

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


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 закреплённые 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**

<b>Гражданское воспитание</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Осознанно выражающий свою российскую гражданскую принадлежность (идентичность) в поликультурном, многонациональном и многоконфессиональном российском обществе, в мировом сообществе.</li><li>– Сознательный 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.</li><li>– Проявляющий гражданско-патриотическую позицию, готовность к защите Родины, способный аргументированно отстаивать суверенитет и достоинство народа России и российского государства, сохранять и защищать историческую правду.</li><li>– Ориентированный на активное гражданское участие в социально-политических процессах на основе уважения закона и правопорядка, прав и свобод сограждан.</li><li>– Осознанно и деятельно выражающий неприятие любой дискриминации по социальным, национальным, расовым, религиозным признакам, проявлений экстремизма, терроризма, коррупции, антигосударственной деятельности.</li><li>– Обладающий опытом гражданской социально значимой деятельности (в студенческом самоуправлении, добровольческом движении, предпринимательской деятельности, экологических, военно-патриотических и др. объединениях, акциях, программах).</li></ul>
<b>Патриотическое воспитание</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Осознающий свою национальную, этническую принадлежность, демонстрирующий приверженность к родной культуре, любовь к своему народу.</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– Сознательный причастность к многонациональному народу Российской Федерации, Отечеству, общероссийскую идентичность.</li> <li>– Проявляющий деятельное ценностное отношение к историческому и культурному наследию своего и других народов России, их традициям, праздникам.</li> <li>– Проявляющий уважение к соотечественникам, проживающим за рубежом, поддерживающий их права, защиту их интересов в сохранении общероссийской идентичности.</li> </ul>
<p><b>Духовно-нравственное воспитание</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Проявляющий приверженность традиционным духовно-нравственным ценностям, культуре народов России с учётом мировоззренческого, национального, конфессионального самоопределения.</li> <li>– 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.</li> <li>– 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.</li> <li>– Ориентированный на создание устойчивой семьи на основе российских традиционных семейных ценностей, рождение и воспитание детей и принятие родительской ответственности.</li> <li>– Обладающий сформированными представлениями о ценности и значении в отечественной и мировой культуре языков и литературы народов России.</li> </ul>
<p><b>Эстетическое воспитание</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Выражающий понимание ценности отечественного и мирового искусства, российского и мирового художественного наследия.</li> <li>– Проявляющий восприимчивость к разным видам искусства, понимание эмоционального воздействия искусства, его влияния на душевное состояние и поведение людей, умеющий критически оценивать это влияние.</li> <li>– Проявляющий понимание художественной культуры как средства коммуникации и самовыражения в современном обществе, значение нравственных норм, ценностей, традиций в искусстве.</li> <li>– Ориентированный на осознанное творческое самовыражение, реализацию творческих способностей, на эстетическое обустройство собственного быта, профессиональной среды.</li> </ul>
<p><b>Физическое воспитание, формирование культуры здоровья и эмоционального благополучия</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 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.</li> <li>– Соблюдающий правила личной и общественной безопасности, в том числе безопасного поведения в информационной среде.</li> <li>– Выражающий на практике установку на здоровый образ жизни (здоровое питание, соблюдение гигиены, режим занятий и отдыха, регулярную физическую активность), стремление к физическому совершенствованию.</li> <li>– 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.</li> <li>– Демонстрирующий навыки рефлексии своего состояния (физического, эмоционального, психологического), понимания состояния других людей.</li> <li>– 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.</li> <li>– Использующий средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.</li> </ul>
<p><b>Профессионально-трудовое воспитание</b></p>

- 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.

