_4, то ионное произведение, которое было сначала меньше $ПР_{BaSO4}$ ($1{,}1 \cdot 10^{-10}$), постепенно достигнет ПР и превысит его. Начнется выпадение осадка.

Влияние температуры. ПР является постоянной величиной при постоянной температуре. С увеличением температуры ПР возрастает, поэтому осаждение лучше проводить из охлажденных растворов.

Растворение осадков. Правило произведения растворимости важно для переведения труднорастворимых осадков в раствор. Растворение осадка начинается тогда, когда по какой-либо причине ионное произведение малорастворимого электролита становится меньше величины ПР. Для того, чтобы растворить осадок, в раствор вводят такой электролит, ионы которого могут образовывать малодиссоциированное соединение с одним из ионов труднорастворимого электролита.

Предположим, что надо растворить осадок $BaCO_3$. Раствор, соприкасающийся с этим осадком, насыщен относительно $BaCO_3$. Это означает, что $[Ba^{2+}]\ [CO_3^{2-}] = ПР_{BaCO3}$. Если добавить в раствор кислоту, то ионы H^+ свяжут имеющиеся в растворе ионы CO_3^{2-} в молекулы малодиссоциированной угольной кислоты, разлагающейся с выделением диоксида углерода:

$$2H^+ + CO_3^{2-} = H_2CO_3 = H_2O + CO_2$$

Вследствие этого резко снизится концентрация иона CO_3^{2-}, ионное произведение станет меньше величины $ПР_{BaCO3}$. Раствор окажется ненасыщенным относительно $BaCO_3$, и часть осадка $BaCO_3$ перейдет в раствор. При добавлении достаточного количества кислоты можно весь осадок перевести в раствор. Этим же объясняется растворение труднорастворимых гидроксидов в кислотах.

$$Fe(OH)_3\downarrow + 3HCl = FeCl_3 + 3H_2O$$

Ионы OH^- связываются в малодиссоциированные молекулы H_2O.

Растворение осадка может произойти и в том случае, если один из ионов будет связываться в комплексный ион.

$$AgCl\downarrow + 2NH_4OH \rightleftharpoons [Ag(NH_3)_2]^+ + Cl^- + 2H_2O$$

Примеры решения задач

Задача. Произведение растворимости $ПР_{PbSO4} = 2{,}2 \cdot 10^{-8}$ г/л. Чему равна растворимость $PbSO_4$?

Решение. Обозначим растворимость $PbSO_4$ через X моль/л. Перейдя в раствор, X молей $PbSO_4$ дадут X ионов Pb^{2+} и X ионов SO_4^{2-}, т.е.:

$$[Pb^{2+}] = [SO_4^{2-}] = X$$

$$ПР_{PbSO4} = [Pb^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = X^2$$

$$X = \sqrt{(ПР_{PbSO4})} = \sqrt{(2{,}2 10^{-8})} = 1{,}5\ 10^{-4} \text{ моль/л.}$$

Чтобы перейти к растворимости, выраженной в г/л, найденную величину умножим на молекулярную массу, после чего получим:

$$1{,}5 10^{-4} \cdot 303{,}2 = 4{,}5\ 10^{-2} \text{ г/л.}$$

Задача. Растворимость $CaCO_3$ равна $6{,}9 \cdot 10^{-3}$ г/л. Найти $ПР_{CaCO3}$.

Решение. Молярная масса $M(CaCO_3) = 100{,}9$

Выразим растворимость (S) в молях: $S(CaCO_3) = (6{,}9 \cdot \cdot 10^{-3}) / 100{,}09 = 6{,}9 \cdot 10^{-5}$ моль/л

Так как каждая молекула $CaCO_3$ дает при растворении по одному иону Ca^{2+} и CO_3^{2-}, то $[Ca^{2+}] = [CO_3^{2-}] = 6{,}9 10^{-5}$ моль/л, следовательно,

$ПР_{CaCO3} = [Ca^{2+}] \cdot [CO_3^{2-}] = 6{,}9\ 10^{-5} \cdot 6{,}9\ 10^{-5} = 4{,}8\ 10^{-9}$

Задача. Произведение растворимости хлорида свинца $PbCl_2$ при 25 °С составляет $1{,}6 \cdot 10^{-5}$. Как изменится растворимость этой соли в 1 М растворе HCl по сравнению с чистой водой?

Решение. $PbCl_2 = Pb^{2+} + 2Cl^-$, из одной молекулы при диссоциации получается один катион свинца и 2 хлорид - аниона . Следовательно, если растворимость хлорида свинца - (S), то произведение растворимости

$$ПР_{PbCl2} = [Pb^{2+}] \cdot [Cl^-]^2 = S \cdot (2S)^2 = 4S^3$$

Концентрация насыщенного раствора хлорида свинца в воде составит:

$$S = \sqrt[3]{\frac{ПР}{4}} = 1{,}6 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л.}$$

При расчете растворимости в соляной кислоте следует учесть, что в этом случае концентрация хлорид-ионов определяется не только концентрацией соли, но и концентрацией кислоты, причем концентрацией хлорид – ионов, образующейся из малорастворимого соединения можно пренебречь:

$$[Cl^-] = C_{HCl}$$

$$ПР_{PbCl2} = [Pb^{2+}] \cdot [Cl^-]^2 = S \cdot C_{HCl}{}^2$$

Следовательно, $S = 1{,}6 \cdot 10^{-5} / 1^2 = 1{,}6 \cdot 10^{-5}$

Растворимость по сравнению с чистой водой уменьшилась в 1000 раз.

Задача. Выпадает ли осадок при смешении равных объемов 0,2 М растворов $Pb(NO_3)_2$ и NaCl.

$ПР_{PbCl2} = 1{,}6\ 10^{-5}$.

Решение. При смешении объем раствора возрастает вдвое и концентрация каждого из веществ уменьшится вдвое, т.е. станет 0,1 М или $1 \cdot 10^{-1}$ моль/л. Таковы же будут концентрации Pb^{2+} и Cl^-. Следовательно,

$[Pb^{2+}] \cdot [Cl^-]^2 = 1\ 10^{-1}(1\ 10^{-1})^2 = 1\ 10^{-3}$. Полученная величина превышает $ПР_{PbCl2}$ ($1{,}6\ 10^{-5}$). Поэтому часть соли $PbCl_2$ выпадает в осадок.

Задачи для самостоятельного решения

1. К 10 мл 0,01 М раствора $CaCl_2$ прибавили 10 мл 0,01 М раствора K_2SO_4. Выпадет ли осадок, если $ПР(CaSO_4) = 4*10^{-5}$?
2. $ПР(MgCO_3) = 1{,}0*10^{-5}$. Вычислить $[Mg^{2+}]$ в моль/л и г/л.
3. $ПР(PbJ_2) = 8{,}7*10^{-9}$. Выпадет ли осадок, если смешать равные объёмы 0,002н раствора $Pb(NO_3)_2$ и 0,001 М раствора KJ ?
4. Растворимость $PbBr_2$ равна $2{,}7*10^{-2}$ моль/л. Вычислить ПР $PbBr_2$.
5. Концентрация $[F^-]$ в насыщенном растворе CaF_2 равна $2*10^{-4}$. Найти $ПР(CaF_2)$.

6. ПРBaF_2 при 18 ºС равно 1.7 х 10^{-6}. Вычислить концентрациюионов Ba^{2+} и F^- в насыщенном растворе BaF_2.

7. Определить, образуется ли осадок хлорида свинца $PbCl_2$ при смешивании 0,05М раствора $Pb(NO_3)_2$ с равным объемом

а) 0,05 М раствора KCl

б) 0,5 М раствора KCl

Глава 6. **Оксилительно-восстановительные реакции**

Окислительно-восстановительными реакциями (ОВР) называют реакции, протекающие с изменением степени окисления элементов.

Степени окисления элементов. Окислители и восстановители.

Степень окисления – условный заряд атома, рассчитанный из предположения, что все связи в соединении ионные.

Правила вычисления степени окисления:

1. Сумма степеней окисления всех атомов, входящих в молекулу равно нулю, а всех атомов, составляющих сложный ион – заряду иона.

2. Степень окисления атома в простом веществе равна нулю.

3. Некоторые элементы имеют в соединениях постоянную степень окисления:

Фтор – только –1

Щелочные металлы (Na, K, Li, Rb, Cs) – только +1

Щелочноземельные металлы (Ca, Sr, Ba), Zn, Mg, Be - только +2

Алюминий – только +3.

4. Водород почти во всех соединениях имеет степень окисления +1. Исключение составляют гидриды металлов (NaH, CaH_2 и др.), где степень окисления водорода отрицательна (–1). Кислород почти во всех соединениях имеет степень окисления –2. Исключение составляют фторид кислорода OF_2, (степень окисления кислорода +1) и пероксиды H_2O_2, Na_2O_2 и т.д. (степень окисления кислорода –1).

5. Максимальная положительная степень окисления элемента обычно совпадает с номером его группы в периодической системе. Максимальная отрицательная степень окисления элемента равна максимальной положительной степени окисления минус восемь. Исключение составляют фтор, кислород, железо: их высшая степень окисления выражается числом, значение которого ниже, чем номер группы, к которой они относятся. У элементов подгруппы меди, наоборот, высшая степень окисления больше единицы, хотя они и относятся к I группе.

Во время ОВР происходит обмен электронами: окислитель присоединяет электроны (сам при этом восстанавливается), восстановитель отдает электроны (сам при этом окисляется). Окисление всегда сопровождается восстановлением и наоборот. Число электронов, отдаваемых восстановителем, всегда равно числу электронов, принимаемых окислителем.

Важнейшими окислителями и восстановителями могут быть как простые, так и сложные вещества. Так как окислитель содержит в своем составе элемент, понижающий степень окисления, а восстановитель содержит элемент, степень окисления которого повышается в ходе реакции, окислителями могут быть прежде всего соединения высших ступеней окисления, а восстановителями - низших степеней окисления, присущих данному элементу.

Из простых веществ сильными окислителями являются неметаллы верхней части VI и VII групп периодической системы, за счёт высокой электроотрицательности их атомов. Сильнее всего окислительные свойства выражены у фтора F_2, но в практике чаще пользуются в качестве окислителей кислородом O_2, озоном O_3, хлором Cl_2 и бромом Br_2. К простым веществам – восстановителям относятся водород H_2, углерод С и металлы, из которых на практике чаще применяют алюминий, магний, натрий и цинк.

Из сложных веществ в лабораторной практике наиболее часто используются следующие окислители: перманганат калия $KMnO_4$; дихромат калия $K_2Cr_2O_7$; растворы азотной кислоты HNO_3 различных концентраций; концентрированная серная кислота H_2SO_4; пероксид (перекись) водорода; оксиды марганца (IV) MnO_2, и свинца (IV) PbO_2; смесь концентрированных азотной и соляной кислот (1:3, «царская водка), хлорная кислота $HClO_4$.

Из сложных веществ в лабораторной практике наиболее часто используются следующие восстановители: иодид калия KI; сульфит натрия Na_2SO_3; сульфид натрия Na_2S и сероводород H_2S; хлорид олова $SnCl_2$, монооксид углерода (угарный газ) аммиак NH_3.

Некоторые из этих веществ проявляют как окислительные, так и восстановительные свойства в зависимости от ОВР: CO, H_2O_2, MnO_2, так как содержат элемент в промежуточной степени окисления.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Определите степени окисления всех элементов, входящих в состав следующих веществ:

Номер варианта	Вещества	Номер варианта	Вещества
1	MnO_2, CH_4, Cl_2, $KMnO_4$	11	HF, Zn, H_3PO_4, NH_4Cl
2	H_2O_2, H_2SO_4, I_2, $K_2Cr_2O_7$	12	H_2SO_3, NaH_2SbO_3, Au, $ZnCl_2$
3	NaH, F_2, K_2HPO_4, N_2H_4	13	NH_4HS, P, C_6H_6, $Ba(ClO_4)_2$
4	OF_2, C_2H_6, O_2, K_2MnO_4	14	$NaNO_2$, $Ca(HS)_2$, Ag, PH_3
5	CaH_2, C_2H_4, Br_2, $Fe_2(SO_4)_3$	15	$BaCO_3$, AsH_3, Ca, Na_3SbO_4
6	PbO_2, C_2H_2, O_3, $MnOHNO_3$	16	HNO_3, Xe, $KClO_4$, NH_4OH
7	Na_2O_2, N_2, H_2O, K_2SiO_3	17	$Sn(OH)_2$, $CuCl_2$, K_2S, Mn
8	H_2S, Mg, Na_3SbO_3, $Cr(OH)_3$	18	Al_2S_3, Na_2SO_3, $NaClO$, Se
9	Na_2S, NH_3, H_2, $KHCO_3$	19	$NaClO_2$, Al_4C_3, He, $Bi(NO_3)_3$,
10	AlP, CO, HCl, NH_4NO_3	20	$NaHSO_3$, Si, Na_3AsO_3, $Cr(OH)_3$

2. В каких из перечисленных соединений хлор может проявлять только окислительные свойства: $NaCl$, $NaClO$, HCl, $KClO_3$, $NaClO_4$, Cl_2O_7, $HClO_2$?

3. В каких из перечисленных соединений азот может проявлять только восстановительные свойства: $NaNO_2$, NO, N_2O_3, N_2H_4, N_2O, HNO_3, N_2O_5, NH_4NO_3, NH_3, NH_4Cl?

4. В каких из перечисленных соединений сера может быть как окислителем, так и восстановителем: H_2SO_4, $Ca(HS)_2$, H_2S, Na_2SO_3, Na_2S, SO_2, $Na_2S_2O_3$, SO_3, SO?

Классификация окислительно–восстановительных реакций

Окислительно-восстановительные реакции обычно разделяют на три типа: межмолекулярные, внутримолекулярные и реакции диспропорционирования (самоокисления-самовосстановления). Иногда в эту классификацию добавляют четрветрый тип – реакции конпропорционирования.

1) Межмолекулярные реакции протекают с изменением степени окисления атомов, которые находятся в различных молекулах. Например:

$$2\ Al + Fe_2O_3 \xrightarrow{t^o} Al_2O_3 + 2\ Fe,$$

$$C + 4\ HNO_{3(конц)} = CO_2 \uparrow + 4\ NO_2 \uparrow + 2\ H_2O.$$

2) К внутримолекулярным реакциям относятся такие реакции, в которых окислитель и восстановитель входят в состав одной и той же молекулы, например:

$$2Cu(NO_3)_2 \xrightarrow{t^o} 2CuO + 4NO_2 + O_2\uparrow$$

$$2\ KNO_3 \xrightarrow{t^o} 2\ KNO_2 + O_2\uparrow.$$

3) В реакциях диспропорционирования (самоокисления-самовосстановления) один и тот же элемент является и окислителем, и восстановителем:

$$Cl_2 + 2\ KOH \xrightarrow{\text{на холоду}} KCl + KClO + H_2O,$$

$$2\ NO_2 + 2\ NaOH \rightarrow NaNO_2 + NaNO_3 + H_2O.$$

4) В реакциях конпропорционирования один и тот же химический элемент, имеющий разные степени окисления, в результате приводится к единой степени окисления:

$$NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + 2H_2O$$

$$NH_4NO_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$$

Вопросы для самостоятельной работы

1. Какие из перечисленных веществ могут вступать в реакции диспропорционирования: HNO_3, HNO_2, H_2SO_4, NH_4NO_3, Br_2, H_2O_2, CaH_2?

2. Является ли реакция разложения перманганата калия реакцией диспропорционирования? $2\ KMnO_4 \xrightarrow{t^o} K_2MnO_4 + MnO_2 + 2O_2\uparrow$

Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций. Метод электронного баланса

Для составления уравнений ОВР используются два метода: метод электронного баланса и метод полуреакций (электронно-ионного баланса). При

использовании любого из этих методов прежде всего необходимо определить окислитель и восстановитель, рассчитав степени окисления всех элементов в левой и правой частях уравнения. Затем записать отдельно процесс окисления и процесс восстановления, соблюдая принцип электронного баланса: число электронов, отданных восстановителем, должно быть равно числу электронов, принятых окислителем.

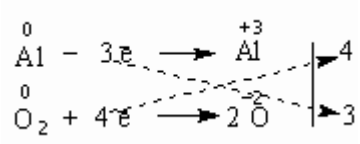
Метод электронного баланса универсален, он позволяет определить коэффициенты реакциях, протекающих как в растворах, так и без растворителя, в веществах в любых агрегатных состояниях. Он удобен для написания реакций термического разложения, взаимодействия двух простых веществ

Пример 1. $Al + O_2 \rightarrow Al_2O_3$

Определим степени окисления:

$$\overset{0}{Al} + \overset{0}{O_2} = \overset{+3\ -2}{Al_2O_3}$$

Алюминий отдает электроны (приобретает положительную степень окисления), а кислород – принимает электроны (приобретает отрицательную степень окисления). Чтобы получить степень окисления +3, атом алюминия должен отдать 3 электрона. Молекула кислорода, чтобы превратиться в кислородные атомы со степенью окисления –2, должна принять 4 электрона:



Чтобы количество отданных и принятых электронов выровнялось, первое уравнение надо умножить на 4, а второе – на 3. Для этого достаточно переместить числа отданных и принятых электронов против верхней и нижней строчки так, как показано на схеме вверху.

Если теперь в уравнении перед восстановителем (Al) мы поставим найденный нами коэффициент 4, а перед окислителем (O_2) – найденный нами коэффициент 3, то количество отданных и принятых электронов выравнивается и становится равным 12. Электронный баланс достигнут. Видно, что перед продуктом реакции Al_2O_3 необходим коэффициент 2. Теперь уравнение окислительно-восстановительной реакции уравнено:

$$4Al + 3O_2 = 2Al_2O_3$$

Пример 2. $(NH_4)_2Cr_2O_7 \xrightarrow{t^o} N_2 + Cr_2O_3 + H_2O$

Определим степени окисления:

$$\overset{-3+1}{(NH_4)_2}\ \overset{+6}{Cr_2}\ \overset{-2}{O_7} = \overset{0}{N_2} + \overset{+3}{Cr_2}\overset{-2}{O_3} + \overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O}$$

Азот отдаёт электроны, хром получает.

$$2N^{-3} - 6\bar{e} = N_2^0$$
$$2Cr^{+6} + 6\bar{e} = 2\ Cr^{+3}$$

Число электронов отданных и принятых одинаково, электронный баланс достигнут. Видно, что перед продуктом реакции H_2O необходим коэффициент 4. Теперь уравнение окислительно-восстановительной реакции уравнено:

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 \xrightarrow{t^o} N_2\uparrow + Cr_2O_3 + 4\ H_2O$$

Пример 3. $Hg(NO_3)_2 \rightarrow Hg + NO_2 + O_2$

Определим степени окисления:

$$\overset{+2}{Hg}\ \ \overset{+5}{(N}\ \overset{-2}{O_3)_2} = \overset{0}{Hg} + \overset{+4}{N}\overset{-2}{O_2} + \overset{0}{O_2}$$

Кислород отдаёт электроны, ртуть и азот получают, здесь вместо привычных двух участников обмена электронами их сразу три:

$$2O^{-2} - 4\bar{e} = O_2^0$$
$$2N^{+5} + 1\ \bar{e} = 2\ N^{+4}$$
$$Hg^{+2} + 2\ \bar{e} = Hg^0$$

Число электронов отданных и принятых одинаково, электронный баланс достигнут. Видно, что перед продуктом реакции NO_2 необходим коэффициент 2. Теперь уравнение окислительно-восстановительной реакции уравнено:

$$Hg(NO_3)_2 \rightarrow Hg + 2NO_2 + O_2$$

Задания для самостоятельной работы

1. Расставьте коэффициенты уравнениях реакций разложения методом электронного баланса (по вариантам). Укажите окислитель и восстановитель:

Номер варианта	Схема реакции	Номер варианта	Схема реакции
1	$Mn(NO_3)_2 \rightarrow MnO_2 + NO_2$	11	$BaO_2 \rightarrow BaO + O_2$
2	$K_2MnO_4 \rightarrow K_3MnO_4\ MnO_2 + O_2$	12	$AgNO_3 \rightarrow Ag + NO_2 + O_2$
3	$Zn(NO_3)_2 \rightarrow ZnO + NO_2 + O_2$	13	$FeSO_4 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_2 + SO_3$
4	$K_2Cr_2O_7 \rightarrow O_2 + Cr_2O_3 + K_2CrO_4$	14	$KClO_4 \rightarrow KCl + O_2$
5	$Fe(NO_3)_2 \rightarrow Fe_2O_3 + NO_2 + O_2$	15	$CdSO_3 \rightarrow CdSO_4 + CdS$
6	$KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$	16	$HNO_3 \rightarrow H_2O + NO_2 + O_2$
7	$Fe(NO_3)_2 \rightarrow Fe_2O_3 + NO_2 + O_2$	17	$NaClO_2 \rightarrow NaClO_3 + NaCl$
8	$HNO_2 \rightarrow NO + NO_2 + H_2O$	18	$KClO_3 \rightarrow KCl + O_2$
9	$Co(NO_3)_2 \rightarrow CoO + NO_2 + O_2$	19	$SnSO_4 \rightarrow SnO_2 + SO_2$
10	$LiNO_3 \rightarrow Li_2O + NO_2 + O_2$	20	$Ni(NO_3)_2 \rightarrow Ni(NO_2)_2 + O_2$

2. Расставьте коэффициенты уравнениях реакций замещения методом электронного баланса (по вариантам). Укажите окислитель и восстановитель:

Номер варианта	Схема реакции	Номер варианта	Схема реакции
1	$Fe_2O_3 + C \rightarrow CO_2 + Fe$	11	$Zn + AgNO_3 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + Ag$
2	$KBr + Cl_2 \rightarrow KCl + Br_2$	12	$Al_2O_3 + Mg \rightarrow MgO + Al$
3	$Fe_2O_3 + H_2 \rightarrow H_2O + Fe$	13	$MnO_2 + Al \rightarrow Al_2O_3 + Mn$
4	$Al + H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2$	14	$H_2S + Br_2 \rightarrow S + HBr$
5	$O_2 + HI \rightarrow H_2O + I_2$	15	$CuCl_2 + Cr \rightarrow Cu + CrCl_3$
6	$Al + CuSO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + Cu$	16	$Mg + SiO_2 \rightarrow MgO + Si$
7	$Ca + H_2O \rightarrow H_2 + Ca(OH)$	17	$NaI + Cl_2 \rightarrow NaCl + I_2$
8	$TiO_2 + Mg \rightarrow MgO + Ti$	18	$Na + H_2O \rightarrow H_2 + NaOH$
9	$Al + FeO \rightarrow Al_2O_3 + Fe$	19	$KClO_3 + I_2 \rightarrow KIO_3 + Cl_2$
10	$KI + Br_2 \rightarrow KBr + I_2$	20	$Al + H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + H_2$

Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций. Метод электронно - ионного баланса (метод полуреакций).

Метод полуреакций применим преимущественно для реакций в растворах, зато он позволяет определить коэффициенты не только у окислителя и восстановителя, но и вещества, определяющего среду раствора (кислота, щёлочь, вода), и более удобен для тех реакций, где участвуют органические молекулы. От метода электронного баланса он отличается тем, что окисление и восстановление записывают не для отдельных атомов, а для частиц, реально присуствующих в растворе: катионов, анионов, молекул. Сильные электролиты записываются в виде ионов, слабые электролиты, газы, нерастворимые вещества – в виде молекул. Для материального баланса по кислороду и водороду используются ионы H^+ или OH^- и молекулы воды. При использовании этого метода, кроме алгоритма составления полуреакций, необходимо придерживаться нескольких правил:

1. В кислой среде ни в левой, ни в правой части не должно быть ионов OH^- . Уравнивание осуществляется за счет ионов H^+ и молекул воды.
2. В щелочной среде ни в левой, ни в правой части не должно быть ионов H^+. Уравнивание осуществляется за счет ионов OH^- и молекул воды.
3. В нейтральной среде ни ионов H^+, ни OH^-в левой части быть не должно. Однако в правой части среди продуктов реакции они могут появиться.

Алгоритм подбора коэффициентов в уравнениях ОВР методом ионно-электронного баланса:

1. Составить молекулярную схему реакции с указанием исходных веществ и продуктов реакции.

2. Составить полную ионно-молекулярную схему реакции, записывая слабые электролиты, малорастворимые, нерастворимые и газообразные вещества в молекулярном виде, а сильные электролиты – в ионном.

3. Исключив из ионно-молекулярной схемы ионы, не изменяющиеся в результате реакции (без учета их количества), переписать схему в кратком ионно-молекулярном виде.

4. Отметить элементы, изменяющие в результате реакции степень окисления; найти окислитель, восстановитель, продукты восстановления, окисления.

5. Составить схемы полуреакций окисления и восстановления, для этого:

а) указать восстановитель и продукт окисления, окислитель и продукт восстановления;

б) уравнять число атомов каждого элемента в левой и правой частях полуреакций (выполнить баланс по элементам) в последовательности: элемент, изменяющий степень окисления, кислород, другие элементы; при этом следует помнить, что в водных растворах в реакциях могут участвовать молекулы H_2O, ионы H^+ или OH^- в зависимости от характера среды:

Процесс	Кислая среда	Нейтральная среда	Щелочная среда
Связывание избытка кислорода	$O^{-2}+2H^+ =H_2O$	$O^{-2}+H_2O=2OH^-$	$O^{-2}+H_2O=2OH^-$
Восполнение недостатка кислорода	$H_2O= O^{-2}+2H^+$	$H_2O = O^{-2}+2H^+$	$2OH^-=O^{-2}+H_2O$

в) уравнять суммарное число зарядов в обеих частях полуреакций; для этого прибавить или отнять в левой части полуреакций необходимое число электронов (баланс по зарядам).

6. Найти наименьшее общее кратное (НОК) для числа отданных и полученных электронов.

7. Найти основные коэффициенты при каждой полуреакции. Для этого полученное в п.6 число (НОК) разделить на число электронов, фигурирующих в данной полуреакции.

8. Умножить полуреакции на полученные основные коэффициенты, сложить их между собой: левую часть с левой, правую – с правой (получить ионно-молекулярное уравнение реакции). При необходимости “привести подобные” ионы с учетом взаимодействия между ионами водорода и гидроксид-ионами: $H^+ + OH^- = H_2O$.

9. Расставить коэффициенты в молекулярном уравнении реакции.

10. Провести проверку по частицам, не участвующим в ОВР, исключенным из полной ионно-молекулярной схемы (п.3). При необходимости коэффициенты для них находят подбором.

11. Провести окончательную проверку по кислороду.

Пример 3. В кислой среде:

$K_2Cr_2O_7 + KJ + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + J_2 + H_2O + K_2SO_4$

$3 \quad 2J^- - 2\bar{e} = J_2$

$1 \quad Cr_2O_7^{2-} + 6\bar{e} + 14H^+ = 2Cr^{+3} + 7H_2O$

Суммарное молекулярное уравнение реакции:

$K_2Cr_2O_7 + 6KJ + 7H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3J_2 + 7H_2O + 4K_2SO_4$

Пример 4. В щелочной среде:

$KCrO_2 + KClO_4 + KOH \rightarrow K_2CrO_4 + KCl + H_2O$

$8 \quad CrO_2^- - 3\bar{e} + 4OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + 2H_2O$

$3 \quad ClO_4^- + 8\bar{e} + 4H_2O \rightarrow Cl^- + 8OH^-$

Суммарное молекулярное уравнение реакции

$8KCrO_2 + 3KClO_4 + 8KOH \rightarrow 8K_2CrO_4 + 3KCl + 4H_2O$

Пример 5. В нейтральной среде:

$KMnO_4 + MnSO_4 + H_2O \rightarrow MnO_2 + K_2SO_4 + H_2SO_4$

$3 \quad Mn - 2\bar{e} + 2H_2O = MnO_2 + 4H^+$

$2 \quad MnO_4 + 3\bar{e} + 2H_2O = MnO_2 + 4OH^-$

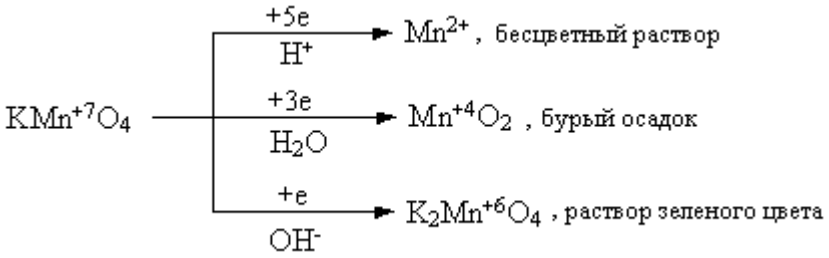
Суммарное молекулярное уравнение реакции:

$2KMnO_4 + 3MnSO_4 + 2H_2O = 5MnO_2 + K_2SO_4 + 2H_2SO_4$

Примеры некоторых часто используемых ОВР:

1) Окислительно-восстановительные реакции с участием перманганата калия

В зависимости от среды (кислая, нейтральная, щелочная) перманганат калия, выступая в качестве окислителя, дает различные продукты восстановления:



Ниже приведены реакции $KMnO_4$ с сульфидом калия в качестве восстановителя в различных средах В этих реакциях продуктом окисления сульфид-иона является свободная сера. В щелочной среде молекулы КОН не принимают участие в реакции, а лишь определяют продукт восстановления перманганата калия.

$$5\ K_2S + 2\ KMnO_4 + 8\ H_2SO_4 = 5\ S\downarrow + 2\ MnSO_4 + 6\ K_2SO_4 + 8\ H_2O,$$

$$3\ K_2S + 2\ KMnO_4 + 4\ H_2O \rightarrow 2\ MnO_2\downarrow + 3\ S\downarrow + 8\ KOH,$$

$$K_2S + 2\ KMnO_4 \xrightarrow{-(KOH)} 2\ K_2MnO_4 + S\downarrow.$$

2) Окислительно-восстановительные реакции с участием дихромата калия

В кислой среде дихромат калия является сильным окислителем. Смесь $K_2Cr_2O_7$ и концентрированной H_2SO_4 (хромпик, хромовая смесь) широко используется в лабораторной практике в качестве окислителя. Взаимодействуя с восстановителем одна молекула дихромата калия принимает шесть электронов, образуя соединения трехвалентного хрома:

$$6\ FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7\ H_2SO_4 = 3\ Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7\ H_2O;$$

$$6\ KI + K_2Cr_2O_7 + 7\ H_2SO_4 = 3\ I_2\downarrow + Cr_2(SO_4)_3 + 4\ K_2SO_4 + 7\ H_2O.$$

3) Окислительно-восстановительные реакции с участием пероксида водорода

Пероксид водорода и нитрит калия проявляют преимущественно окислительные свойства:

$$H_2S + H_2O_2 = S\downarrow + 2\ H_2O,$$

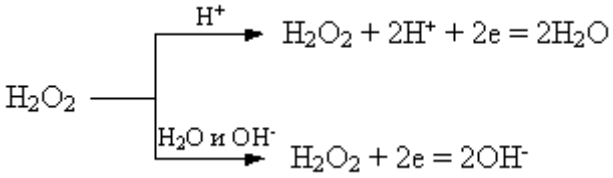
$$2\ KI + 2\ KNO_2 + 2\ H_2SO_4 = I_2\downarrow + 2\ K_2SO_4 + H_2O,$$

Однако, при взаимодействии с сильными окислителями (такими как, например, $KMnO_4$), пероксид водорода и нитрит калия выступают в качестве восстановитеей:

$$5\ H_2O_2 + 2\ KMnO_4 + 3\ H_2SO_4 = 5\ O_2 + 2\ MnSO_4 + K_2SO_4 + 8\ H_2O,$$

$$5\ KNO_2 + 2\ KMnO_4 + 3\ H_2SO_4 = 5\ KNO_3 + 2\ MnSO_4 + K_2SO_4 + 3\ H_2O.$$

Пероксид водорода в зависимости от среды восстанавливается по-разному:



При этом в результате реакций образуется вода или гидроксид-ионы:

$$2\ FeSO_4 + H_2O_2 + H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + 2\ H_2O,$$

$$2\ KI + H_2O_2 = I_2\downarrow + 2\ KOH.$$

Задания для самостоятельной работы

Расставьте коэффициенты уравнениях методом полуреакций. Укажите окислитель и восстановитель.

Вариант 1.