<ul style="list-style-type: none"> <li>– Демонстрирующий понимание значимости выбранной профессии для развития страны, проявляющий уважение к своей профессии и профессиональному сообществу.</li> <li>– Знающий и соблюдающий нормы профессиональной этики работника, поддерживающий благоприятный образ профессии в обществе.</li> <li>– Разделяющий традиционные российские ценности, проявляющий активную гражданскую позицию, готовый к защите Родины.</li> <li>– Знающий государственные устои и символику России, родного края, города, района и муниципальных образований.</li> <li>– Проявляющий нетерпимость к коррупционному поведению, умеющий принимать решения и нести за них ответственность.</li> <li>– Обладающий культурой межнационального общения в студенческой среде и обществе в целом.</li> <li>– Проявляющий уважительное отношение к национальному достоинству людей, их чувствам, религиозным убеждениям.</li> </ul>
<b>Патриотическое воспитание</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Понимающий свою сопричастность к прошлому, настоящему и будущему родного края, своей Родины — России, Российского государства.</li> <li>– Понимающий значение гражданских символов (государственная символика России, своего региона), праздников, мест почитания героев и защитников Отечества, проявляющий к ним уважение.</li> <li>– Изучающий и владеющий знаниями по истории родного края и своей малой родины.</li> </ul>
<b>Духовно-нравственное воспитание</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Уважающий духовно-нравственную культуру своей семьи, своего народа, семейные ценности с учётом национальной, религиозной принадлежности.</li> <li>– Сознательный ценность каждой человеческой жизни, признающий индивидуальность и достоинство каждого человека.</li> <li>– Умеющий оценивать поступки с позиции их соответствия нравственным нормам, осознающий ответственность за свои поступки.</li> </ul>
<b>Эстетическое воспитание</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Проявляющий ценностное отношение к культуре и искусству, к культуре речи и культуре поведения, к красоте и гармонии.</li> <li>– Обладающий знаниями о культурном наследии родного края.</li> <li>– Способный воспринимать и чувствовать прекрасное в быту, природе, искусстве, творчестве людей, профессиональном мастерстве.</li> <li>– Проявляющий стремление к самовыражению в разных видах художественной деятельности, искусстве, профессиональной деятельности.</li> </ul>
<b>Физическое воспитание, формирование культуры здоровья и эмоционального благополучия</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Владеющий знаниями о физической культуре и спорте, их истории, современном развитии в родном крае.</li> <li>– Ведущий и пропагандирующий здоровый образ жизни.</li> <li>– Проявляющий интерес к самообучению умениям и навыкам физкультурно-оздоровительной и спортивно-оздоровительной деятельности.</li> <li>– Бережно относящийся к физическому здоровью, соблюдающий основные правила здорового и безопасного для себя и других людей образа жизни, в том числе в информационной среде.</li> <li>– Владеющий основными навыками личной и общественной гигиены, безопасного поведения в быту, природе, обществе.</li> <li>– Ориентированный на физическое развитие с учётом возможностей здоровья, занятия физкультурой и спортом</li> </ul>
<b>Профессионально-трудовое воспитание</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Проявляющий уважение к труду, людям труда, бережное отношение к результатам труда, ответственное потребление.</li> <li>– Проявляющий интерес к разным профессиям.</li> <li>– Участвующий в различных видах трудовой деятельности.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– Владеющий комплексом знаний, умений и навыков, качеств личности, обеспечивающих возможность профессионального роста.</li> <li>– Обладающий основами экономической культуры и финансовой грамотности.</li> </ul>
<b>Экологическое воспитание</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Понимающий ценность природы, зависимость жизни людей от природы, влияние людей на природу, окружающую среду.</li> <li>– Выражающий готовность в своей профессиональной деятельности придерживаться экологических норм.</li> <li>– Содействующий сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действующий в чрезвычайных ситуациях.</li> <li>– Демонстрирующий экологическую культуру.</li> <li>– Проявляющий интерес к экологической обстановке в родном крае, вносящий свой вклад в ее улучшение.</li> </ul>
<b>Ценности научного познания</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ориентированный на ценности непрерывного образования, в том числе и на самообразование.</li> <li>– Проявляющий интерес к участию в поисковой и исследовательской деятельности, техническому творчеству.</li> </ul>

## **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 удостоиваются 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, памятливыми 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, имеющих 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, культуры, 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 (волонтерству) 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 преподавателей и обучающихся.

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»

Проректор по молодежной политике и развитию образования

УТВЕРЖДАЮ

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
<i>1. Образовательная деятельность</i>				
1	Дисциплина «Основы российской государственности»	I,II,III	01.09.2024-31.05.2025	Зубов В. В.
<i>2. Кураторство</i>				
1	Воспитательное мероприятие «Час куратора»	I	01.09.2024-31.05.2025	Шехтман Д. А.
<i>3. Наставничество</i>				
1	Подготовка и проведение адаптационного мероприятия «Неделя первокурсника 2024»	I	30.08.2024 - 04.09.2024	Шехтман Д. А.
<i>4. Основные воспитательные мероприятия</i>				
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 международный 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.
<i>5. Организация предметно-пространственной среды</i>				
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.
<i>6. Взаимодействие с родителями (законными представителями)</i>				
18	Деятельность Службы примирения университета и работа с конфликтными ситуациями	I-V	01.09.2024 – 30.05.2025	Первушина А. А.
<i>7. Самоуправление</i>				
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 молодежи, 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.
<i>8. Профилактика и безопасность</i>				
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.
<i>9. Социальное партнёрство и участие работодателей</i>				
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.
<i>10. Профессиональное развитие, адаптация и трудоустройство</i>				
58	Профорientационные 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.
<i>II. Воспитание здорового образа жизни</i>				
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	Медяникова 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	Медяникова 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	Медяникова 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.
<i>12. Художественно-эстетическое воспитание</i>				

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 «ГрандМажор» 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.
<i>13. Экологическое воспитание</i>				
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.
<i>14. Волонтерское движение</i>				
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  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебно-методическому комплексу

С. А. Упоров

**ПРОГРАММА  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Направление подготовки

**15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Направленность

**Автоматизация и цифровые технологии в горной промышленности**

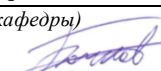
Автор: [Ситдикова С. В.]

Одобрена на заседании кафедры

Автоматики и компьютерных технологий

(название кафедры)

Зав.кафедрой



(подпись)

Бочков В.С.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 20.09.2023


(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
1. Методические рекомендации по выполнению выпускной квалификационной работы	3
1.1 Требования к выпускной квалификационной работе	3
1.1.1 Сущность выпускной квалификационной работы	3
1.1.2 Цели и задачи выпускной квалификационной работы	4
1.1.3 Общие требования к выпускной квалификационной работе	6
1.1.4 Выбор, согласование и утверждение темы выпускной квалификационной работы	7
1.1.5 Структура и содержание выпускной квалификационной работы	7
1.1.6 Руководство выпускной квалификационной работой	11
1.2 Порядок выполнения выпускной квалификационной работы	12
1.2.1 Основные этапы и сроки выполнения выпускной квалификационной работы	12
1.2.2 Подготовка к защите выпускной квалификационной работы	13
1.2.3 Защита выпускной квалификационной работы	13
2. Критерии оценки результатов выполнения и защиты выпускной квалификационной работы	14
3. Оценочные материалы	17
3.1 Примерная тематика выпускных квалификационных работ	17
3.2 Теоретические вопросы государственной итоговой аттестации, оценивающие сформированность общекультурных компетенций	17
3.3 Теоретические вопросы государственной итоговой аттестации, оценивающие сформированность общепрофессиональных компетенций	18
Приложения	
Приложение А. Пример оформления заявления на утверждение темы выпускной квалификационной работы	19
Приложение Б. Пример оформления титульного листа выпускной квалификационной работы	20
Приложение В. Пример оформления задания на выполнение выпускной квалификационной работы	21
Приложение Г. Образец отзыва научного руководителя на выпускную квалификационную работу	23
Приложение Д. Пример оформления документа, подтверждающего использование результатов выпускной квалификационной работы	24
Приложение Ж. Форма справки о проверке на антиплагиат	25
Приложение И. Пример содержания пояснительной записки выпускной квалификационной работы	26
Приложение К. Образец оформления библиографического списка при оформлении списка использованных источников при написании выпускной квалификационной работы	27