1) $Zn + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow ZnSO_4 + SO_2\uparrow + H_2O$

2) $Br_2 + KOH \rightarrow KBr + KBrO_3 + H_2O$

3) $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 + H_2O_2 \rightarrow O_2\uparrow + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$

4) $C_3H_6 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow MnO_2\downarrow + C_2H_6(OH)_2 + KOH$

Вариант 2

1) $Zn + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow ZnSO_4 + S\downarrow + H_2O$

2) $S + KOH \rightarrow K_2S + K_2SO_3 + H_2O.$

3) $BaS + HNO_{3(конц.)} \rightarrow Ba(NO_3)_2 + S\downarrow + NO_2\uparrow + H_2O$

4) $CH_2{=}C(CH_3)_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + CH_3(CO)CH_3 + H_2O + CO_2\uparrow$

Вариант 3

1) $Zn + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow ZnSO_4 + H_2S\uparrow + H_2O$

2) $NO_2 + NaOH \rightarrow NaNO_2 + NaNO_3 + H_2O$

3) $CrCl_3 + Cl_2 + H_2O \rightarrow K_2Cr_2O_7 + HCl$

4) $CH_3C{=}C(CH_3)_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + CH_3(CO)CH_3 + H_2O + CH_3COOH$

Вариант 4

1) $Al + H_2SO_{4(конц., гор.)} \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2S\uparrow + H_2O$

2) $AuCl_3 + H_2O_2 + KOH \rightarrow Au + H_2O + O_2\uparrow + KCl$

3) $KMnO_4 + Fe(OH)_2 + H_2O \rightarrow MnO_2\downarrow + Fe(OH)_3\downarrow + KOH$

4) $C_5H_{10} + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O + C_2H_5COOH + CH_3COOH$

Вариант 5

1) $Ag + H_2SO_{4(конц., гор.)} \rightarrow Ag_2SO_4\downarrow + SO_2\uparrow + 2H_2O$

2) $NH_4HS + HNO_{3(конц.)} \rightarrow S\downarrow + 2NO_2\uparrow + NH_4NO_3 + 2H_2O$

3) $MnSO_4 + H_2O_2 + KOH \rightarrow MnO_2\downarrow + K_2SO_4 + H_2O$

4) $C_6H_{12} + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O + C_2H_5COOH$

Вариант 6

1) $Bi + H_2SO_4 \rightarrow Bi_2(SO_4)_3 + SO_2\uparrow + H_2O$

2) $CuS + HNO_3 \rightarrow NO_2\uparrow + CuSO_4 + H_2O$

3) $C + H_2SO_{4(конц.)} + K_2Cr_2O_{7(конц.)} \rightarrow CO_2\uparrow + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$

4) $HCOH + NaOH + I_2 \rightarrow HCOONa + NaI + H_2O$

Вариант 7

1) $Ag + HNO_{3(разб.)} \rightarrow AgNO_3 + NO\uparrow + H_2O$

2) $Cr_2(SO_4)_3 + Br_2 + KOH \rightarrow K_2CrO_4 + KBr + K_2SO_4 + H_2O$

3) $Br_2 + S + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + HBr$

4) $CH_3C{\equiv}CCH_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + CH_3COOH + H_2O$

Вариант 8

1) $Ba + HNO_{3(разб.)} \rightarrow Ba(NO_3)_2 + N_2O\uparrow + H_2O$

2) $MnO_2 + HCl \rightarrow MnCl_2 + H_2O + Cl_2\uparrow$

3) $As_2O_3 + NaOH + NaNO_3 \rightarrow Na_3AsO_4 + NaNO_2 + H_2O$

4) $C_6H_5\text{-}CH_3 + KMnO_4 \rightarrow C_6H_5COOK + KOH + MnO_2\downarrow + H_2O$

Вариант -9

1) $Be + HNO_{3(разб., гор.)} \rightarrow Be(NO_3)_2 + NO\uparrow + H_2O$

2) $P + H_2SO_4 \rightarrow H_3PO_4 + SO_2\uparrow + H_2O$

3) $Bi(NO_3)_3 + NaClO + NaOH_{(конц.)} \rightarrow NaBiO_3\downarrow + NaNO_3 + NaCl + H_2O$

4) $C_6H_5\text{-}C_2H_5 + KMnO_4 \rightarrow C_6H_5COOK + K_2CO_3 + MnO_2 + H_2O$

Вариант 10

1) $Cd + HNO_{3(конц.)} \rightarrow Cd(NO_3)_2 + NO_2\uparrow + 2H_2O$

2) $AlBr_{3(тверд.)} + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + Br_2 + SO_2\uparrow + H_2O$

3) $AsH_3 + NaOH_{(разб.)} + NaClO \rightarrow Na_3AsO_4 + NaCl + H_2O$

4) $C_6H_5\text{-}CH_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + C_6H_5\text{-}COOH + H_2O$

Вариант 11

1) $Ca + HNO_{3(разб.)} \rightarrow Ca(NO_3)_2 + N_2O\uparrow + H_2O$

2) $NH_4I_{(тверд.)} + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow I_2\downarrow + H_2S\uparrow + H_2O + NH_4HSO_4$

3) $Bi(OH)_3 + KOH_{(конц.)} + KMnO_4 \rightarrow KBiO_3\downarrow + K_2MnO_4 + H_2O$

4) $C_6H_5\text{-}CH(CH_3)_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + C_6H_5\text{-}COOH + H_2O + CO_2\uparrow$

Вариант 12

1) $Ba + HNO_{3(оч.\ разб.)} \rightarrow Ba(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + H_2O$

2) $Au_2S_3 + HNO_{3(конц.)} \rightarrow Au\downarrow + H_2SO_4 + NO_2\uparrow + H_2O$

3) $HBrO_3 + H_2O + S \rightarrow HBr + H_2SO_4$

4) $C_6H_5\text{-}CH_3 + K_2Cr_2O_4 + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + C_6H_5\text{-}COOH + H_2O$

Вариант 13

1) $Bi + HNO_{3(разб.)} \rightarrow Bi(NO_3)_3 + NO\uparrow + H_2O$

2) $PbO_2 + HCl \rightarrow PbCl_2 + Cl_2 + H_2O$

3) $AsH_3 + H_2O + AgNO_3 \rightarrow As_2O_3\downarrow + Ag\downarrow + HNO_3$

4) $CH_3{\equiv}CCH_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + CH_3COOH + H_2O + CO_2$

Вариант 14

1) $Cd + HNO_{3(конц.)} \rightarrow Cd(NO_3)_2 + NO_2\uparrow + H_2O$

2) $C_2N_2 + KOH \rightarrow KCN + KCNO + H_2O$

3) $H_2SO_3 + I_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + HI$

4) $C_4H_8 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + CO_2\uparrow + H_2O + C_2H_5COOH$

Вариант 15

1) $Cu + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2\uparrow + H_2O$

2) $AlP + HNO_{3(конц.,\ гор.)} \rightarrow Al(NO_3)_3 + H_3PO_4 + NO_2\uparrow + H_2O$

3) $Br_2 + SO_2 + H_2O \rightarrow HBr + H_2SO_4$

4) $C_2H_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + CO_2\uparrow + H_2O$

Вариант 16

1) $Cu + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO + H_2O$

2) $H_2Cr_2O_7 + H_2O_2 \rightarrow H_2CrO_6 + H_2O.$

3) $Si + NaOH + H_2O \rightarrow Na_2SiO_3 + H_2\uparrow$

4) $C_2H_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + CO_2\uparrow + H_2O$

Вариант 17

1) $As + H_2SO_{4(конц.,\ гор.)} \rightarrow As_2O_3\downarrow + SO_2\uparrow + H_2O$

2) $B_2S_3 + HNO_{3(конц.)} \rightarrow H_3BO_3\downarrow + H_2SO_4 + NO_2\uparrow + H_2O$

3) $SiH_4 + NaOH + H_2O \rightarrow Na_2SiO_3 + H_2\uparrow$

4) $C_6H_5\text{-}CH(CH_3)_2 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow MnO_2\downarrow + C_6H_5COOK + K_2CO_3 + KOH$

Вариант 18

1) $Fe + H_2SO_{4(конц.)} \overset{\circ}{\rightarrow} Fe_2(SO_4)_3 + SO_2\uparrow + H_2O$

2) $I_2 + H_2O_2 \rightarrow HIO_3 + H_2O$

3) $B + KOH + H_2O \rightarrow KBO_2 + H_2\uparrow$

4) $C_3H_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + CH_2(COOH)_2 + H_2O$

Вариант 19

1) $As + HNO_{3(конц.)} \rightarrow H_3AsO_4 + NO_2\uparrow + H_2O$

2) $K_2C_2O_4 + H_2SO_4 \rightarrow KHSO_4 + CO\uparrow + CO_2\uparrow + H_2O$

3) $Pb(CH_3COOH)_2 + CaOCl_2 + H_2O \rightarrow PbO_2\downarrow + CaCl_2 + CH_3COOH$

4) $CH_3COCH_3 + I_2 + NaOH \rightarrow CHI_3 + CH_3COONa + NaI + H_2O$

Вариант 20

1) $C + HNO_{3(конц., гор.)} \rightarrow CO_2\uparrow + NO_2\uparrow + H_2O$

2) $HBr_{(конц.)} + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow Br_2 + SO_2\uparrow + H_2O$

3) $AgNO_3 + NaOH + H_2O_2 \rightarrow Ag\downarrow + NaNO_3 + H_2O + O_2\uparrow$

4) $KMnO_4 + (COOH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + CO_2\uparrow + K_2SO_4 + H_2O$

Дополнительные уравнения

1. $Au_2S_3 + HNO_{3(конц.)} \rightarrow Au\downarrow + H_2SO_4 + NO_2\uparrow + H_2O$
2. $As_2S_3 + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow As_2O_3\downarrow + SO_2\uparrow + H_2O$
3. $HNO_3 + Cu_2S \rightarrow NO_2\uparrow + H_2O + CuSO_4 + Cu(NO_3)_2$
4. $SiC + NaOH + O_2 \rightarrow Na_2SiO_3 + H_2O + Na_2CO_3$
5. $Bi(NO_3)_3 + Na_2O_2 + NaOH \rightarrow NaBiO_3 + NaNO_2 + H_2O + O_2$
6. $AgCN + HNO_{3(конц., гор.)} \rightarrow AgNO_3 + NO_2\uparrow + NH_4NO_3 + CO_2\uparrow$
7. $Al + NaOH + 6H_2O \rightarrow Na[Al(OH)_4] + H_2$
8. $Au + HCl + HNO_3 \rightarrow H[AuCl_4] + NO + H_2O$
9. $[Co(H_2O)_6]^{2+} + NH_3 + O_2 + H^+ \rightarrow [Co(NH_3)_6]^{3+} + H_2O.$
10. $Au + NaCN + H_2O + O_2 \rightarrow Na[Au(CN)_2] + NaOH$
11. $Pt + HNO_3 + HCl \rightarrow H_2[PtCl_6] + NO + H_2O$
12. $Na[Au(CN)_2] + Zn \rightarrow Na_2[Zn(CN)_4] + Au$
13. $Fe + C_6H_5COONa + H_2O + O_2 \rightarrow [Fe(C_6H_5COOH)_6](OH)_3 + NaOH$

Направление протекания окислительно-восстановительных реакций

Направление протекания ОВР в водном растворе устанавливается в стандартных условиях по значениям **стандартных потенциалов** φ° полуреакций восстановления:

Окисленная форма + ne^- → Восстановленная форма

Окислительно-восстановительные реакции протекают самопроизвольно, если разность стандартных электродных потенциалов окислителя и восстановителя, или э.д.с. окислительно-восстановительной реакции $\Delta E > 0$.

Стандартные условия протекания реакции: температура 298,15 К, давление в системе при отсутствии газообразных реагентов или продуктов 1 атмосфера (101325 Па), парциальное давление каждого газообразного реагента или продукта при их наличии 1 атмосфера. Стандартная концентрация каждой окисленной и восстановленной формы в растворе 1 моль/л. Стандартные потенциалы измеряют по отношению к стандартному водородному электроду, потенциал которого условно принят равным нулю.

Если значение φ° для окислительно-восстановительной пары, отрицательное, например

$Zn^{2+} + 2\,e^- \rightarrow Zn$; φ° = – 0,763 В

то реакция, в которой Zn^{2+} – окислитель и H_2 – восстановитель, характеризуется отрицательным значением разности стандартных потенциалов соответствующих пар.

$Zn^{2+} + H_{2(г)} \rightarrow Zn + 2\,H^+_{(р)}$ $\varphi^\circ_{Ок} - \varphi^\circ_{Вс} = -0{,}763 - (0) = -0{,}763$ В.

Направление ОВР определяет окислитель, у которого значение электродного потенциала больше. На практике самопроизвольно осуществляется обратный процесс: $Zn + 2\,H^+_{(р)} \rightarrow Zn^{2+} + H_{2(г)}$ $\varphi^\circ_{Ок} - \varphi^\circ_{Вс} = 0 - (-0{,}763) = +0{,}763$ В

Для положительных значений φ°, например пары Cu^{2+} / Cu

$Cu^{2+} + 2\,e^- = Cu$; φ° = + 0,338 В

реакция

$Cu^{2+} + H_{2(г)} = Cu + 2\,H^+_{(р)}$ $\varphi^\circ_{Ок} - \varphi^\circ_{Вс} = +0{,}338 - (0) = +0{,}338$ В

где 2 $H^+_{(р)}$ – окислитель и H_2 – восстановитель, характеризуется положительным значением разности потенциалов, и может протекать самопроизвольно.

Пример 1. Установить, в каком направлении возможно самопроизвольное протекание реакции

$2NaCl + Fe_2(SO_4)_3 \leftrightarrow 2FeSO_4 + Cl_2 + Na_2SO_4$

Запишем уравнения электронного баланса и стандартные электродные потенциалы электрохимических систем, участвующих в реакции :

$Cl_2 + 2e^- = 2Cl^-$, $\varphi_1^o = 1{,}36$ В;

$Fe^{3+} + e^- = Fe^{2+}$, $\varphi_2^o = 0{,}77$ В .

Поскольку $\varphi_1^o > \varphi_2^o$, то окислителем будет служить хлор, а восстановителем - ион Fe^{2+}; рассматриваемая реакция будет протекать так:

$2FeSO_4 + Cl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow 2NaCl + Fe_2(SO_4)_3$

Пример 2. Установить, в каком направлении возможно самопроизвольное протекание реакции

$K_2Cr_2O_7 + 14HCl \leftrightarrow 2CrCl_3 + 3Cl_2 + 7H_2O$

Запишем уравнения электронно-ионного баланса и стандартные электродные потенциалы электрохимических систем, участвующих в реакции:

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e = 2Cr^{3+} + 7H_2O$ $\varphi^o_1 = +1{,}33$ В

$Cl_2 + 2e = 2Cl^-$ $\varphi^o_2 = +1{,}36$ В

Поскольку $\varphi_2^o > \varphi_1^o$, то окислителем будет служить хлор, а восстановителем – бихромат-ион; рассматриваемая реакция будет протекать так::

$2CrCl_3 + 3Cl_2 + 7H_2O \rightarrow K_2Cr_2O_7 + 14HCl$

В примере 1 стандартные электродные потенциалы взаимодействующих электрохимических систем существенно различались, так что направление протекания процесса однозначно определялось значениями φ^o при любых концентрациях реагирующих веществ. В тех случаях, когда сравниваемые

значения φ^o близки (разность не более 0,3 В), направление протекания процесса может изменяться в зависимости от концентраций участников реакции (пример 2).

Величина окислительно-восстановительного потенциала в условиях, отличающихся от стандартных, определяется уравнением Нернста:

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \cdot \ln \frac{[Ox]}{[\mathrm{Re}\, d]},$$

где φ – окислительно-восстановительный потенциал в данных условиях, В;

φ^0 – стандартный окислительно-восстановительный потенциал, В;

R – универсальная газовая постоянная (8.314 Дж/(моль·К));

T – абсолютная температура, K;

n – число электронов, принимающих участие в потенциалопределяющей полуреакции;

F – постоянная Фарадея (F = 96484.56 Кл/моль);

[Ox]– концентрация окисленной формы ионов;

[Red]– концентрация восстановленной формы ионов.

Концентрация твердой фазы принимается за единицу.

Для стандартной температуры 298 К и с переходом от натурального логарифма к десятичному уравнение Нернста будет иметь вид

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{0{,}059}{n} \cdot \lg \frac{[Ox]}{[\mathrm{Re}\, d]},$$

Пример 3. Определить направление возможного самопроизвольного протекания реакции

$$2Hg + 2Ag^+ \leftrightarrow 2Ag + Hg_2^{2+}$$

при стандартной температуре и следующих концентрациях ионов:

а) $[Ag^+] = 10^{-4}$ моль/л , $[Hg_2^{2+}] = 10^{-1}$моль/л;

б) $[Ag^+] = 10^{-1}$моль/л , $[Hg_2^{2+}] = 10^{-4}$моль/л.

Выпишем значения стандартных электродных потенциалов взаимодействующих электрохимических систем:

$Hg_2^{2+} + 2e^- = 2Hg$, $\varphi_1^o = 0{,}79$ В;

$Ag^+ + e^- = Ag$, $\varphi_2^o = 0{,}80$ В.

По уравнению Нернста вычислим значения электродных потенциалов при указанных в условиях задачи концентрациях.

а) $\varphi_1 = \varphi_1^o + 0{,}059/2 \cdot \lg [Hg_2^{2+}] = 0{,}79 + 0{,}030 \lg 10^{-1} = 0{,}79 - 0{,}03 = 0{,}76$ В;

$\varphi_2 = \varphi_2^o + 0{,}059 \cdot \lg [Ag^+] = 0{,}80 + 0{,}059 \lg 10^{-4} = 0{,}80 - 0{,}24 = 0{,}56$ В.

В данном случае $\varphi_1 > \varphi_2$, реакция будет протекать справа налево.

б) $\varphi_1 = 0{,}79 + 0{,}030 \cdot \lg 10^{-4} = 0{,}79 - 0{,}12 = 0{,}67$ В;

$\varphi_2 = 0{,}80 + 0{,}059 \cdot \lg 10^{-1} = 0{,}80 - 0{,}06 = 0{,}74$ В.

Теперь $\varphi_1 < \varphi_2$, и реакция протекает слева направо.

Зависимость окислительной способности некоторых веществ от кислотности среды так же определяется уравнением Нернста. Например, для полуреакции

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4\,H_2O$$

окислительно-восстановительный потенциал можно вычислить по формуле

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{0{,}059}{5} \cdot \lg \frac{[MnO_4^-] \cdot [H^+]^8}{[Mn^{2+}]}, \text{ или}$$

$$\varphi = 1{,}507 + 0{,}012 \cdot \lg \frac{[MnO_4^-]}{[Mn^{2+}]} - 0{,}095pH$$

Потенциалы процесса зависит от pH среды и будет тем больше, чем кислее раствор. Зависимость окислительного потенциала $KMnO_4$ от концентрации ионов водорода пользуются для фракционного окисления анионов галогенидов до свободных галогенов. При pH от 5 до 6 перманганат окисляет только йодиды до йода (не действуя на бромиды и хлориды), при pH = 3 окисляются бромиды, и только при значительно более высокой кислотности окисляются хлориды.

Задания для самостоятельной работы

Обоснуйте возможность самопроизвольного протекания реакций №1 вашего варианта на стр. 16-19, используя Приложение.

Глава 7. Электролиз водных растворов солей

Электролиз – химическая реакция под действием электрического тока.

Устройство, в котором осуществляют электролиз, называется электролизером. Простейший лабораторный электролизер представляет собой U-образную стеклянную трубку, в которую наливают раствор соли, а в колена помещают электроды, присоединенные к источнику постоянного тока. Таким способом достигается частичное разделение катодного и анодного пространства.

На характер и течение электродных процессов при электролизе большое влияние оказывают состав электролита, растворитель, материал электродов и режим электролиза (напряжение, плотность тока, температура и др.). Прежде всего, надо различать электролиз расплавленных электролитов и их растворов. В последнем случае в электродных процессах будут принимать участие молекулы растворителя – воды.

Электрод, присоединенный к отрицательному полюсу внешнего источника постоянного тока (отрицательно заряженный электрод), называется **катодом.** При электролизе к нему будут двигаться положительно заряженные ионы – **катионы.** На катоде происходит процесс присоединения электронов катионами (или атомами, молекулами), то есть **восстановление.**

Положительно заряженный электрод называется **анодом,** к нему движутся отрицательно заряженные частицы – **анионы**, на нем происходит процесс отдачи электронов, то есть **окисление.**

Следует обратить внимание на название электродов: в **гальваническом элементе** отрицательный электрод – анод, а положительный – катод; в **электролизере**, наоборот, отрицательный электрод – катод, а положительный – анод.

Принципиальное различие между реакциями в гальваническом элементе и электролизере заключается только в их направлении и самопроизвольности. В замкнутой цепи гальванического элемента окислительно-восстановительная реакция протекает самопроизвольно, а в электролизере – только под воздействием электрического тока внешнего источника. Общее в этих процессах состоит в том, что как в гальваническом элементе, так и в электролизере на отрицательном

электроде создается избыток электронов, а на положительном – их недостаток. На катоде ионы (или молекулы) восстанавливаются под действием электронов, а на аноде частицы окисляются, отдавая свои электроны электроду.

Используемые электроды могут быть нерастворимыми (инертными, пассивными). К ним относятся угольные или графитовые электроды, а также электроды, изготовленные из металлов, покрытых прочной оксидной пленкой или образующие в данном растворе труднорастворимые соли (платина, титан, иридий, тантал, золото). Растворимые (активные) аноды изготовляются из цинка, кадмия, никеля, олова, свинца, сурьмы, меди, серебра. Они принимают участие в электродных процессах.

Особенности катодных процессов в водных растворах

Рассмотрим процессы, которые могут протекать на катоде при электролизе водных растворов солей:

1. При электролизе к катоду будут двигаться катионы металла, которые могут разряжаться, принимая электроны и восстанавливаясь до металла, осаждающегося на электроде.

$$Me^{n+} + n\,e = Me^0$$

Для этого нужно приложить потенциал, соответствующий стандартному электродному потенциалу этого металла $E^0_{Me^0/Me^{n+}}$ (см. приложение I, табл. 1).

2. Под действием электрического тока молекулы воды, имеющие дипольное строение, будут ориентироваться положительно заряженным концом диполя у катода. При этом они могут восстанавливаться по уравнению:

$$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH$$

На электроде будет выделяться водород, а в прикатодном пространстве появятся гидроксид-ионы. Значение стандартного окислительно-восстановительного потенциала этого процесса $E^0_{H_2/\,2H_2O^-} = 0{,}41$ В при pH=7. Однако, выделение на катоде газообразного водорода затрудняется из-за *перенапряжения* (см. приложение II) и требует большего потенциала: 0,83 В.

Следует иметь в виду, что из двух возможных катодных процессов наиболее вероятно будет протекать тот, который требует наименьшей затраты энергии, то есть тот процесс, у которого алгебраическая величина стандартного электродного потенциала больше.

Руководствуясь рядом значений стандартных электродных потенциалов, можно указать три случая:

1. Катионы металлов, имеющих малую алгебраическую величину стандартного электродного потенциала (от Li^+ до Mn^{2+} включительно, $E^0_{Me^0/Me^{n+}} \leq \leq E^0_{Mn^0/Mn^{2+}} = 1{,}05$ В), обладают меньшей окислительной способностью, чем молекулы воды. Поэтому они не восстанавливаются на катоде, а вместо них восстанавливаются молекулы воды:

$$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-.$$

2. Катионы металлов, имеющих стандартный потенциал меньший, чем у водорода ($E^0_{H_2/2H^+} = 0$ при pH=0), но больший, чем у марганца ($E^0_{Me^0/Me^{n+}} > > E^0_{Mn^0/Mn^{2+}} = 1{,}05$ В) при электролизе восстанавливаются на катоде. И эти металлы могут быть получены электролизом водных растворов их солей. Однако, при этом возможно одновременное восстановление молекул воды:

$$Me^{n+} + n\,e = Me^0$$

$$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-.$$

3. Катионы металлов, имеющие высокие значения электродных потенциалов ($E^0_{Me^0/Me^{n+}} > 0$, от Sb^{3+} до Au^{3+}), при электролизе практически полностью восстанавливаются на катоде:

$$Me^{n+} + n\,e = Me^0.$$

Если к раствору, содержащему катионы различных металлов, приложить постепенно возрастающее напряжение, то электролиз начинается тогда, когда достигается *потенциал осаждения* катиона с самым высоким электродным потенциалом (наиболее положительным). После восстановления этих катионов на катоде начнется выделение катионов другого металла в порядке уменьшения алгебраической величины стандартного электродного потенциала. Таким образом,

при электролизе возможно последовательное выделение металлов из раствора, содержащего смесь катионов различных металлов.

Особенности анодных процессов в водных растворах

Характер реакций, протекающих на аноде, зависит не только от природы электролита, присутствия молекул воды, но и от природы вещества, из которого сделан анод.

В случае ***нерастворимого анода*** возможно протекание следующих процессов:

1. Диполи воды, ориентируясь отрицательно заряженной стороной к аноду, могут окисляться по уравнению:

$$2H_2O - 4e = O_2 + 4H^+.$$

Стандартный окислительно-восстановительный потенциал этого процесса $E^0_{2H_2O/O_2}$ = +1,23 В, но выделение кислорода происходит с перенапряжением при более высоких значениях потенциала (+1,8 В).

2. Может происходить окисление анионов кислотных остатков, которые под действием приложенного напряжения будут двигаться к аноду. Причем окисление будет происходить тем легче, чем меньше алгебраическая величина окислительно-восстановительного потенциала аниона (см. приложение III, табл. 2).

Анионы бескислородных кислот, за исключением фторид-ионов, при их достаточной концентрации окисляются довольно легко, значения их окислительно-восстановительных потенциалов меньше +1,8 В (см. приложение III, табл. 2). Например, $2Br^- \quad 2e = Br_2$ ($E^0_{Br^-/Br_2}$ = +1,09 В). Большинство **анионов кислородсодержащих кислот** (например, SO_4^{2-}, NO_3^-, CO_3^{2-}, PO_4^{3-}), кроме ацетат-иона, в водном растворе не разряжаются. Вместо них в нейтральных и кислых растворах происходит разложение воды: $2H_2O - 4e = O_2 + 4H^+$, а в щелочных растворах окисление гидроксид-ионов $4OH^- - 4e = O_2 + 2H_2O$.

В том случае, когда при электролизе используют металлический **растворимый анод,** наиболее легко будет протекать процесс окисления (растворения) самого анода (см. значения электродных потенциалов металлов, табл. 1): $Me^0 - ne = Me^{n+}$. Одновременно на катоде будет происходить процесс

восстановления ионов металлов. Таким образом, электролиз с растворимым анодом сводится к переносу металла с анода на катод. Этот процесс применяется для очистки металлов (*электрорафинирование*).

Таким образом, при рассмотрении электролиза водных растворов солей, необходимо учитывать, что в процессе может принимать участие как электролит, так и молекулы растворителя. Продукты восстановления и окисления будут **основными** или **первичными** продуктами электролиза, а в прикатодном и прианодном пространствах будут накапливаться **побочные** или **вторичные** продукты. В том случае, когда при электролизе раствора соли в электродных процессах принимает участие только вода, в прикатодном пространстве накапливается щелочь, а в прианодном пространстве – кислота. Если электролиз проводится в химическом стакане или другом подобном сосуде, растворы кислоты и щелочи смешиваются и электролиз сводится к образованию водорода и кислорода за счет разложения воды. Если же катодное и анодное пространства разделить перегородкой – *диафрагмой,* пропускающей ионы-переносчики тока, но препятствующей смешению приэлектродных растворов, то в качестве вторичных продуктов электролиза можно получить растворы кислоты и щелочи.

Примеры решения задач

Рассмотрим несколько примеров электролиза водных растворов солей.

П р и м е р 1. Как протекает электролиз водного раствора хлорида меди (II) с инертными угольными электродами?

1. Рассмотрим состав электролита. Для этого запишем уравнение процесса электролитической диссоциации:

$$CuCl_2 = Cu^{2+} + 2Cl^{-}.$$

2. Определим, какие частицы будут участвовать в **катодном** процессе.

На катоде возможно восстановление ионов меди. Запишем уравнение реакции восстановления и выпишем значение стандартного электродного потенциала (см. приложение I, табл. 1):

$$Cu^{2+} + 2e = Cu^0, \quad E^0_{Cu^0/Cu^{2+}} = +0{,}34 \text{ В}. \qquad (1.1)$$

Поскольку электролизу подвергается **раствор** электролита, на катоде также возможно восстановление молекул воды:

$$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-, \quad E^0_{H_2/2H_2O} = 0{,}41 \div 0{,}83 \text{ В}. \qquad (1.2)$$

Большей окислительной способностью обладают ионы меди (значение стандартного электродного потенциала более положительное), поэтому на катоде будет протекать процесс (1.1).

3. Определим, какие частицы будут участвовать в **анодном** процессе.

На инертном аноде возможно окисление хлорид-ионов и окисление молекул воды. Запишем уравнения соответствующих реакций окисления и выпишем значения их окислительно-восстановительных потенциалов (см. приложение III, табл. 2):

$$2Cl^- \; 2e = Cl_2, \quad E^0_{2Cl^-/Cl_2} = 1{,}36 \text{ В} \qquad (1.3)$$

$$2H_2O - 4e = O_2 + 4H^+, \quad E^0_{2H_2O/O_2} = +1{,}23 \ldots + 1{,}8 \text{ В}. \qquad (1.4)$$

Так как перенапряжение выделения кислорода велико, окисление хлорид-ионов происходит легче (сравните электродные потенциалы: $E^0_{2Cl^-/Cl_2} = 1{,}36$ В $<<$ $E_{2H_2O/O_2} = +1{,}8$ В, потенциала разряжения молекул воды). Следовательно, на аноде будет выделяться хлор (процесс (1.3)).

4. Составим суммарное ионное уравнение и от него перейдем к молекулярному уравнению окислительно-восстановительной реакции, протекающей при электролизе раствора хлорида меди.

Катод (): $Cu^{2+} + 2e = Cu^0$

Анод (+): $2Cl^- \; 2e = Cl_2$

$$Cu^{2+} + 2Cl^- = Cu^0 + Cl_2$$

$$CuCl_2 \xrightarrow{\text{Электролиз}} Cu^0 + Cl_2\uparrow$$

Таким образом, из этого уравнения следует, что в процессе электролиза водного раствора хлорида меди принимает участие только электролит.

П р и м е р 2. Как протекает электролиз водного раствора нитрата цинка с инертными графитовыми электродами?

1. Рассмотрим состав электролита:

$$Zn(NO_3)_2 = Zn^{2+} + 2NO_3^-.$$

2. Определим, какие частицы будут участвовать в **катодном** процессе.

На катоде возможно восстановление ионов цинка и восстановление молекул воды. Для выбора процесса выпишем из таблицы значение стандартного электродного потенциала: $E^0_{Zn^0/\ Zn^{2+}}$ = 0,76 В. По величине E^0 цинк относится к группе металлов, катионы которых участвуют в катодном процессе: $E^0 > 1{,}05$В (потенциала выделения марганца). Одновременно будет происходить восстановление молекул воды. Изменяя условия протекания электролиза, можно добиться преимущественного осаждения металла.

Катод (): $Zn^{2+} + 2\,e = Zn^0$ или только $Zn^{2+} + 2\,e = Zn^0$

$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-$

3. Определим **анодный** процесс. Электроды – инертные, следовательно, на аноде будет протекать окисление анионов кислотных остатков или молекул воды. Ион NO_3^- является анионом кислородсодержащей кислоты. Такие анионы не принимают участие в анодных процессах. Следовательно, на аноде будет протекать окисление молекул воды:

Анод (+): $2H_2O - 4e = O_2 + 4H^+$.

4. Запишем суммарное уравнение электролиза нитрата цинка.

Катод () $Zn^{2+} + 2\,e = Zn^0$

$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-$

Анод (+): $2H_2O - 4e = O_2 + 4H^+$

$$Zn^{2+} + 4\,H_2O = Zn^0 + H_2\uparrow + O_2\uparrow + (2H^+ + 2OH^- = 2H_2O) + 2H^+$$

$$Zn^{2+} + 2\,H_2O = Zn^0 + H_2\uparrow + O_2\uparrow + 2H^+$$

$$Zn(NO_3)_2 + 2\,H_2O \xlongequal{\text{электролиз}} Zn^0 + H_2\uparrow + O_2\uparrow + 2HNO_3$$

или

Катод (-): $Zn^{2+} + 2\,e = Zn^0$ | 2

Анод (+): $2H_2O - 4e = O_2 + 4H^+$ | 1

$$2Zn^{2+} + 2\,H_2O = 2Zn^0 + O_2\uparrow + 4H^+$$

$$2Zn(NO_3)_2 + 2\,H_2O \xlongequal{\text{электролиз}} 2Zn^0 + O_2\uparrow + 4HNO_3$$

Таким образом, путем электролиза раствора нитрата цинка можно получить цинк, кислород и вторичный продукт электролиза – азотную кислоту, которая накапливается в прианодном пространстве.

П р и м е р 3. Как протекает электролиз водного раствора сульфата калия с платиновыми электродами?

1. Рассмотрим состав электролита. Для этого запишем уравнение процесса электролитической диссоциации:

$$K_2SO_4 = 2K^+ + SO_4^{2-}.$$

2. Определим, какие частицы будут участвовать в **катодном** процессе.

На катоде возможно протекание следующих процессов: восстановления ионов калия и восстановления молекул воды. Запишем уравнения реакции восстановления и выпишем значение стандартного электродного потенциала (см. приложение I, табл. 1)

$$K^+ + e = K^0, \qquad E^0_{K^0/K^+} = 2{,}92\ В \qquad (3.1)$$

$$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-, \quad E^0_{H_2/2H_2O} = 0{,}41 \ldots 0{,}83В \qquad (3.2)$$

Так как $E^0_{K^0/K^+} < E^0_{H_2/2H_2O}$, следовательно, ионы калия более слабые окислители, поэтому на катоде будет протекать процесс (3.2).

3. Определим, какие частицы будут участвовать в **анодном** процессе.

Так как анионы кислородсодержащих кислот не принимают участие в электродном процессе, на инертном платиновом аноде будет происходить окисление молекул воды.

$$2H_2O - 4e = O_2 + 4H^+$$

4. Составим суммарное ионное уравнение и от него перейдем к молекулярному уравнению окислительно-восстановительной реакции, протекающей при электролизе раствора сульфата калия.

Катод (-): $2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^- \mid 2$

Анод (+): $2H_2O - 4e = O_2 + 4H^+ \mid 1$

$$6H_2O = 2H_2 + 4OH^- + O_2 + 4H^+$$

Если катодное и анодное пространства не разделены диафрагмой, то при перемешивании ионы H^+ и OH^- взаимодействуют и образуют воду. Поэтому окончательное уравнение будет иметь вид:

$$2\ H_2O \xrightarrow{\text{Электролиз}} 2H_2\uparrow + O_2\uparrow$$

Таким образом, из этого уравнения следует, что процесс электролиза водного раствора сульфата калия сводится к электролизу воды, а количество растворенной соли остается неизменным, ее роль сводится лишь к созданию токопроводящей среды.

П р и м е р 4. Как протекает электролиз водного раствора бромида натрия с инертными иридиевыми электродами?

1. Рассмотрим состав электролита. Для этого запишем уравнение процесса электролитической диссоциации:

$$NaBr = Na^+ + Br$$

2. Определим, какие частицы будут участвовать в **катодном** процессе.

На катоде возможно протекание следующих процессов: восстановления ионов натрия и восстановления молекул воды. Запишем уравнения реакции восстановления и выпишем значение стандартного электродного потенциала (см. приложение I, табл. 1).

$$Na^+ + e = Na^0, \quad E^0_{Na^0/\,Na^+} = 2{,}71\ В \qquad (4.1)$$

$$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-,\ E^0\ H_2/\ 2H_2O = 0{,}41\ \ldots\ 0{,}83\ В \qquad (4.2)$$

Так как $E^0_{Na^0/\,Na^+} < E^0_{H_2/\,2H_2O}$, следовательно, ионы натрия более слабые окислители, поэтому на катоде будет протекать процесс (4.2).

3. Определим, какие частицы будут участвовать в **анодном** процессе.

На инертном аноде возможно окисление бромид-ионов и окисление молекул воды. Запишем уравнения соответствующих реакций окисления и выпишем значения их окислительно-восстановительных потенциалов (см. приложение III, табл. 2).

$$2Br^- - 2e = Br_2 \qquad E^0_{2Br^-/Br_2} = 1{,}36\ В$$

$$2H_2O - 4e = O_2 + 4H^+, \quad E^0_{2H_2O/O_2} = +1{,}23 \quad + 1{,}8\ В$$

Окисление бромид-ионов протекает легче, так как $E^0_{2Br^-/Br_2} < E^0_{2H_2O/O_2}$, следовательно, на аноде будет выделяться бром.