## ВВЕДЕНИЕ

Программа государственной итоговой аттестации по основной профессиональной образовательной программе по направлению подготовки **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств** направленности **Автоматизация и цифровые технологии в горной промышленности** 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 (в ред. Приказов Минобрнауки России от 09.02.2016 № 86, от 28.04.2016 № 502);

- Положения о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры (СМК СТО 03.ОД.18), утвержденного 29.06 2018.

Программа государственной итоговой аттестации включает:

I. Требования к выпускным квалификационным работам и порядку их выполнения (методические рекомендации по выполнению выпускных квалификационных работ);

II. Критерии оценки защиты выпускных квалификационных работ;

III. Оценочные материалы.

IV. Приложения

### I МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

#### Требования к выпускной квалификационной работе

##### *Сущность выпускной квалификационной работы*

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 направлению подготовки **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств** направленности **Автоматизация и цифровые технологии в горной промышленности**, осуществляется в форме подготовки к защите и защиты выпускной квалификационной работы.

Трудоемкость государственной итоговой аттестации – 9 з.е.:

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

- процедура защиты выпускной квалификационной работы – 3 з.е.

Трудоемкость государственной итоговой аттестации				
кол-воз.е.	часы			
	общая	контактная работа	СР	
6	216		216	Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
3	108		108	Процедура защиты ВКР

Выпускная квалификационная работа представляет собой самостоятельную и логически завершенную квалификационную работу, связанную с решением задач того вида (видов) деятельности, к которым готовится бакалавр.

### *Цели и задачи выпускной квалификационной работы*

Цель выполнения выпускной квалификационной работы:

систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств и применение этих знаний при решении конкретных научных и производственных задач;

развитие навыков ведения самостоятельной работы и применения методик исследования и экспериментирования при решении разрабатываемых в выпускной квалификационной работе проблем и вопросов;

выяснение подготовленности обучающихся для самостоятельной работы по задачам профессиональной деятельности, определенных ФГОС ВО направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств 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 с точки зрения теории и практики управления деятельностью предприятия, составление программы исследования;

изучение теоретических положений по проблеме, сущности экономических категорий и процессов, нормативной документации, составление литературного обзора по проблеме исследования;

обоснование необходимости и возможности применения определенных современных методик принятия управленческих решений по задачам, поставленным в работе;

сбор необходимой для проведения исследования информации с привлечением первичных и вторичных источников;

проведение экономического анализа состояния объекта исследования с использованием соответствующих методов обработки информации, выявление тенденций изменения экономических показателей, и проблем, требующих решения или совершенствования;

разработка практических рекомендаций и предложений, их экономическое и организационное обоснование, необходимое и достаточное для решаемой задачи;

обобщение результатов проведенных исследований, формулирование выводов о степени достижения целей, поставленных в работе, и возможности практического применения предложенных разработок;

оформление ВКР в соответствии с нормативными требованиями.

В ходе государственной итоговой аттестации проверяется сформированность следующих компетенций:

#### **Универсальные компетенции**

- УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;
- УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;
- УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде;
- УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах);

- УК-5 Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах;
- УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни;
- УК-7 Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- 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-9 Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах;
- УК-10 Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности;
- УК-11 Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности.

### **Общепрофессиональные компетенции**

- ОПК-1 Применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;
- ОПК-2 Применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации;
- ОПК-3 Осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного уровня;
- ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;
- ОПК-5 Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с использованием стандартов, норм и правил;
- ОПК-6 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий;
- ОПК-7 Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении;
- ОПК-8 Способен проводить анализ затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений;
- ОПК-9 Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование;
- ОПК-10 Способен контролировать и обеспечивать производственную и экологическую безопасность на рабочих местах;
- ОПК-11 Способен проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов, оценивать результаты исследований;
- ОПК-12 Способен оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы;
- ОПК-13 Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств;
- ОПК-14 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

### **Профессиональные компетенции**

- ПК-1.1 Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний,

- управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования;
- ПК-1.2 Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий;
  - ПК-1.3 Готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств;
  - ПК-1.4 Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования;
  - ПК-1.5 Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;
  - ПК-1.6 Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа;
  - ПК-1.7 Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем;
  - ПК-1.8 Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством;
  - ПК-1.9 Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления;
  - ПК-1.10 Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой

текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования;

- ПК-1.11 Способен разрабатывать практические мероприятия по совершенствованию систем и средств автоматизации и управления изготовлением продукции, ее жизненным циклом и качеством, а также по улучшению качества выпускаемой продукции, технического обеспечения ее изготовления, практическому внедрению мероприятий на производстве; осуществлять производственный контроль их выполнения;
- ПК-1.12 Способен участвовать в работах по практическому техническому оснащению рабочих мест, размещению основного и вспомогательного оборудования, средств автоматизации, управления, контроля, диагностики и испытаний, а также по их внедрению на производстве;
- ПК-1.13 Способен участвовать в разработке новых автоматизированных и автоматических технологий производства продукции и их внедрении, оценке полученных результатов, подготовке технической документации по автоматизации производства и средств его оснащения.

При выполнении выпускной квалификационной работы обучающиеся должны *показать*, опираясь на полученные знания, умения и полученные навыки:

сформированные общекультурные, 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, научно 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.

### *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);

- представлять самостоятельное исследование, демонстрирующее способность выпускника решать профессиональные проблемы, делать на основе анализа научных данных, литературы 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 собственного исследования в организации;
  - 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.

#### *Выбор, согласование и утверждение темы выпускной квалификационной работы*

Выбор темы квалификационной работы осуществляется обучающимся по согласованию с научным руководителем, назначенным из числа профессорско-преподавательского состава кафедры АКТ. При выборе темы ВКР необходимо исходить из:

- актуальности проблемы и значимости ее для научной и практической деятельности;
- потребностей развития и совершенствования деятельности конкретной организации;
- интересов, склонностей в научно-исследовательской работе обучающегося, а также перспектив его будущей профессиональной деятельности;
- научной 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 студентов. Студент может предложить свою тему, обосновав целесообразность ее разработки. Тема ВКР может являться продолжением тем, ранее представленных студентом в рамках курсовых работ (проектов).

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

После выбора темы, согласования ее с научным 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 студента и представления заведующего кафедрой.

#### *Структура и содержание выпускной квалификационной работы*

Структурные элементы выпускной квалификационной работы перечислены ниже в по-



рядке их расположения и брошюровки.

1. Титульный лист (приложение Б).
2. Сопроводительные документы к выпускной квалификационной работе:
  - Задание на выполнение выпускной квалификационной работы (приложение В).
  - Отзыв научного руководителя (приложение Г).
  - Рецензия руководителя специального раздела выпускной квалификационной работы (приложение Д).
  - Если результаты исследования нашли практическое применение, то прилагается документ, подтверждающий внедрение результатов исследования в практическую деятельность (приложение Ж).
  - Справка на антиплагиат (приложение И).
3. Содержание пояснительной записки ВКР (приложение К):
  - Введение
  - основная часть работы
  - заключение
  - список использованных источников (приложение Л).
  - приложения
  - графический материал

*Титульный лист* должен содержать все необходимые идентификационные признаки, такие как, название работы, указание автора работы, руководителя.

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

Образец оформления титульного листа приведен в приложении А.

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. Отзыв научного руководителя (приложение Г);
3. Рецензия руководителя специального раздела ВКР (приложение Д);
4. Документ, подтверждающий внедрение результатов исследования в практическую деятельность (приложение Ж);
5. Справка на антиплагиат (приложение И).

Эти 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 и поставленных в ней основных проблем. Оформление задания на работу предполагает составление под контролем научного руководителя плана будущей работы. Пример составления задания на выпускную квалификационную работу приведен в приложении В.

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 внедрении (если она есть). Слово «СОДЕРЖАНИЕ» записывают в виде заголовка симметрично тексту прописными буквами. В содержании работы указывается перечень всех глав и параграфов выпускной квалификационной работы, а также номера страниц, с которых начинается каждый из них (точно по тексту). Главы в выпускной квалификационной работе должны иметь в пределах всей работы порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами. Параграфы каждой главы должны иметь нумерацию в пределах каждой главы. Номер параграфа состоит из номера главы и непосредственно номера параграфа в данной главе, отделенного от номера главы точкой. Заголовки содержания должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последователь-

ности и соподчиненности по сравнению с заголовками в тексте нельзя.

При этом надо иметь в виду, что названия глав и параграфов не должны дублировать друг друга, а также наименование темы работы. Каждая глава должна раскрывать часть темы, каждый параграф главы – часть содержания главы.

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

Пример оформления содержания выпускной квалификационной работы приведен в приложении К.

Страницы содержания учитываются в общей нумерации страниц выпускной квалификационной работы, порядковый номер на странице не ставится.

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* — обязательный раздел бакалаврской работы, который должен содержать:

- обоснование актуальности и новизны выбранной темы;
- формулирование основной цели работы и круга задач для осуществления этой цели;
- степень изученности проблемы;
- возможность внедрения темы в производство.

Во введении следует коротко сформулировать актуальность темы исследования, т.е. причину возникновения проблемы и ее суть. Актуальность определяется как значимость, важность и приоритетность выбранной темы исследования среди других тем. Она должна подтверждаться положениями и доводами, свидетельствующими в пользу научной и практической значимости решения проблем и вопросов, исследуемых в работе. Необходимо объяснить, почему именно выбранная тема представляет интерес на современном этапе развития. Обоснование актуальности темы работы не должно быть многословным. Главное – показать, как автор оценивает своевременность и социальную значимость выбранной темы.

От доказательства актуальности следует перейти к формулировке цели исследования. Цель исследования – это образ желаемого результата, то, что намерен достичь автор работы.

Цель выпускной квалификационной работы должна соответствовать названию темы. Цель работы формулируется кратко и точно. Конкретизация цели осуществляется в задачах исследования.

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

Объект исследования – это процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для исследования. Выделение объекта происходит на основе анализа проблемы исследования.