4. Составим суммарное ионное уравнение и от него перейдем к молекулярному уравнению окислительно-восстановительной реакции, протекающей при электролизе раствора бромида калия.

Катод (-): $2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-$

Анод (+): $2Br^- - 2e = Br_2$

$$2H_2O + 2Br^- = H_2 + 2OH^- + Br_2$$

$$2NaBr + 2H_2O \xrightarrow{\text{Электролиз}} H_2\uparrow + Br_2 + 2NaOH$$

Таким образом, при электролизе водного раствора бромида натрия образуется водород, бром и побочный продукт электролиза – щелочь (NaOH).

П р и м е р 5. Как протекает электролиз водного раствора нитрата кадмия $Cd(NO_3)_2$ с анодом из кадмия?

1. Рассмотрим состав электролита. Для этого запишем уравнение процесса электролитической диссоциации:

$$Cd(NO_3)_2 = Cd^{2+} + 2NO_3^-$$

2. Определим, какие частицы будут участвовать в **катодном** процессе.

На катоде возможно восстановление ионов кадмия. Запишем уравнение реакции восстановления и выпишем значение стандартного электродного потенциала (см. приложение I, табл.1)

$$Cd^{2+} + 2e = Cd^0, \quad E^0_{Cd^0/Cd^{2+}} = 0{,}40\ В \qquad (5.1)$$

Поскольку электролизу подвергается раствор электролита, на катоде также возможно восстановление молекул воды

$$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-, \quad E^0_{H_2/2H_2O^-} = 0{,}41 \quad 0{,}83В \qquad (5.2)$$

Большей окислительной способностью обладают ионы кадмия (значение стандартного электродного потенциала более положительное), поэтому на катоде будет протекать процесс (5.1).

3. Определим, какие частицы будут участвовать в **анодном** процессе, принимая во внимание, что анод сделан из кадмия. Анионы кислородсодержащих кислот не принимают участие в анодных процессах. Поэтому на аноде возможно окисление молекул воды и окисление материала анода – кадмия. Последний процесс требует меньше энергии: сравните стандартные электродные потенциалы

$E^0_{Cd^0/\ Cd^{2+}}$ = 0,40 В < $E^0_{2H_2O/O_2}$ = +1,23 В. Следовательно, при электролизе будет происходить анодное растворение металла.

4. Запишем уравнения катодного и анодного процессов:

Катод (-): $Cd^{2+} + 2e = Cd^0$

Анод (+): $Cd^0 - 2e = Cd^{2+}$

$0 = 0$

При суммировании этих процессов не получается общее уравнение электролиза. Это говорит о том, что в данном случае процесс сводится к анодному окислению кадмия и катодному восстановлению его ионов, то есть переносу кадмия с анода на катод.

П р и м е р 6. В какой последовательности будут восстанавливаться ионы металлов при пропускании электрического тока через раствор, содержащий нитраты серебра, алюминия, хрома (III) и меди (II)?

Раствор этих солей содержит катионы Ag^+, Al^{3+}, Cr^{3+} и Cu^{2+}, образовавшиеся в результате электролитической диссоциации. Эти ионы должны восстанавливаться на катоде в порядке уменьшения их окислительной активности. Количественной характеристикой окислительно-восстановительной активности вещества является величина стандартного электродного потенциала. Окислительная активность катионов будет уменьшаться в порядке уменьшения алгебраической величины их стандартных электродных потенциалов.

1. Выпишем из таблицы значения $E^0_{Me^0/Me^{n+}}$ (см. приложение I, табл. 1).

$E^0_{Ag^0/Ag^+}$ = +0,80 В; $E^0_{Al^0/Al^{3+}}$ = 1,67 В; $E^0_{Cr^0/Cr^{3+}}$ = 0,71 В; $E^0_{Cu^0/Cu^{2+}}$ = +0,34 В.

2. Сравним эти величины: $E^0_{Ag^0/Ag^+} > E^0_{Cu^0/Cu^{2+}} > E^0_{Cr^0/Cr^{3+}} > E^0_{Al^0/Al^{3+}}$, следовательно, легче всего будут восстанавливаться катионы серебра, затем ионы меди и хрома:

$$Ag^+ + e = Ag^0$$

$$Cu^{2+} + 2e = Cu^0$$

$$Cr^{3+} + 3e = Cr^0$$

Катионы алюминия никогда не будут восстанавливаться на **катоде** при электролизе водных растворов, так как $E^0_{Al^0/Al^{3+}}$ < 0,83 В – потенциала, при котором восстанавливаются молекулы воды:.

$$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-.$$

П р и м е р 7. При электролизе водного раствора соли значение pH в приэлектродном пространстве одного из электродов возросло. Раствор какой соли при этом подвергался электролизу: а) KCl; б) $Cu(NO_3)_2$?

Рассмотрим электролиз растворов этих солей, то есть определим, какие частицы будут участвовать в катодном и анодном процессах, и составим суммарное уравнение соответствующей окислительно-восстановительной реакции, протекающей при электролизе.

а) соль KCl

Уравнение диссоциации соли: $KCl = K^+ + Cl^-$

При электролизе раствора этой соли на катоде будет происходить восстановление молекул воды (см. выбор катодного процесса в примере 3), а на аноде – окисление хлорид-ионов (см. выбор анодного процесса в примере 1).

Катод (): $2H_2O + 2e = H_2 + 2OH$

Анод (+): $2Cl^- \ 2e = Cl_2$

$$2H_2O + 2Cl^- = Cl_2\uparrow + H_2\uparrow + 2OH^-$$

$$2H_2O + 2KCl \xrightarrow{\text{электролиз}} Cl_2\uparrow + H_2\uparrow + 2KOH$$

б) соль $Cu(NO_3)_2$

Уравнение диссоциации соли $Cu(NO_3)_2 = Cu^{2+} + 2NO_3^-$

При электролизе раствора этой соли на катоде будет происходить восстановление ионов меди (см. выбор катодного процесса в примере 1), а на аноде – окисление молекул воды (см. выбор анодного процесса в примере 2).

Катод (): $Cu^{2+} + 2e = Cu^0 \quad | 2$

Анод (+): $2H_2O - 4e = O_2 + 4H^+ \ | 1$

$$2Cu^{2+} + 2\,H_2O = 2Cu^0 + O_2\uparrow + 4H^+$$

$$2Cu(NO_3)_2 + 2\,H_2O \xrightarrow{\text{электролиз}} 2Cu^0 + O_2\uparrow + 4HNO_3$$

Значение pH водного раствора повышается в том случае, когда в растворе появляются гидроксид-ионы. Следовательно, электролизу подвергался раствор

хлорида калия, так как только в этом случае в прикатодном пространстве образуется основание КОН.

Задачи для самостоятельной работы

1. Как протекает электролиз водных растворов веществ с инертными электродами? Запишите катодный и анодный процессы, составьте итоговое уравнение электрлиза.

Номер варианта	Вещество	Номер варианта	Вещество	Номер варианта	Вещество
1	$KMnO_4$	8	$BeSO_4$	15	K_2SO_4
2	$K_2Cr_2O_7$	9	Na_2CO_3	16	K_2S
3	K_2HPO_4	10	HF	17	$MgCl_2$
4	$CuCl_2$	11	H_3PO_4	18	$CoBr_2$
5	$Fe_2(SO_4)_3$	12	$ZnCl_2$	19	$Bi(NO_3)_3$
6	K_2SiO_3	13	$Al_2(SO_4)_3$	20	$NaHSO_3$
7	$NiSO_4$	14	$Ca(NO_3)_2$		

2. Покажите, используя значения стандартных электродных потенциалов, в какой последовательности будут восстанавливаться ионы металлов при пропускании электрического тока через раствор, содержащий следующие соли:

Номер варианта	Соли	Номер варианта	Соли
1	$Pb(NO_3)_2$, KNO_3, $Cu(NO_3)_2$	11	$Pb(NO_3)_2$, $Mg(NO_3)_2$, $Co(NO_3)_2$
2	$AgNO_3$, $Mg(NO_3)_2$, $Cu(NO_3)_2$	12	$Pb(NO_3)_2$, $Ni(NO_3)_2$, $Cu(NO_3)_2$
3	$NaNO_3$, $Mg(NO_3)_2$, $Co(NO_3)_2$	13	$Zn(NO_3)_2$, $Mg(NO_3)_2$, $Cu(NO_3)_2$
4	$Pb(NO_3)_2$, $Al(NO_3)_3$, $AgNO_3$	14	$Ca(NO_3)_2$, $Ni(NO_3)_2$, $Hg(NO_3)_2$
5	$Pb(NO_3)_2$, $LiNO_3$, $Cr(NO_3)_3$	15	$Al(NO_3)_3$, $Mn(NO_3)_2$, $Cu(NO_3)_2$
6	$Hg(NO_3)_2$, $Mn(NO_3)_2$, $RbNO_3$	16	$Pb(NO_3)_2$, $CsNO_3$, $Hg(NO_3)_2$
7	$Ni(NO_3)_2$, $La(NO_3)_3$, $Cu(NO_3)_2$	17	$Co(NO_3)_2$, $Fe(NO_3)_2$, $Cr(NO_3)_3$

8	$Pb(NO_3)_2$, $Mn(NO_3)_2$, $Cd(NO_3)_2$	18	$Pb(NO_3)_2$, $Mg(NO_3)_2$, $Cu(NO_3)_2$
9	$Sn(NO_3)_2$, $AgNO_3$, $Cu(NO_3)_2$	19	$Bi(NO_3)_3$, $Fe(NO_3)_2$, $Al(NO_3)_3$
10	$Pb(NO_3)_2$, $Al(NO_3)_3$, $TlNO_3$	20	$Pb(NO_3)_2$, $Mg(NO_3)_2$, $Cu(NO_3)_2$

3. При электролизе водного раствора соли значение pH в приэлектродном пространстве одного из электродов уменьшилось. Раствор какой из двух солей при этом подвергался электролизу? Ответ обоснуйте.

Номер варианта	Соли	Номер варианта	Соли
1	а) NaCl; б) $Cu(NO_3)_2$	11	а) K_2S; б) $Pb(NO_3)_2$
2	а) $CuCl_2$; б) $AgNO_3$	12	а) LiCl; б) $Ni(NO_3)_2$
3	а) KCl; б) $CuSO_{42}$	13	а) NaBr; б) $CoSO_4$
4	а) $AlCl_3$; б) $Co(NO_3)_2$	14	а) Na_2S; б) $Ni(NO_3)_2$
5	а) KI; б) $BeSO_4$	15	а) $CaCl_2$; б) $Co(NO_3)_2$
6	а) NaI; б) $NaNO_3$	16	а) NaHS; б) $NiSO_4$
7	а) KBr; б) $CuSO_4$	17	а) KI; б) KF
8	а) KF; б) $CuCl_2$	18	а) KCl; б) $Bi(NO_3)_3$
9	а) NaCl; б) $AgNO_3$	19	а) NaBr; б) NaF
10	а) $NiCl_2$; б) $Hg(NO_3)_2$	20	а) $MgCl_2$; б) $Cu(NO_3)_2$

Электролиз расплавов электролитов

Все вышеизложенные закономерности электролиза распространяются и на электролиз расплавов электролитов. Отсутствие в этом случае воды сказывается на характере электродных процессов. Простейшим примером такого электролиза может служить электролиз расплава хлорида натрия с применением нерастворимых электродов.

Известно, что расплавы солей являются сильными электролитами и при высоких температурах полностью диссоциируют на ионы.

$$NaCl \overset{t^0}{===} Na^+ + Cl^-$$

При электролизе расплава на катоде будет происходить процесс восстановления ионов Na^+, а на аноде – процесс окисления ионов Cl^-. При сложении уравнений двух электродных процессов получается суммарное уравнение окислительно-восстановительной реакции, протекающей при электролизе расплава NaCl.

Катод () $Na^+ + e = Na^0 \mid 2$

Анод (+) $2Cl^- - 2e = Cl_2 \mid 1$

$$2Na^+ + 2Cl^- \overset{\text{Электролиз}}{========} 2Na^0 + Cl_2^0\uparrow$$

$$2NaCl \overset{\text{Электролиз}}{========} 2Na^0 + Cl_2^0\uparrow$$

Таким образом, при электролизе расплава хлорида натрия получается металлический натрий и хлор. Если применять растворимый электрод, то и в расплавах может происходить анодное растворение металла.

Электролизом в расплавах получают активные щелочные и щелочноземельные металлы: литий, калий, магний и др., которые не могут быть получены в водных растворах.

Весь производимый промышленностью алюминий получают электролизом расплава боксита $Al_2O_3 \cdot nH_2O$ (n=1,2,3) в смеси с криолитом Na_3AlF_6. Алюминий восстанавливается на катоде, а анод, изготовленный из угля, окисляется до

углекислого газа, то есть в целом под действием электрического тока происходит реакция:

$$2Al_2O_3 + 3C \xrightarrow{\text{электролиз}} 4Al + 3CO_2.$$

Законы Фарадея

Количество вещества, выделившегося при электролизе, может быть определено с помощью законов Фарадея.

Первый закон Фарадея: масса веществ, выделившихся на электродах при электролизе, прямо пропорциональна количеству электричества, прошедшему через раствор или расплав электролита.

Второй закон Фарадея: масса веществ, выделяющихся на электродах при прохождении через растворы или расплавы электролитов одинакового количества электричества, прямо пропорциональна их химическим эквивалентам.

Другими словами, для выделения на электроде одного эквивалента любого вещества необходимо затратить одно и то же количество электричества, равное ***постоянной Фарадея*** F = 96485 Кл/моль (≈ 96500 Кл/моль). Именно такое количество электричества необходимо, чтобы восстановить N_A (число Авогадро) =6,02 $\cdot\cdot 10^{23}$ однозарядных ионов. ***Молярная масса эквивалента*** $M_Э$ (г/моль) равна атомной массе элемента, деленной на величину заряда иона в соединении. ***Электрохимическим эквивалентом*** вещества называют величину $E=M_Э/F$. Данная величина характеризует массу вещества, окисляющегося или восстанавливающегося на электродах при прохождении через электролит 1Кл электричества.

Законы Фарадея можно объединить в следующей формуле:

$$m = \frac{M_э \cdot\cdot Q}{F} \quad \text{или} \quad m = \frac{M_э \cdot I \cdot t}{F},$$

где m – масса вещества, выделившегося на электроде, г;

$M_э$ – молярная масса эквивалента вещества, г/моль;

I – сила тока, А;

t – продолжительность электролиза, с;

Q – количество электричества, прошедшего через электролит, Кл; $Q = I \cdot t$

F – постоянная Фарадея, F = 96500 Кл/моль = 26,8 А · ч/моль .

Следует учитывать, что при практическом проведении электролиза возможно протекание побочных процессов, например: взаимодействие образовавшегося вещества с электродом или электролитом, выделение наряду с металлом водорода и др., поэтому действительный расход количества электричества обычно превышает его количество, рассчитанное по законам Фарадея. В связи с этим введено понятие «выход по току» ($A_{m,}$ % или η, %). Это отношение массы действительно получаемого вещества ($m_{эксп.}$) к массе, теоретически вычисленной, то есть $A_m = (m_{эксп\,/}\, m_{теор})$ · 100 %,

$$A_T = \frac{m_{эксп.} \cdot 96500}{M_э \cdot I \cdot t} \cdot 100\ \%$$

Пример решения задачи

Через раствор $AgNO_3$ пропускался ток силой в 5 А в течение 15 мин. Масса выделившегося серебра 5,01 г. Какому выходу по току это соответствует?

По условию задачи нам известна масса серебра, фактически выделившегося при электролизе. Следовательно, для того чтобы определить выход по току, мы должны вычислить массу серебра, которая теоретически должна была выделиться на катоде.

$$Ag^+ + e = Ag^0$$

Записываем математическое выражение закона Фарадея:

$$m = \frac{M_э \cdot I \cdot t}{F}$$

Из условий задачи нам известны сила тока I = 5 А и время пропускания тока t = 15 мин = 0,25 час. Молярная масса эквивалента серебра равна атомной массе серебра, деленной на число электронов, принимающих участие в катодном процессе.

$$M_э = A\,(\text{Ag}) / 1 = 107{,}87\ \text{г/моль}$$

Определяем массу серебра, которое теоретически должно выделиться на катоде. Используем значение числа Фарадея, выраженное в А · ч / моль.

$$m_{Ag}^{теор.} = 107{,}87 \cdot 5 \cdot 0{,}25 / 26{,}8 = 5{,}03 \text{ г}$$

Считаем выход по току: $A_m = (m_{Ag}^{эксп.} / m_{Ag}^{теор.}) \cdot 100\ \% = (5{,}01/5{,}03) \cdot 100\ \% = 99{,}6\ \%$. Таким образом, выход по току составляет 99,6 %.

Задачи для самостоятельной работы

1. Определите объём газа (н.у.), выделившегося на аноде при электролизе раствора серной кислоты, производившегося в течение 10 мин при силе тока 1,5А.
2. При прохождении через раствор сульфата никеля (II) тока силой 2А масса катода увеличилась на 2,4г. Рассчитайте время электролиза, если выход по току равен 0,8.
3. При электролизе водного раствора хлорида цинка на катоде выделился цинк массой 68,25 г, а на аноде – газ объемом 28,22 л (н.у.). Определите выход цинка, если выход хлора составил 90% от теоретически возможного.
4. При электролизе водного раствора нитрата серебра (I) на аноде выделилось 13,44 л кислорода (н.у.). Определите массу выделившегося на катоде серебра, если выход серебра составил 90% от теоретически возможного, а выход кислорода – количественный
5. Определите массу и объём газа (н.у.), выделившегося на аноде при электролизе раствора соляной кислоты, производившегося в течение 10 мин при силе тока 1,5 А. Выход по току равен 0,85.
6. Определите массу и объём газа (н.у.), выделившегося на катоде при электролизе раствора соляной кислоты, производившегося в течение 5 мин при силе тока 0,5 А. Выход по току равен 0,75.
7. При прохождении через раствор $NiSO_4$ тока силой 2 А масса катода увеличилась на 2,4 г. Рассчитайте время электролиза и объем выделившегося на аноде газа (н.у.).
8. Определите массу сульфата меди, помещенного в электролизёр, если при электролизе его водного раствора выделился кислород объемом 5,71 (н.у.).

9. Какая масса цинка выделится при электролизе $ZnCl_2$ за полчаса при силе тока I = 110 мА? Определите массу выделившегося газа на другом электроде.
10. При электролизе раствора хлорида меди (II) на катоде выделилась медь массой 12,7г. Вычислите объем газа (н.у.), выделившегося на аноде.
11. При электролизе водного раствора нитрата серебра (I) на аноде выделилось 13,44л кислорода (н.у.). Определите массу выделившегося на катоде серебра.
12. Какая масса цинка выделится при электролизе $ZnCl_2$ за 8 часов при силе тока I = 110 мА? На каком электроде (катоде или аноде) происходит выделение металла?
13. Какая масса газа выделится при электролизе $ZnCl_2$ за 10 минут при силе тока I = 150 мА? Выход по току 90% .
14. Какая масса хлора выделится при электролизе $ZnCl_2$ за 5 часов при силе тока I = 100 мА? Выход по току 80%.
15. Какой объём газа выделится при электролизе $ZnCl_2$ за 30 минут при силе тока I = 0,2 А? Выход по току 75% .
16. При электролизе водного раствора нитрата серебра (I) на аноде выделилось 22,4 л газа (н.у.). Определите массу выделившегося на катоде серебра.
17. Определите массу $CuSO_4$, помещенного в электролизёр, если при электролизе его водного раствора выделился кислород объемом 5,71 (н.у.), выход которого ставил 85% от теоретически возможного.
18. Через электролизер, содержащий раствор гидроксида калия объемом 300мл с массовой долей вещества 22,4% (плотность 1,2 г/мл), пропустили электрический ток. Рассчитайте массовую долю гидроксида калия в растворе после отключения тока, если известно, что на катоде выделился газ объемом 89,6л (н.у.).
19. При электролизе 16г расплава некоторого соединения водорода с одновалентным элементом на аноде выделился водород количеством вещества 1 моль. Установите формулу вещества, взятого для электролиза
20. При действии постоянного тока силой 6,4 А на расплав соли трехвалентного металла на катоде в течение 30 мин выделилось 1,07г металла, а аноде – 1344 мл. (н.у.) газа, относительная плотность паров которого по гелию составляет 17,75. Определите состав соли, расплав которой подвергли электролизу.

Практическое применение электролиза

Электролиз используют в различных областях современной техники. Приведем несколько основных направлений применения.

Получение активных металлов. Такие активные металлы, как натрий, литий, магний, алюминий, бериллий, кальций, а также сплавы некоторых металлов, получают электролизом расплавов их соединений.

Электрорафинирование металлов. Для очистки (рафинирования) металлов (меди, золота, серебра, никеля, кадмия и др.) их отливают в пластины, которые используют в качестве анода, катод же изготовляется из чистого металла, электролитом служит водный раствор соли металла. Процесс сводится к растворению анода в процессе электролиза и осаждению чистого металла на катоде. При этом примеси, находящиеся в аноде, либо остаются нерастворимыми (анодный *шлам*), либо переходят в электролит, но на катоде не осаждаются. Например, при электрорафинировании меди электролитом служит раствор сульфата меди и серной кислоты, анод изготавливают из неочищенной (черновой) меди. При электролизе загрязнения из более благородных металлов (Ag, Au) в раствор не переходят и собираются на дне электролизера. Загрязнения из менее благородных металлов (Pb, Fe, Zn), как и сама медь, переходят в раствор, но на катоде не осаждаются и поэтому не загрязняют осаждающуюся на нем медь. Электрорафинированием получают также чистые никель, кадмий, алюминий и другие металлы.

Гальванопластика. Электролиз с растворимым анодом используется в гальванотехнике для покрытий одних металлов тонкими слоями других. При этом покрываемое металлом изделие является при электролизе катодом, а в качестве анода используется металл покрытия. Так, хромирование применяют для увеличения твердости поверхностного слоя, а также повышения коррозионной стойкости черных металлов. Никелирование используют для изменения внешнего вида изделия и т. п. Иногда нанесение многослойных покрытий применяют с целью уменьшения расходов дорогих металлов. Например, прочное и стойкое

покрытие внешних деталей автомобиля достигается нанесением тонких слоев меди, никеля, а затем хрома.

Электрохимическая обработка поверхности металлов может быть использована для полировки поверхности, электрохимического окрашивания, заточки режущих инструментов и т. д.

Список литературы

Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия.: учебник 5-е изд. Изд-во Книжный дом «Либроком» 2015. 592 с.

Глинка Н.Л. Общая химия.: учебник / под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. 18-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во «Юрайт»; ИД «Юрайт», 2011. 886 с.

Глинка Н.Л. Общая химия. Задачи и упражнения: учебно-практическое пособие. Изд-во «Юрайт»; ИД «Юрайт», 2014. 240 с.

Хомченко И.Г. Общая химия. Сборник задач и упражнений. Изд-во «Новая волна», 2011. 256 с.

Приложение 1.

Таблица растворимости веществ.

Катионы	Анионы										
	OH^-	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	S^{2-}	NO_3^-	CO_3^{2-}	SiO_3^{2-}	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}
H^+	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	-	Н	Р	Р
Na^+	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
K^+	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
NH_4^+	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Mg^{2+}	Н	РК	Р	Р	Р	М	Р	Н	РК	Р	РК
Ca^{2+}	М	НК	Р	Р	Р	М	Р	Н	РК	М	РК
Sr^{2+}	М	НК	Р	Р	Р	Р	Р	Н	РК	РК	РК
Ba^{2+}	Р	РК	Р	Р	Р	Р	Р	Н	РК	НК	РК
Sn^{2+}	Н	Р	Р	Р	М	РК	Р	Н	Н	Р	Н
Pb^{2+}	Н	Н	М	М	М	РК	Р	Н	Н	Н	Н
Al^{3+}	Н	М	Р	Р	Р	Г	Р	Г	НК	Р	РК
Cr^{3+}	Н	Р	Р	Р	Р	Г	Р	Г	Н	Р	РК
Mn^{2+}	Н	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Н	Н	Р	Н
Fe^{2+}	Н	М	Р	Р	Р	Н	Р	Н	Н	Р	Н
Fe^{3+}	Н	Р	Р	Р	-	-	Р	Г	Н	Р	РК
Co^{2+}	Н	М	Р	Р	Р	Н	Р	Н	Н	Р	Н
Ni^{2+}	Н	М	Р	Р	Р	РК	Р	Н	Н	Р	Н
Cu^{2+}	Н	М	Р	Р	-	Н	Р	Г	Н	Р	Н
Zn^{2+}	Н	М	Р	Р	Р	РК	Р	Н	Н	Р	Н
Cd^{2+}	Н	Р	Р	Р	Р	РК	Р	Н	Н	Р	Н
Hg^{2+}	Н	Р	Р	М	НК	НК	Р	Н	Н	Р	Н
Hg_2^{2+}	Н	Р	НК	НК	НК	РК	Р	Н	Н	М	Н
Ag^+	Н	Р	НК	НК	НК	НК	Р	Н	Н	М	Н

Р - вещество хорошо растворимо в воде
М – малорастворимо
Н - практически нерастворимо в воде, но легко растворяется в слабых или разбавленных кислотах
РК - нерастворимо в воде и растворяется только в сильных неорганических кислотах
НК - нерастворимо ни в воде, ни в кислотах
Г - полностью гидролизуется при растворении и не существует в контакте с водой

Приложение2

СТАНДАРТНЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ

Элемент	Реакция	E^0	Элемент	Реакция	E^0
Ag	α -$Ag_2S + 2\bar{e} = 2Ag + S^{2-}$	-0,70	B	$BF_4^- + 3e = B + 4F^-$	-1,04
	$Ag(CN)_2^- + \bar{e} = Ag + 2CN^-$	-0,29		$H_3BO_3 + 3H^+ + 3e = B + 3H_2O$	-0,869
	$AgI + \bar{e} = Ag + I^-$	-0,152		$BO_3^{3-} + 6H^+ + 3e = B + 3H_2O$	-0,165
	$AgCN + \bar{e} = Ag + CN^-$	-0,04	Ba	$Ba^{2+} + 2e = Ba$	-2,905
	$Ag(S_2O_3)_2^{3-} + \bar{e} = Ag + 2S_2O_3^{2-}$	0,01	Be	$Be^{2+} + 2e = Be$	-1,847
	$AgBr + \bar{e} = Ag + Br^-$	0,071		$Be(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Be + 2H_2O$	-1,820
	$AgCl + \bar{e} = Ag + Cl^-$	0,222		$BeO_2^{2-} + 4H^+ + 2e = Be + 2H_2O$	-0,909
	$Ag_2O + H_2O + 2\bar{e} = 2Ag + 2OH^-$	0,344	Bi	$Bi_2O_3 + 3H_2O + 6e = 2Bi + 6OH^-$	-0,46
	$Ag(NH_3)_2^+ + \bar{e} = Ag + 2NH_3$	0,373		$BiOCl + 2H^+ + 3e = Bi + Cl^- + H_2O$	0,16
	$Ag_2CrO_4 + 2\bar{e} = 2Ag + CrO_4^{2-}$	0,446		$Bi^{3+} + 3e = Bi$	0,215
	$Ag_2C_2O_4 + 2\bar{e} = 2Ag + C_2O_4^{2-}$	0,472		$BiO^+ + 2H^+ + 3e = Bi + H_2O$	0,32
	$AgBrO_3 + \bar{e} = Ag + BrO_3^-$	0,55		$Bi_2O_3 + 6H^+ + 6e = 2Bi + 3H_2O$	0,371
	$2AgO + H_2O + 2\bar{e} = Ag_2O + 2OH^-$	0,60		$NaBiO_3$(т) $+ 6H^+ + 2e = Bi^{3+} + Na^+ + 3H_2O$	1,6 - 1,808
	$Ag^+ + \bar{e} = Ag$	0,799	Br	$2BrO^- + 2H_2O + 2e = Br_2 + 4OH^-$	0,45
	$Ag_2O + 2H^+ + 2\bar{e} = 2Ag + H_2O$	1,173		$2BrO_3^- + 6H_2O + 10e = Br_2 + 12OH^-$	0,50
	$2AgO + 2H^+ + 2\bar{e} = Ag_2O + H_2O$	1,398		$BrO_3^- + 2H_2O + 4e = BrO^- + 4OH^-$	0,54
Al	$AlO_2^- + 2H_2O + 3\bar{e} = Al + 4OH^-$	-2,35		$BrO_3^- + 3H_2O + 6e = Br^- + 6OH^-$	0,61
	$Al(OH)_3 + 3\bar{e} = Al + 3OH^-$	-2,31		$BrO^- + H_2O + 2e = Br^- + 2OH^-$	0,76
	$AlF_6^{3-} + 3\bar{e} = Al + 6F^-$	-2,07		$Br_3^- + 2e = 3Br^-$	1,05
	$Al^{3+} + 3e = Al$	-1,663		Br_2(ж) $+ 2e = 2Br^-$	1,065
	$Al(OH)_3 + 3H^+ + 3e = Al + 3H_2O$	-1,471		$BrO_3^- + 6H^+ + 6e = Br^- + 3H_2O$	1,44
	$AlO_2^- + 4H^+ + 3e = Al + 2H_2O$	-1,262		$2BrO_3^- + 12H^+ + 10e = Br_2 + 6H_2O$	1,52
As	$As + 3H^+ + 3e = AsH_3$	-0,60		$2HBrO + 2H^+ + 2e = Br_2 + 2H_2O$	1,59
	$HAsO_2 + 3H^+ + 3e = As + 2H_2O$	0,248	C	$HCOO^- + 2H_2O + 2e = HCHO + 3OH^-$	-1,07
	$H_3AsO_4 + 2H^+ + 2e = HAsO_2 + 2H_2O$	0,559		$2CO_2 + 2H^+ + 2e = H_2C_2O_4$	-0,49
	$H_3AsO_4 + 2H^+ + 2e = H_3AsO_3 + H_2O$	0,58		$CO_2 + 2H^+ + 2e = HCOOH$	-0,20
Au	$Au(CN)_2 + e = Au + 2CN^-$	-0,61		C(графит) $+ 4H^+ + 4e = CH_4$	-0,132
	$AuBr_4^- + 2e = AuBr_2^- + 2Br^-$	0,802		$CO_2 + 2H^+ + 2e = CO + H_2O$	-0,12
	$AuCl_4^- + 2e = AuCl_2^- + 2\ Cl^-$	0,926		$HCOOH + 2H^+ + 2e = HCHO + H_2O$	-0,01
	$AuBr_2^- + e = Au + 2Br^-$	0,959		$HCOOH + 4H^+ + 4e = CH_3OH + H_2O$	0,145
	$AuCl_2^- + 2e = Au + 2Cl^-$	1,15		$HCOO^- + 3H^+ + 2e = HCHO + H_2O$	0,167
	$Au^{3+} + 2e = Au^+$	1,401		$CH_3CHO + 2H^+ + 2e = C_2H_5OH$	0,19
	$Au^{3+} + 3e = Au$	1,498		$CO_3^{2-} + 6H^+ + 4e = HCHO + 2H_2O$	0,197
	$Au^+ + 3e = Au$	1,692		$HCOO^- + 5H^+ + 4e = CH_3OH + H_2O$	0,199
Элемент	Реакция	E^0	Элемент	Реакция	E^0