Предмет исследования – это та часть объекта, которая и будет исследована. Предмет должен характеризовать тему выпускной квалификационной работы и включать в себя свойства и стороны объекта, которые следует рассмотреть в заявленной теме, установив пределы рассмотрения данного вопроса. Объект и предмет исследования соотносятся как общее и часть общего.

Далее дается характеристика методов исследования. Методы исследования – основные приемы и способы, которые использовались при проведении исследования (диалектический метод, исторический метод, статистический и др.). В процессе обработки полученных данных практически всегда используются такие взаимосвязанные научные методы исследования, как анализ и синтез. Анализ – логический прием разделения целого на отдельные элементы и изучение каждого в отдельности и во взаимосвязи с целым. Синтез – объединение результатов для формирования (проектирования) целого.

После того, как сформулированы цель, задачи, объект и предмет, методы исследования, следует указать информационную базу и структуру выпускной работы:

«Информационная база выпускной квалификационной работы включает: труды ведущих

отечественных и зарубежных авторов, посвященных разрабатываемым проблемам, статьи, опубликованные в периодических изданиях, а также Интернет-ресурсы, статистические материалы.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, пяти глав основного текста, заключения, списка использованных источников, приложений, чертежей.

Введение не должно превышать двух страниц компьютерного набора.

Страницы введения учитываются в общей нумерации страниц работы, номер страницы проставляется.

### *Основная часть пояснительной записки выпускной квалификационной работы*

Для обоснования актуальности избранной темы в первой главе диссертации проводится обзор литературных источников по заявленной проблеме. В обзоре литературы необходимо систематизировать источники по отдельным вопросам изучаемой проблемы, дать оценку проведенным ранее исследованиям, выделить наиболее существенные из них, выполнить критический анализ.

Содержание глав должно точно соответствовать теме работы и полностью ее раскрывать. В необходимых случаях даются подстраничные ссылки со сквозной нумерацией.

На основании обзора литературы должно быть доказано, что существующее научное знание в данный момент времени является недостаточным для решения задачи, поставленной в работе, и потому ее тема является актуальной.

После изложения сути заявленной проблемы, доказательства того, что та её часть, которая является темой диссертации, ещё не получила своего развития в науке, излагается *цель исследования и задачи*, которые необходимо решить для её достижения.

Далее указываются *объект исследования*, а в его рамках выделяется *предмет исследования*, который и является темой диссертации.

Затем излагаются методы исследования, являющиеся инструментами для достижения поставленной в диссертации цели.

В основной части излагаются методика исследования и его результаты.

Содержание глав основной части должно полностью раскрывать тему диссертации, изложение текста должно быть сжатым и лаконичным. Все рисунки должны быть выполнены на компьютере.

Рекомендации, предлагаемые как результат проведенных исследований, должны быть обоснованы. Все технические и технологические решения, рассматриваемые в диссертации, должны отвечать требованиям безопасной работы оборудования.

Выводы по главам должны представлять собой краткое изложение в форме определений результатов исследования.

Текст работы излагается самостоятельно (не допускается дословное переписывание использованной литературы), последовательно, грамотно и аккуратно, при написании работы необходимо употреблять профессиональные термины, избегать сложных грамматических оборотов. Студент должен показать не только знание материала, но и умение разбираться в нем, творчески использовать основные положения источников. Материал, используемый из других источников, должен быть переработан, органически увязан с избранной студентом темой и изложен своими словами с приведением ссылок на источники информации.

Содержание выпускной квалификационной работы должно демонстрировать: знакомство автора с учебной и научной литературой по теме выпускной квалификационной работы;

умение обобщать материал литературных источников, выделить проблему и определить пути ее решения, последовательно изложить существо рассматриваемых вопросов, 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.

Все страницы основной части выпускной квалификационной работы участвуют в общей нумерации страниц, номера страниц проставляются.

«ЗАКЛЮЧЕНИЕ» выполняет роль концовки, обусловленной логикой проведенного исследования. Оно содержит изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении. Именно здесь содержится «выводное» знание, полученное в результате исследования. В заключении указывается вытекающая из конечных результатов теоретическая и практическая ценность, значимость. Заключительная часть предполагает обобщенную итоговую оценку проделанной работы.

В «ЗАКЛЮЧЕНИИ» находят отражение основные положения и выводы, содержащиеся во всех главах работы.

Объем заключения – 2-3 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 рассматриваемой проблемы. При этом в список использованных источников включаются, как правило, те источники, на которые в работе имеются библиографические ссылки. Использованные источники должны содержать их полное описание по требованиям стандартов.

Порядок оформления списка использованных источников представлен в приложении Л.

Нумерация страниц, на которых приводится текст списка 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, выдержки из локальных нормативных актов и др.

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

*Графический материал* должен быть представлен чертежами в соответствии с темой выпускной квалификационной работы бакалавра. Состав графического материала определяется заданием на выполнение выпускной квалификационной работы. Чертежи выполняются на листах бумаги формата А1 в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Объем выпускной квалификационной работы должен составлять – 70 - 80 страниц компьютерного набора (без приложений).

При выполнении выпускной квалификационной работы студент должен продемонстрировать навыки работы на персональном компьютере (например, статистическая обработка материалов, выполнение графических построений, проведения математических расчетов, использование программного обеспечения для решения конкретных задач, поставленных в работе).

### *Руководство выпускной квалификационной работой*

Общее руководство и контроль за ходом выполнения ВКР осуществляет выпускающая кафедра в лице научного руководителя. Научный руководитель:

помогает студенту с выбором темы и разработкой плана работы;

оформляет задание на выполнение выпускной квалификационной работы;

оказывает студенту помощь в разработке календарного графика на весь период выполнения выпускной квалификационной работы;  
рекомендует студенту необходимую литературу;  
систематически контролирует ход работы и информирует кафедру о состоянии дел;  
дает подробный отзыв на законченную работу.