C	$CO_3^{2-} + 8H^+ + 6e = CH_3OH + 2H_2O$	0,209	Co	$Co(OH)_2 + 2e = Co + 2OH^-$	-0,73
	$CO_3^{2-} + 3H^+ + 2e = HCOO^- + H_2O$	0,227		$CoCO_3 + 2e = Co + CO_3^{2-}$	-0,64
	$HCHO + 2H^+ + 2e = CH_3OH$	0,232		$Co(NH_3)_6^{2+} + 2e = Co + 6NH_3$	-0,42
	$2CO_3^{2-} + 4H^+ + 2e = C_2O_4^{2-} + 2H_2O$	0,441		$Co^{2+} + 2e = Co$	-0,277
	$C_2H_5OH + 2H^+ + 2e = C_2H_6 + H_2O$	0,46		$Co(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Co + 2H_2O$	0,095
	$CO_3^{2-} + 6H^+ + 4e = C(графит) + 3H_2O$	0,475		$Co(NH_3)_6^{3+} + e = Co(NH_3)_6^{2+}$	0,1
	$CO + 6H^+ + 6e = CH_4 + H_2O$	0,497		$CoO + 2H^+ + 2e = Co + H_2O$	0,166
	$CH_3OH + 2H^+ + 2e = CH_4 + H_2O$	0,59		$Co(OH)_3 + e = Co(OH)_2 + OH^-$	0,17
Ca	$Ca^{2+} + 2e = Ca$	-2,866		$Co^{3+} + 3e = Co$	0,33
Cd	$CdS + 2e = Cd + S^{2-}$	-1,175		$Co^{3+} + e = Co^{2+}$	1,38 - 1,842
	$Cd(CN)_4^{2-} + 2e = Cd + 4CN^-$	-1,09	Cr	$Cr(OH)_2 + 2e = Cr + 2OH^-$	-1,4
	$Cd(OH)_2 + 2e = Cd + 2OH^-$	-0,81		$Cr(OH)_3 + 3e = Cr + 3OH^-$	-1,3
	$Cd(NH_3)_4^{2+} + 2e = Cd + 4NH_3$	-0,61		$CrO_2^- + 2H_2O + 3e = Cr + 4OH^-$	-1,2
	$Cd^{2+} + 2e = Cd$	-0,403		$Cr^{2+} + 2e = Cr$	-0,913
	$Cd(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Cd + 2H_2O$	0,005		$Cr^{3+} + 3e = Cr$	-0,744
	$CdO + 2H^+ + 2e = Cd + H_2O$	0,063		$Cr(OH)_3 + 3H^+ + 3e = Cr + 3H_2O$	-0,654
Ce	$Ce^{3+} + 3e = Ce$	-2,48		$Cr^{3+} + e = Cr^{2+}$	-0,407
	$Ce^{4+} + e = Ce^{3+}$ (1M H_2SO_4)	1,44		$CrO_4^{2-} + 4H_2O + 3e = Cr(OH)_3 + 5OH^-$	-0,13
	$Ce^{4+} + e = Ce^{3+}$ (1M HNO_3)	1,61		$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 12e = 2Cr + 7H_2O$	0,294
	$Ce^{4+} + e = Ce^{3+}$ (1M $HClO_4$)	1,70		$CrO_4^{2-} + 8H^+ + 6e = Cr + 4H_2O$	0,366
	$Ce^{4+} + e = Ce^{3+}$	1,77		$CrO_4^{2-} + 4H^+ + 3e = CrO_2^- + 2H_2O$	0,945
Cl	$ClO_4^- + H_2O + 2e = ClO_3^- + 2OH^-$	0,36		$CrO_2^- + 4H^+ + e = Cr^{2+} + 2H_2O$	1,188
	$2ClO^- + 2H_2O + 2e = Cl_2 + 4OH^-$	0,40		$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e = 2Cr^{3+} + 7H_2O$	1,333
	$ClO_4^- + H_2O + 8e = Cl^- + 8OH^-$	0,56		$CrO_4^{2-} + 8H^+ + 3e = Cr^{3+} + 4H_2O$	1,477
	$ClO_3^- + 3H_2O + 6e = Cl^- + 6OH^-$	0,63	Cs	$Cs^+ + e = Cs$	-2,923
	$ClO_2 + 2H_2O + 5e = Cl^- + 4OH^-$	0,85	Cu	$Cu_2S + 2e = 2Cu + S^{2-}$	-0,89
	$ClO^- + H_2O + 2e = Cl^- + 2OH^-$	0,88		$CuS + 2e = Cu + S^{2-}$	-0,71
	$ClO_3^- + 2H^+ + e = ClO_2 + H_2O$	1,15		$Cu(CN)_2^- + e = Cu + 2CN^-$	-0,43
	$ClO_4^- + 2H^+ + 2e = ClO_3^- + H_2O$	1,189		$Cu_2O + H_2O + 2e = 2Cu + 2OH^-$	-0,36
	$ClO_2 + 4H^+ + 4e = 2HCl + H_2O$	1,351		$Cu(OH)_2 + 2e = Cu + 2OH^-$	-0,22
	$Cl_2 + 2e = 2Cl^-$	1,3595		$CuI + e = Cu + I^-$	-0,185
	$ClO_4^- + 8H^+ + 8e = Cl^- + 4H_2O$	1,38		$Cu(NH_3)_2^+ + e = Cu + 2NH_3$	-0,12
	$2ClO_4^- + 16H^+ + 14e = Cl_2 + 8H_2O$	1,39		$Cu(NH_3)_4^{2+} + 2e = Cu + 4NH_3$	-0,07
	$ClO_2 + 5H^+ + 5e = HCl + 2H_2O$	1,436		$Cu(NH_3)_4^{2+} + 2e = Cu(NH_3)_2^+ + 2NH_3$	-0,01
	$ClO_3^- + 6H^+ + 6e = Cl^- + 3H_2O$	1,451		$CuI_2^- + e = Cu + 2I^-$	0,00
	$2ClO_3^- + 12H^+ + 10e = Cl_2 + 6H_2O$	1,47		$CuBr + e = Cu + Br^-$	0,03
	$HClO + H^+ + 2e = Cl^- + H_2O$	1,494		$CuCl + e = Cu + Cl^-$	0,137
	$ClO_2 + 4H^+ + 5e = Cl^- + 2H_2O$	1,51		$Cu^{2+} + e = Cu^+$	0,153
	$2ClO_2 + 8H^+ + 8e = Cl_2 + 4H_2O$	1,549		$CuCl_2^- + e = Cu + 2Cl^-$	0,177
	$HClO_2 + 3H^+ + 4e = Cl^- + 2H_2O$	1,57		$2Cu^{2+} + H_2O + 2e = Cu_2O + 2H^+$	0,203
	$2HClO + 2H^+ + 2e = Cl_2 + 2H_2O$	1,63		$Cu^{2+} + 2e = Cu$	0,345
	$2HClO_2 + 6H^+ + 6e = Cl_2 + 4H_2O$	1,64		$Cu^{2+} + 2Cl^- + e = CuCl_2^-$	0,463
Co	β -$CoS + 2e = Co + S^{2-}$	-1,07		$Cu^+ + e = Cu$	0,520
	α -$CoS + 2e = Co + S^{2-}$	-0,90		$Cu^{2+} + Cl^- + e = CuCl$	0,538
Cu	$CuO + 2H^+ + 2e = Cu + H_2O$	0,570	Hg	$HgBr_4^{2-} + 2e = Hg + 4Br^-$	0,21

	$Cu(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Cu + 2H_2O$	0,609		$Hg_2Cl_2 + 2K^+ + 2e = 2Hg + 2KCl$ (тв)	0,2415
	$Cu^{2+} + Br^- + e = CuBr$	0,640		$Hg_2Cl_2 + 2e = 2Hg + 2Cl^-$	0,268
	$2CuO + 2H^+ + 2e = Cu_2O + H_2O$	0,669		$Hg_2Cl_2 + 2e = 2Hg + 2Cl^-$ (1M KCl)	0,28
	$Cu^{2+} + I^- + e = CuI$	0,86		$Hg_2Cl_2 + 2e = 2Hg + 2Cl^-$ (0,1M KCl)	0,334
	$Cu^{2+} + 2CN^- + e = Cu(CN)_2$	1,12		$HgCl_4^{2-} + 2e = Hg + 4Cl^-$	0,48
Dy	$Dy^{3+} + 3e = Dy$	-2,353		$Hg_2SO_4 + 2e = 2Hg + SO_4^{2-}$	0,6151
Eu	$Eu^{2+} + 2e = Eu$	-3,395		$Hg_2^{2+} + 2e = 2Hg$	0,788
	$Eu^{3+} + e = Eu^{2+}$	-0,429		$Hg^{2+} + 2e = Hg$	0,850
F	$F_2O + 2H^+ + 4e = 2F^- + H_2O$	2,1		$2Hg^{2+} + 2e = Hg_2^{2+}$	0,920
	$F_2 + 2e = 2F^-$	2,87		$HgO + 2H^+ + 2e = Hg + H_2O$	0,926
Fe	$FeS + 2e = Fe + S^{2-}$	-0,95	Ho	$Ho^{3+} + 3e = Ho$	-2,319
	$Fe(OH)_2 + 2e = Fe + 2OH^-$	-0,877	I	$IO_3^- + 2H_2O + 4e = IO^- + 4OH^-$	0,14
	$FeCO_3 + 2e = Fe + CO_3^{2-}$	-0,756		$2IO_3^- + 6H_2O + 10e = I_2 + 12OH^-$	0,21
	$Fe(OH)_3 + e = Fe(OH)_2 + OH^-$	-0,56		$IO_3^- + 3H_2O + 6e = I^- + 6OH^-$	0,25
	$Fe^{2+} + 2e = Fe$	-0,440		$2IO^- + H_2O + 2e = I_2 + 4OH^-$	0,45
	$Fe_3O_4 + 8H^+ + 8e = 3Fe + 4H_2O$	-0,085		$IO^- + H_2O + 2e = I^- + 2OH^-$	0,49
	$Fe_2O_3 + H_2O + 2H^+ + 2e = 2Fe(OH)_2$	-0,057		$I_2 + 2e = 2I^-$	0,536
	$Fe_2O_3 + 6H^+ + 6e = 2Fe + 3H_2O$	-0,051		$I_3^- + 2e = 3I^-$	0,545
	$Fe(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Fe + 2H_2O$	-0,047		$IO_3^- + 2H_2O + 4e = IO^- + 4OH^-$	0,56
	$Fe^{3+} + 3e = Fe$	-0,037		$HIO + H^+ + 2e = I^- + H_2O$	0,99
	$Fe(OH)_3 + 3H^+ + 3e = Fe + 3H_2O$	0,059		$2ICl_2^- + 2e = I_2 + 4Cl^-$	1,06
	$Fe(OH)_3 + H^+ + e = Fe(OH)_2 + H_2O$	0,271		$IO_3^- + 6H^+ + 6e = I^- + 3H_2O$	1,085
	$Fe(CN)_6^{3-} + e = Fe(CN)_6^{4-}$	0,356		$IO_3^- + 5H^+ + 4e = HIO + 2H_2O$	1,14
	$Fe^{3+} + e = Fe^{2+}$ (1M H_2SO_4)	0,68		$2IO_3^- + 12H^+ + 10e = I_2 + 6H_2O$	1,19
	$Fe^{3+} + e = Fe^{2+}$ (1M HCl)	0,70		$2HIO + 2H^+ + 2e = I_2 + 2H_2O$	1,45
	$Fe(CN)_6^{3-} + e = Fe(CN)_6^{4-}$ (1M HCl)	0,71		$H_5IO_6 + H^+ + 2e = IO_3^- + 3H_2O$	1,60
	$Fe^{3+} + e = Fe^{2+}$	0,771	Ir	$IrO_2 + 4H^+ + 4e = Ir + H_2O$	0,93
	$Fe_3O_4 + 8H^+ + 2e = 3Fe^{2+} + 4H_2O$	0,980		$Ir^{3+} + 3e = Ir$	1,15
Ga	$Ga^{3+} + 3e = Ga$	-0,53	K	$K^+ + e = K$	-2,924
Gd	$Gd^{3+} + 3e = Gd$	-2,397	La	$La^{3+} + 3e = La$	-2,522
Ge	$H_2GeO_3 + 4H^+ + 2e = Ge^{2+} + 3H_2O$	-0,363	Li	$Li^+ + e = Li$	-3,045
	$GeO_2 + 4H^+ + 4e = Ge + 2H_2O$	-0,15	Mg	$Mg(OH)_2 + 2e = Mg + 2OH^-$	-2,69
	$H_2GeO_3 + 4H^+ + 4e = Ge + 3H_2O$	-0,13		$Mg^{2+} + 2e = Mg$	-2,363
	$Ge^{2+} + 2e = Ge$	0,000		$Mg(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Mg + 2H_2O$	-1,862
H	$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-$	-0,828	Mn	$MnCO_3 + 2e = Mn + CO_3^{2-}$	-1,48
	$2H^+ + 2e = H_2$	0,0000		$Mn^{2+} + 2e = Mn$	-1,18
	$H_2O_2 + 2H^+ + 2e = 2H_2O$	1,776		$Mn(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Mn + 2H_2O$	-0,727
Hf	$Hf^{4+} + 4e = Hf$	-1,70		$MnO_4^- + e = MnO_4^{2-}$	0,564
	$HfO_2 + 4H^+ + 4e = Hf + 2H_2O$	-1,57		$MnO_4^- + 2H_2O + 3e = MnO_2 + 4OH^-$	0,60
Hg	$HgS + 2e = Hg + S^{2-}$	-0,69		$MnO_2 + 4H^+ + 2e = Mn^{2+} + 2H_2O$	1,228
	$Hg(CN)_4^{2-} + 2e = Hg + 4CN^-$	-0,37		$Mn_2O_3 + 6H^+ + 2e = 2Mn^{2+} + 3H_2O$	1,443
	$Hg_2I_2 + 2e = 2Hg + 2I^-$	-0,041		$MnO_4^- + 8H^+ + 5e = Mn^{2+} + 4H_2O$	1,507
	$HgI_4^{2-} + 2e = Hg + 4I^-$	-0,04		$Mn^{3+} + e = Mn^{2+}$ (8M H_2SO_4)	1,509
	HgO(красная) $+ H_2O + 2e = Hg + 2OH^-$	0,098		$MnO_4^- + 4H^+ + 3e = MnO_2 + 2H_2O$	1,692
	$Hg_2Br_2 + 2e = 2Hg + 2Br^-$	0,140		$MnO_4^{2-} + 4H^+ + 2e = MnO_2 + 2H_2O$	2,257
Mo	$H_2MoO_4 + 2H^+ + 2e = MoO_2 + 2H_2O$	-1,091	Nd	$Nd^{3+} + 3e = Nd$	-2,431

	$MoO_4^{2-} + 4H_2O + 6e = Mo + 8OH^-$	-1,05	Ni	γ-NiS + 2e = Ni + S^{2-}	-1,04
	$Mo^{3+} + 3e = Mo$	-0,200		α-NiS + 2e = Ni + S^{2-}	-0,83
	$MoO_2 + 4H^+ + 4e = Mo + 2H_2O$	-0,072		$Ni(OH)_2 + 2e = Ni + 2OH^-$	-0,72
	$MoO_4^{2-} + 8H^+ + 6e = Mo + 4H_2O$	0,154		$Ni(NH_3)_6^{2+} + 2e = Ni + 6NH_3$	-0,49
	$MoO_3 + 2H^+ + 2e = MoO_2 + H_2O$	0,320		$NiCO_3 + 2e = Ni + CO_3^{2-}$	-0,45
	$MoO_4^{2-} + 4H^+ + 2e = MoO_2 + 2H_2O$	0,606		$Ni^{2+} + 2e = Ni$	-0,25
N	$3N_2 + 2\bar{e} = 2N_3^-$	-3,4		$Ni(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Ni + 2H_2O$	0,110
	$3N_2 + 2H^+ + 2\bar{e} = 2HN_3$	-3,1		$NiO + 2H^+ + 2e = Ni + H_2O$	0,116
	$N_2 + 4H_2O + 2\bar{e} = 2NH_2OH + 2OH^-$	-3,04		$NiO_2 + 4H^+ + 2e = Ni^{2+} + 2H_2O$	1,68
	$N_2 + 4H_2O + 4\bar{e} = N_2H_4 + 4OH^-$	-1,16	O	$O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^-$	0,401
	$N_2 + 8H_2O + 6\bar{e} = 2NH_4OH + 6OH^-$	-0,74		$O_2 + 2H^+ + 2e = H_2O_2$	0,682
	$NO_2^- + H_2O + \bar{e} = NO + 2OH^-$	-0,46		$H_2O_2 + 2e = 3OH^-$	0,88
	$NO_2^- + 6H_2O + 6\bar{e} = NH_4OH + 7OH^-$	-0,15		$O_2 + 4H^+ + 4e = 2H_2O$	1,229
	$NO_3^- + 2H_2O + 3\bar{e} = NO + 4OH^-$	-0,14		$O_3 + H_2O + 3e = O_2 + 2OH^-$	1,24
	$NO_3^- + 7H_2O + 8\bar{e} = NH_4OH + 9OH^-$	-0,12		$O_3 + 6H^+ + 6e = 3H_2O$	1,511
	$NO_3^- + H_2O + 2\bar{e} = NO_2^- + 2OH^-$	0,01		$H_2O_2 + 2H^+ + 2e = 2H_2O$	1,776
	$N_2 + 6H^+ + 6\bar{e} = 2NH_3$	0,057		$O_3 + 2H^+ + 2e = O_2 + H_2O$	2,07
	$N_2H_4 + 4H_2O + 2\bar{e} = 2NH_4OH + 2OH^-$	0,1	Os	$OsO_2 + 2H_2O + 4e = Os + 4OH^-$	-0,15
	$N_2 + 8H^+ + 6\bar{e} = 2NH_4^+$	0,275		$OsCl_6^{3-} + e = Os^{2+} + 6Cl^-$	0,4
	$2NO_2^- + 4H_2O + 6\bar{e} = N_2 + 8OH^-$	0,41		$OsO_4 + 8H^+ + 8e = Os + 4H_2O$	0,85
	$NH_2OH + 2H_2O + 2\bar{e} = NH_4OH^- + 2OH^-$	0,42		$OsCl_6^{2-} + e = OsCl_6^{3-}$	0,85
	$2NO_2 + 4H_2O + 8e = N_2 + 8OH^-$	0,53		$Os^{2+} + 2e = Os$	0,85
	$NO_3^- + 2H^+ + e = NO_2 + H_2O$	0,78		$OsO_4 + 4H^+ + 4e = OsO_2 + 2H_2O$	0,96
	$NO_3^- + 2H^+ + e = NO_2 + H_2O$	0,80	P	$H_2PO_2^- + e = P + 2OH^-$	-2,05
	$2NO + 2H_2O + 4e = N_2 + 4OH^-$	0,85		$HPO_3^{2-} + 2H_2O + 2e = H_2PO_2^- + 3OH^-$	-1,57
	$HNO_2 + 7H^+ + 6e = NH_4^+ + 2H_2O$	0,864		$PO_4^{3-} + 2H_2O + 2e = HPO_3^{2-} + 3OH^-$	-1,12
	$NO_3^- + 10H^+ + 8e = NH_4^+ + 3H_2O$	0,87		$2H_3PO_4 + 2H^+ + 2e = H_4P_2O_6 + 2H_2O$	-0,94
	$2NO_2 + 2e = 2NO_2^-$	0,88		$P + 3H_2O + 3e = PH_3 + 3OH^-$	-0,89
	$N_2O + H_2O + 2e = N_2 + 2OH^-$	0,94		$H_3PO_2 + H^+ + e = P + 2H_2O$	-0,51
	$NO_3^- + 3H^+ + 2e = HNO_2 + 2H_2O$	0,94		$H_3PO_3 + 3H^+ + 3e = P(бел) + 3H_2O$	-0,502
	$NO_3^- + 4H^+ + 3e = NO + 2H_2O$	0,957		$H_3PO_3 + 3H^+ + 2e = H_3PO_2 + H_2O$	-0,50
	$NO_3^- + 4H^+ + 3e = NO + 2H_2O$	0,96		$H_3PO_3 + 3H^+ + 3e = P(кр) + 3H_2O$	-0,454
	$HNO_2 + H^+ + e = NO + H_2O$	1,00		$H_3PO_4 + 5H^+ + 5e = P(бел) + 4H_2O$	-0,411
	$NO_2 + 2H^+ + 2e = NO + H_2O$	1,03		$H_3PO_4 + 4H^+ + 4e = H_3PO_2 + 2H_2O$	-0,39
	$NO_2 + H^+ + e = HNO_2$	1,09		$H_3PO_4 + 5H^+ + 5e = P(кр) + 4H_2O$	-0,383
	$2NO_3^- + 10H^+ + 8e = N_2O + 5H_2O$	1,116		$H_3PO_4 + 2H^+ + 2e = H_3PO_3 + H_2O$	-0,276
	$2NO_3^- + 12H^+ + 10e = N_2 + 6H_2O$	1,246		$H_3PO_3 + 2H^+ + 2e = H_3PO_2 + H_2O$	-0,50
	$2HNO_2 + 4H^+ + 4e = N_2O + 3H_2O$	1,297		$P + 3H^+ + 3e = PH_3$	0,06
	$2NO_2 + 8H^+ + 8e = N_2 + 4H_2O$	1,36		$H_4P_2O_6 + 2H^+ + 2e = 2H_3PO_3$	0,38
	$2HNO_2 + 6H^+ + 6e = N_2 + 4H_2O$	1,45	Pb	$PbS + 2e = Pb + S^{2-}$	-0,93
	$2NO + 4H^+ + 4e = N_2 + 2H_2O$	1,678		$PbO + H_2O + 2e = Pb + 2OH^-$	-0,58
	$N_2O + 2H^+ + 2e = N_2 + H_2O$	1,766		$PbCO_3 + 2e = Pb + CO_3^{2-}$	-0,506
Na	$Na^+ + e = Na$	-2,714		$PbI_2 + 2e = Pb + 2I^-$	0,365
Pb	$PbSO_4 + 2e = Pb + SO_4^{2-}$	-0,3563	S	$S + 2H^+ + 2e = H_2S$	0,141