Проверяя работу, научный руководитель не должен превращаться в корректора или редактора, хотя замечания в этой части он тоже высказывает. Научный руководитель выявляет полноту, глубину и всесторонность рассмотрения поставленных в плане вопросов, последовательность изложения материала, достаточность использования литературы, аргументированность выводов, степень их обоснованности и самостоятельности. В случае обнаружения плагиата, ошибочных решений и научных положений по тем или иным вопросам, неполноты или поверхностности исследования, противоречивости, излишнего отклонения от темы и других недостатков руководитель предлагает выпускнику устранить их, рекомендует пути и сроки их устранения.

*Научный руководитель помогает выпускнику на всех этапах его работы, но эта помощь не должна выливаться в соавторство. Отношения руководителя со студентом строятся на основе научного сотрудничества молодого исследователя и опытного старшего коллеги, исполняющего наставнические функции.*

## **Порядок выполнения выпускной квалификационной работы**

### *Основные этапы и сроки выполнения выпускной квалификационной работы*

Порядок проведения государственной итоговой аттестации (ГИА) по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата устанавливает процедуру организации и проведения в Университете ГИА обучающихся, завершающих освоение имеющих государственную аккредитацию образовательных программ, включая формы ГИА, требования к использованию средств обучения и воспитания, средств связи, требования к лицам, привлекаемым к проведению ИГА, порядок подачи и рассмотрения апелляций, изменения и (или) аннулирования результатов ГИА, а также особенности проведения ГИА для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья.

На основании Приказа ректора УГГУ о допуске студента к выполнению выпускной квалификационной работы и в соответствии с выбранной темой, а также полученным заданием на выполнение работы составляется календарный план-график на весь период разработки темы с указанием сроков окончания и представления законченной работы.

Перечень тем ВКР, предлагаемых обучающимся, утверждается приказом ректора и доводится до сведения обучающихся не позднее чем за 6 месяцев до даты начала ГИА.

Не позднее чем за 30 календарных дней до начала проведения государственного аттестационного испытания распоряжением проректора по УМК утверждается расписание государственных аттестационных испытаний, в котором указываются даты, время и место проведения государственных аттестационных испытаний. Расписание доводится до сведения обучающегося, членов ГЭК и АК, секретарей ГЭК, руководителей и консультантов ВКР.

Соблюдение установленных сроков и последовательности выполнения выпускной квалификационной работы направлено на оптимизацию процесса достижения поставленных целей.

Рекомендуется следующая последовательность этапов выполнения выпускной квалификационной работы и сроки их выполнения.

## График выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра

№ п/п	Этапы выполнения	Срок выполнения	Подготавливаемые документы
1	Допуск к выполнению ВКР	За 8 недель до защиты	Приказ ректора
2	Утверждение научных руководителей	То же	То же
3	Закрепление темы ВКР	За 7 недель до защиты	— " —
4	Выдача задания по ВКР	То же	Задание по ВКР
5	Выполнение основных разделов	За 2,5 недели до защиты	Разделы ПЗ
6	Выполнение специальных разделов	За 2 недели до защиты	То же
7	Окончание написания и сдача ВКР на выпускающую кафедру	За 7 дней до защиты	ПЗ; отзыв руководителя специального раздела ВКР
8	Проведение нормоконтроля и получение отзыва о выполненной работе у научного руководителя	За 5 дней до защиты	ПЗ; отзыв научного руководителя
9	Проверка в системе Антиплагиат	За 3 дня до защиты	Справка о проверке на Антиплагиат
10	Защита в ГЭК	Защита по графику	ПЗ; все отзывы и компьютерная презентация; раздаточный материал

Редактирование ВКР должно быть завершено за 5 дней до утвержденного срока защиты.

### *Подготовка к защите выпускной квалификационной работы*

Законченная ВКР, подписанная студентом, передается научному руководителю для проверки соответствия оформления работы предъявляемым требованиям и составления письменного отзыва руководителя. В отзыве руководителя указываются сведения об актуальности темы работы, достоинства и недостатки работы, оценка полученных результатов с точки зрения достоверности, практическая ценность работы, 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. Особое внимание уделяется оценке выпускника по личностным характеристикам (ответственность, дисциплинированность, самостоятельность, активность, творчество, инициативность и т.д.), проявленным способностям к исследовательской деятельности, достигнутым результатам в формировании компетенций выпускника данной программы, мотивируется возможность или невозможность представления выпускной квалификационной работы на защиту в государственной экзаменационной комиссии.

Решение научного руководителя является основанием для допуска кафедрой АКТ готовой выпускной квалификационной работы к защите. Допуск работы к защите производится заведующим выпускающей кафедры.

Текст ВКР должен быть проверен на объем заимствований в системе «Антиплагиат», отчет печатается.

Перед защитой студентом представляются в ГЭК следующие документы:

- 1) ВКР, подписанная на титульном листе выпускником, научным руководителем, консультантами (если есть);
- 2) задание на выполнение работы с отметками сроков окончательной подготовки работы, подписанное научным руководителем и заключением кафедры о допуске к защите;
- 3) отзыв научного руководителя;
- 4) отзыв рецензента - руководителя специального раздела ВКР;
- 5) отчет о проверке в системе «Антиплагиат».