	$PbF_2 + 2e = Pb + 2F^-$	-0,350		$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e = H_2SO_3 + H_2O$	0,17
	$PbBr_2 + 2e = Pb + 2Br^-$	-0,280		$SO_3^{2-} + 6H^+ + 6e = S^{2-} + 3H_2O$	0,231
	$PbCl_2 + 2e = Pb + 2Cl^-$	-0,268		$2SO_4^{2-} + 10H^+ + 8e = S_2O_3^{2-} + 5H_2O$	0,29
	$Pb^{2+} + 2e = Pb$	-0,126		$SO_4^{2-} + 10H^+ + 8e = H_2S + 4H_2O$	0,311
	$PbO_3^{2-} + H_2O + 2e = PbO_2^{2-} + 2OH^-$	0,2		$SO_4^{2-} + 8H^+ + 6e = S + 4H_2O$	0,357
	$PbO + 2H^+ + 2e = Pb + H_2O$	0,248		$2H_2SO_3 + 2H^+ + 4e = S_2O_3^{2-} + 3H_2O$	0,40
	$Pb(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Pb + H_2O$	0,277		$H_2SO_3 + 4H^+ + 4e = S + 3H_2O$	0,449
	$PbO_2 + H_2O + 2e = PbO + 2OH^-$	0,28		$S_2O_3^{2-} + 6H^+ + 4e = 2S + 3H_2O$	0,5
	$Pb_3O_4 + 2H^+ + 2e = 3PbO + H_2O$	0,972		$2SO_3^{2-} + 6H^+ + 4e = S_2O_3^{2-} + 3H_2O$	0,705
	$PbO_2 + 4H^+ + 2e = Pb^{2+} + 2H_2O$	1,449-1,455		$S_2O_8^{2-} + 2e = 2SO_4^{2-}$	2,01
	$PbO_2 + SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e = PbSO_4 + 2H_2O$	1,685	Sb	$SbO_2^- + 2H_2O + 3e = Sb + 4OH^-$	-0,675
	$Pb^{4+} + 2e = Pb^{2+}$	1,694		$Sb + 3H^+ + 3e = SbH_3$	-0,51
Pd	$Pd(OH)_2 + 2e = Pd + 2OH^-$	0,07		$SbO_3^- + H_2O + 2e = SbO_2^- + 2OH^-$	-0,43
	$PdI_6^{2-} + 2e = PdI_4^{2-} + 2I^-$	0,623		$Sb_2O_3 + 6H^+ + 6e = 2Sb + 3H_2O$	0,152
	$PdCl_4^{2-} + 2e = Pd + 4Cl^-$	0,623		$SbO^+ + 2H^+ + 3e = Sb + H_2O$	0,212
	$PdO + 2H^+ + 2e = Pd + H_2O$	0,896		$SbO_3^- + 2H^+ + 3e = SbO_2^- + H_2O$	0,353
	$PdCl_6^{2-} + 4e = Pd + 6Cl^-$	0,96		$SbO_2^- + 4H^+ + 3e = Sb + 2H_2O$	0,446
	$Pd^{2+} + 2e = Pd$	0,987		$Sb_2O_5 + 6H^+ + 4e = 2SbO^+ + 3H_2O$	0,581
	$PdBr_6^{2-} + 2e = PdBr_4^{2-} + 2Br^-$	0,993		$Sb_2O_5 + 4H^+ + 4e = Sb_2O_3 + 2H_2O$	0,671
	$PdO_2 + 2H^+ + 2e = PdO + H_2O$	1,283	Sc	$Sc^{3+} + 3e = Sc$	-2,077
	$PdCl_6^{2-} + 2e = PdCl_4^{2-} + 2Cl^-$	1,288	Se	$Se + 2e = Se^{2-}$	-0,92
Pt	$PtS + 2e = Pt + S^{2-}$	-0,95		$Se + 2H^+ + 2e = H_2Se$	-0,40
	$PtS_2 + 2e = PtS + S^{2-}$	-0,64		$SeO_3^{2-} + 3H_2O + 4e = Se + 6OH^-$	-0,366
	$Pt(OH)_2 + 2e = Pt + 2OH^-$	0,15		$SeO_4^{2-} + H_2O + 2e = SeO_3^{2-} + 2OH^-$	0,05
	$PtI_6^{2-} + 2e = PtI_4^{2-} + 2I^-$	0,393		$H_2SeO_3 + 4H^+ + 4e = Se + 3H_2O$	0,741
	$PtBr_4^{2-} + 2e = Pt + 4Br^-$	0,58		$SeO_4^{2-} + 4H^+ + 2e = H_2SeO_3 + H_2O$	1,15
	$PtBr_6^{2-} + 2e = PtBr_4^{2-} + 2Br^-$	0,59	Si	$SiO_3^{2-} + 3H_2O + 4e = Si + 6OH^-$	-1,7
	$PtCl_6^{2-} + 2e = PtCl_4^{2-} + 2Cl^-$	0,720		$SiF_6^{2-} + 4e = Si + 6F^-$	-1,2
	$PtCl_4^{2-} + 2e = Pt + 4Cl^-$	0,73		$SiO_3^{2-} + 6H^+ + 4e = Si + 3H_2O$	-0,455
	$Pt(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Pt + 2H_2O$	0,980		$Si + 4H^+ + 4e = SiH_4$	0,102
	$PtO_2 + 2H^+ + 2e = Pt(OH)_2$	1,045	Sn	$SnS + 2e = Sn + S^{2-}$	-0,94
	$Pt^{2+} + 2e = Pt$	1,188		$Sn(OH)_6^{2-} + 2e = HSnO_2^- + H_2O + 3OH^-$	-0,93
Ra	$Ra^{2+} + 2e = Ra$	-2,925		$HSnO_2^- + H_2O + 2e = Sn + 3OH^-$	-0,91
Rb	$Rb^+ + e = Rb$	-2,925		$SnF_6^{2-} + 4e = Sn + 6F^-$	-0,25
	$SO_4^{2-} + H_2O + 2e = SO_3^{2-} + 2OH^-$	-0,93		$Sn^{2+} + 2e = Sn$	-0,136
	$2SO_4^{2-} + 5H_2O + 8e = S_2O_3^{2-} + 10OH^-$	-0,76		$SnO_2 + 2H^+ + 2e = SnO + H_2O$	-0,108
	$SO_3^{2-} + 3H_2O + 4e = S + 6OH^-$	-0,66		$SnO_2 + 4H^+ + 4e = Sn + 2H_2O$	-0,106
	$2SO_3^{2-} + 3H_2O + 4e = S_2O_3^{2-} + 6OH^-$	-0,58		$SnO + 2H^+ + 2e = Sn + H_2O$	-0,104
	$S_2^{2-} + 2e = 2S^{2-}$	-0,524		$Sn(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Sn + 2H_2O$	-0,091
S	$S + 2e = S^{2-}$	-0,48		$SnCl_6^{2-} + 2e = SnCl_4^{2+} + 2Cl^-$	0,14
	$2S + 2e = S_2^{2-}$	-0,476		$Sn^{4+} + 2e = Sn^{2+}$	0,151
	$S + H^+ + 2e = HS^-$	-0,065	Sr	$Sr^{2+} + 2e = Sr$	-2,888
	$S_2O_3^{2-} + 6H^+ + 8e = 2S^{2-} + 3H_2O$	-0,006	Te	$Te + 2e = Te^{2-}$	-1,14
	$S_4O_6^{2-} + 2e = 2S_2O_3^{2-}$	0,08		$Te + 2H^+ + 2e = H_2Te$	-0,72
	$SO_4^{2-} + 8H^+ + 8e = S^{2-} + 4H_2O$	0,149		$TeO_3^{2-} + 2H_2O + 4e = Te + 6OH^-$	-0,57
	$TeO_2 + 4H^+ + 4e = Te + 2H_2O$	0,529		$V^{2+} + 2e = V$	-1,175

	$TeO_4^{2-} + 2H^+ + 2e = TeO_3^{2-} + H_2O$	0,892		$V^{3+} + e = V^{2+}$	-0,255
	$H_6TeO_6 + 2H^+ + 2e = TeO_2 + 4H_2O$	1,02		$VO_2^+ + 4H^+ + 5e = V + 2H_2O$	-0,25
Ti	$Ti^{2+} + 2e = Ti$	-1,63		$VO_2^{2+} + e = VO^+$	-0,044
	$TiO + 2H^+ + 2e = Ti + H_2O$	-1,306		$VO_2^+ + 4H^+ + 3e = V^{2+} + 2H_2O$	0,360
	$TiF_6^{2-} + 4e = Ti + 6F^-$	-1,19	V	$V_2O_5 + 6H^+ + 2e = 2VO^{2+} + 3H_2O$	0,958
	$TiO_2 + 4H^+ + 4e = Ti + 2H_2O$	-0,86		$VO_2^+ + 2H^+ + e = VO^{2+} + H_2O$	1,004
	TiO_2(рутил) $+ H^+ + 4e = Ti^{3+} + 2H_2O$	-0,666		$VO_4^{3-} + 6H^+ + 2e = VO^+ + 3H_2O$	1,256
	TiO_2(рутил) $+ 2H^+ + 4e = Ti^{2+} + 2H_2O$	-0,502		$H_2VO_4^- + 4H^+ + e = VO^{2+} + 3H_2O$	1,314
	$Ti^{3+} + e = Ti^{2+}$	-0,368		$WO_4^{2-} + 4H_2O + 6e = W + 8OH^-$	-1,05
	$Ti^{4+} + e = Ti^{3+}$ (5M H_3PO_4)	-0,15	W	$WO_2 + 4H^+ + 4e = W + 2H_2O$	-0,119
	$TiO^{2+} + 2H^+ + 2e = Ti^{2+} + H_2O$	-0,135		$WO_3 + 6H^+ + 6e = W + 3H_2O$	-0,09
	$TiO^{2+} + 2H^+ + e = Ti^{3+} + H_2O$	0,10		$W_2O_5 + 2H^+ + 2e = 2WO_2 + H_2O$	-0,031
Tl	$Tl_2S + 2e = 2Tl + S^{2-}$	-0,93		$2WO_3 + 2H^+ + 2e = W_2O_5 + H_2O$	-0,029
	$TlI + e = Tl + I^-$	-0,753		$WO_4^{2-} + 8H^+ + 6e = W + 4H_2O$	0,049
	$TlBr + e = Tl + Br^-$	-0,658		$2WO_4^{2-} + 6H^+ + 2e = W_2O_5 + 3H_2O$	0,801
	$TlCl + e = Tl + Cl^-$	-0,557		$ZnS + 2e = Zn + S^{2-}$	-1,405
	$TlOH + e = Tl + OH^-$	-0,344	Zn	$Zn(CN)_4^{2-} + 2e = Zn + 4CN^-$	-1,26
	$Tl^+ + e = Tl$	-0,3363		$Zn(OH)_2 + 2e = Zn + 2OH^-$	-1,245
	$Tl(OH)_3 + 2e = TlOH + 2OH^-$	-0,05		$Zn(OH)_4^{2-} + 2e = Zn + 4OH^-$	-1,22
	$Tl_2O_3 + 3H_2O + 4e = 2Tl^+ + 6OH^-$	0,02		$ZnO_2^{2-} + 2H_2O + 2e = Zn + 4OH^-$	-1,216
	$TlOH + H^+ + e = Tl + H_2O$	0,778		$ZnCO_3 + 2e = Zn + CO_3^{2-}$	-1,06
	$Tl^{3+} + 2e = Tl^+$	1,252		$Zn(NH_3)_4^{2+} + 2e = Zn + 4NH_3$	-1,04
U	$UO_2 + 2H_2O + 4e = U + 4OH^-$	-2,39		$Zn^{2+} + 2e = Zn$	-0,763
	$U^{3+} + 3e = U$	-1,798		$ZnO_2^{2-} + 4H^+ + 2e = Zn + 2H_2O$	0,441
	$U^{4+} + e = U^{3+}$	-0,607		$ZrO^{2+} + 2H^+ + 4e = Zr + H_2O$	-1,570
	$UO_2^{2+} = UO_2^+$	0,05	Zr	$ZrO_2 + 4H^+ + 4e = Zr + 2H_2O$	-1,553
	$UO_2^{2+} + 4H^+ + 2e = U^{4+} + 2H_2O$	0,334		$Zr^{4+} + 4e = Zr$	-1,539
	$UO_2^+ + 4H^+ + e = U^{4+} + 2H_2O$	0,62			

Приложение I

Электрохимический ряд напряжений металлов

Электрохимический ряд напряжений металлов – это ряд стандартных электродных потенциалов металлов, расположенных в порядке их возрастания.

Таблица 1

Стандартные электродные потенциалы металлов

Элемент	Электродная реакция	E^0, В	Элемент	Электродная реакция	E^0, В
Цезий	$Cs^+ + e^- \rightleftarrows Cs^0$	–3,08	Кадмий	$Cd^{2+} + 2e \rightleftarrows Cd^0$	–0,40
Литий	$Li^+ + e^- \rightleftarrows Li^0$	–3,02	Таллий	$Tl^+ + e^- \rightleftarrows Tl^0$	–0,34
Рубидий	$Rb^+ + e^- \rightleftarrows Rb^0$	–2,99	Кобальт	$Co^{2+} + 2e \rightleftarrows Co^0$	–0,28
Калий	$K^+ + e^- \rightleftarrows K^0$	–2,92	Никель	$Ni^{2+} + 2e \rightleftarrows Ni^0$	–0,25
Барий	$Ba^{2+} + 2e \rightleftarrows Ba^0$	–2,90	Олово	$Sn^{2+} + 2e \rightleftarrows Sn^0$	–0,14
Стронций	$Sr^{2+} + 2e \rightleftarrows Sr^0$	–2,89	Свинец	$Pb^{2+} + 2e \rightleftarrows Pb^0$	–0,13
Кальций	$Ca^{2+} + 2e \rightleftarrows Ca^0$	–2,87	Водород	$2H^+ + 2e \rightleftarrows H_2$	0,00
Натрий	$Na^+ + e \rightleftarrows Na^0$	–2,71	Сурьма	$Sb^{3+} + 3e \rightleftarrows Sb^0$	+0,20
Лантан	$La^{3+} + 3e \rightleftarrows La^0$	–2,37	Висмут	$Bi^{3+} + 3e \rightleftarrows Bi^0$	+0,23
Магний	$Mg^{2+} + 2e \rightleftarrows Mg^0$	–2,34	Медь	$Cu^{2+} + 2e \rightleftarrows Cu^0$	+0,34
Бериллий	$Be^{2+} + 2e \rightleftarrows Be^0$	–1,70	Серебро	$Ag^+ + e \rightleftarrows Ag^0$	+0,80
Алюминий	$Al^{3+} + 3e \rightleftarrows Al^0$	–1,67	Палладий	$Pd^{2+} + 2e \rightleftarrows Pd^0$	+0,83
Титан	$Ti^{2+} + 2e \rightleftarrows Ti^0$	–1,63	Ртуть	$Hg_2^{2+} + 2e \rightleftarrows Hg^0$	+0,79
Марганец	$Mn^{2+} + 2e \rightleftarrows Mn^0$	–1,05	Ртуть	$Hg^{2+} + 2e \rightleftarrows Hg^0$	+0,85
Цинк	$Zn^{2+} + 2e \rightleftarrows Zn^0$	–0,76	Платина	$Pt^{2+} + 2e \rightleftarrows Pt^0$	+1,20
Хром	$Cr^{3+} + 3e \rightleftarrows Cr^0$	–0,71	Золото	$Au^{3+} + 3e \rightleftarrows Au^0$	+1,50
Железо	$Fe^{2+} + 2e \rightleftarrows Fe^0$	–0,44	Золото	$Au^+ + e \rightleftarrows Au^0$	+1,68