Готовясь к защите работы, студент составляет тезисы выступления, содержащего наиболее важные и интересные результаты исследования. При этом следует помнить о том, что выпускнику для доклада отводится ограниченное время. Студент оформляет наглядные пособия, раздаточный материал к докладу, продумывает ответы на замечания рецензента.

Работу над тезисами доклада следует начинать сразу же после представления работы на кафедру и продолжить после ознакомления с отзывом руководителя. На вопросы и замечания отзыва целесообразно подготовить письменные ответы.

Доклад на защите выпускной квалификационной работы, как правило, не должен превышать 10 мин. Следует помнить, что студент не просто излагает, а защищает положения своей работы.

### *Защита выпускной квалификационной работы*

Защита выпускной квалификационной работы проводится на открытом заседании ГЭК.

Порядок защиты:

-председатель ГЭК объявляет фамилию, имя и отчество выпускника, название работы с указанием места ее выполнения;

-доклад продолжительностью, как правило, не более 10 минут, в течение которых он должен кратко сформулировать актуальность, цель и задачи работы, изложить основные результаты, выводы и рекомендации, конкретные предложения, обосновать возможность их реализации, эффективность. При этом необходимо уточнить личный вклад в разработку проблемы.

Студент может пользоваться заранее подготовленным тезисами доклада, но должен излагать основное содержание своей выпускной квалификационной работы свободно, не читая письменного текста. При чтении утрачивается эмоциональность изложения, монотонное чтение текста не привлекает внимания и утомляет слушателей. Свободный рассказ по теме свидетельствует об уровне подготовки и глубине специальных знаний по проблеме выпускной квалификационной работы. Все это существенно влияет на итоговую оценку работы.

Все принципиальные положения выпускной квалификационной работы для большей наглядности могут быть представлены на демонстрационном материале. К демонстрационным материалам относится информация из выпускной квалификационной работы (таблицы, диаграммы, схемы, иллюстрации и пр.), оформленная в виде презентаций или ксерокопий для каждого члена ГЭК. Во время доклада необходимо ссылаться на эти материалы;

-после окончания доклада члены ГЭК и присутствующие на защите предлагают выпускнику вопросы, касающиеся устного выступления, имеющие непосредственное отношение к теме работы, или же просто в связи с обсуждаемой проблемой;

-выступление руководителя выпускной квалификационной работы, а в случае его отсутствия секретарь ГЭК зачитывает отзыв руководителя;

- председатель ГЭК предоставляет желающим слово для выступления, затем выпускнику, которое предполагает ответы на замечания рецензента и всех, выступивших при обсуждении работы, после чего объявляет об окончании защиты.

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

## II КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Оценка выпускной квалификационной работы производится по четырем группам критериев:

*Система оценивания по оценочным средствам государственной итоговой аттестации*

Оценочное средство	Максимальная балловая стоимость	Критерии начисления баллов
Выпускная квалификационная работа	0-90 балл	Качество выполненной работы, ее научно-теоретический уровень, степень самостоятельности и логичность изложения материала, правильность оформления и результат ее защиты
Отзыв руководителя ВКР	0-15 баллов	Ответственность, дисциплинированность, стремление к достижению высоких результатов самостоятельности, добросовестность в выполнении ВКР, контактность
Ответы на вопросы (проверка общекультурных и общепрофессиональных компетенций)	0-5 баллов	Полнота и правильность ответа
Итого	110 баллов	

**- качество выпускной квалификационной работы** оценивается по следующим составляющим:

*обоснованность актуальности проблемы* исследования и темы работы предполагает оценку степени убедительности оснований, побудивших студента выбрать данную проблему для исследования;

*уровень теоретической проработки* проблемы предполагает оценку широты и качества изученных источников, логики изложения материала, глубины обобщений и выводов;

*практическая значимость выполненной работы* предполагает оценку возможности практического применения результатов исследования в деятельности организаций, сфере возможной профессиональной занятости выпускников в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта;

*качество оформления выпускной квалификационной работы* предполагает оценку на соответствие стандартам, а также аккуратность и выразительность оформления материала, грамотность и правильность подготовки сопроводительных документов;

**- качество выступления на защите выпускной квалификационной работы** оценивается по следующим составляющим:

*качество доклада* предполагает оценку соответствия доклада содержанию работы, способности выпускника выделить научную и практическую ценность выполненных исследований, умения пользоваться иллюстративным материалом;

*качество ответов на вопросы* предполагает оценку правильности, четкости, полноты и обоснованности ответов выпускника, умения лаконично и точно сформулировать свои мысли, используя при этом необходимую научную, профессиональную терминологию;

*качество иллюстраций* к докладу предполагает оценку соответствия подбора иллюстративных материалов содержанию доклада, грамотность их оформления и упоминания в докладе, выразительность использованных средств графического и художественного воплощения;

*поведение при защите выпускной квалификационной работы* предполагает оценку коммуникационных характеристик докладчика (манера общения, манера говорить, отстаивать свою



точку зрения, привлекать внимание к важным моментам в докладе или ответах на вопросы, культура речи, способность заинтересовать аудиторию и т.д.);

- *оценка выпускной квалификационной работы рецензентом;*
- *оценка выпускной квалификационной работы научным руководителем;*

Оценка по итогам государственной итоговой аттестации определяется простым суммированием баллов:

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество баллов</i>
<b><i>Критерии содержания ВКР</i></b>	
обоснованность выбора и актуальность темы исследования	0-5
обоснование практической и теоретической значимости исследования	0-5
уровень теоретической проработки проблемы, осмысления теоретических вопросов и обобщения собранного материала	0-5
умение представить литературный обзор проблемы исследования	0-5
надежность использованных источников	0-5
объем и уровень анализа профессиональной, научной литературы, релевантность, полнота, корректность и содержание цитирования	0-5
умение правильно применить необходимые для решения проблемы нормативные правовые акты (документы) в объяснении конкретной ситуации деятельности организации	0-5
наличие в ВКР результатов, которые в совокупности решают конкретную научную и (или) практическую задачу, или - результатов (теоретических и (или) экспериментальных), которые имеют существенное значение для развития конкретных направлений в определенной отрасли науки (деятельности), или – научно-обоснованных разработок, использование которых в полном объеме обеспечивает решение прикладных задач	0-5
умение логически верно, аргументированно и ясно излагать материалы исследования в ВКР	0-5
обоснованность и четкость сформулированных выводов	0-5
адекватность использования методов исследования	0-1
умение использовать компьютерные технологии в режиме пользователя для решения профессиональных задач	0-5
<b><i>Критерии оформления ВКР</i></b>	
владение научным стилем изложения, орфографическая и пунктуационная грамотность	0-5
соответствие формы представления работы требованиям, предъявляемым к оформлению данных работ	0-5
<b><i>Критерии процедуры защиты</i></b>	
качество устного доклада: соответствие доклада содержанию работы, логичность, точность формулировок, обоснованность выводов, культура речи	0-5
владение профессиональной терминологией и навыками профессиональной аргументации	0-4
презентационные навыки: структура и последовательность изложения материала, соблюдение временных требований, использование презентационного оборудования и/или раздаточного материала, грамотность оформления иллюстрационных материалов, выразительность использования, контакт с аудиторией	0-5

поведение при защите (коммуникационные характеристики (культура) докладчика (речь, манера говорить, отстаивать свою точку зрения, привлекать внимание к важным моментам в докладе или ответах на вопросы)	0-5
качество ответов на вопросы членов ГЭК: логичность, глубина, правильность и полнота ответов	0-5
<b>Отзыв руководителя ВКР</b>	
ответственное отношение к работе, дисциплинированность, стремление к достижению высоких результатов, самостоятельность, добросовестность в выполнении работы, соблюдение сроков представления материалов, контактность	0-5
владеет навыками самостоятельного получения новых знаний, использования современных технологий	0-5
умение систематизировать и обобщать информацию из разных источников	0-5
<b>Теоретические вопросы</b>	
качество ответов на вопросы членов ГЭК: правильность и полнота ответов	0-5
<b>Итого баллов</b>	110

### *Правила оценивания результатов защиты ВКР*

**100-110 баллов** (90-100%) – оценка «отлично»;

**81-99 балла** (70-89%) – оценка «хорошо»;

**58-80 баллов** (50-69%) – оценка «удовлетворительно»;

**0-57 баллов** (0-49%) – оценка «неудовлетворительно».

- в отзыве руководителя имеются существенные критические замечания – 0-17 баллов.

### III ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочными средствами результатов обучения на этапе государственной итоговой аттестации являются выпускная квалификационная работа (в которой выпускнику предлагается по поставленной научно-практической проблеме сформулировать самостоятельно гипотезы, цель, сделать разработку программы эмпирического исследования, собрать информацию, проанализировать ее, провести необходимые расчеты, построить модели, предложить варианты решения проблемы и обосновать показатели оценки результативности) и ее защита по установленной процедуре (доклад, презентация, ответы на вопросы государственной экзаменационной комиссии), позволяющей сделать вывод о сформированности компетенций.

#### **Примерная тематика выпускных квалификационных работ**

1. Автоматизация технологического комплекса дробления обогатительной фабрики ОАО «ЕВРАЗ-Качканарский ГОК».
2. Автоматизация технологического комплекса среднего и мелкого дробления обогатительной фабрики ОАО «ЕВРАЗ-Высокогорский ГОК».
3. Автоматизация технологического комплекса дробления обогатительной фабрики ОАО «Гайский ГОК».
4. Автоматизация технологического комплекса измельчения обогатительной фабрики ОАО «Учалинский ГОК».
5. Автоматизация технологического комплекса измельчения обогатительной фабрики ОАО «Святогор».
6. Автоматизация технологического комплекса измельчения обогатительной фабрики ОАО «Гайский ГОК».

7. Автоматизация технологического комплекса измельчения обогатительной фабрики ОАО «Уралкалий».
8. Автоматизация технологического комплекса измельчения обогатительной фабрики филиала ППМ ОАО «Уралэлектромедь».
9. Автоматизация технологического комплекса измельчения обогатительной фабрики ЗАО «ОРМЕТ».
10. Автоматизация технологического комплекса измельчения обогатительной фабрики ОАО «Среднеуральский медеплавильный завод».
11. Автоматизация технологического комплекса измельчения обогатительной фабрики КОО «ЭРДЭНЭТ».
12. Автоматизация технологического комплекса 1-ой стадии мокрой магнитной сепарации обогатительной фабрики ОАО «ЕВРАЗ-Качканарский ГОК».
13. Автоматизация технологического комплекса 2-ой стадии мокрой магнитной сепарации обогатительной фабрики ОАО «ЕВРАЗ-Качканарский ГОК».
14. Автоматизация технологического комплекса 3-ей - 4-ой стадий мокрой магнитной сепарации обогатительной фабрики ОАО «ЕВРАЗ-Качканарский ГОК».
15. Автоматизация технологического комплекса флотации «медной головки» обогатительной фабрики ОАО «Гайский ГОК».
16. Автоматизация технологического комплекса коллективной флотации обогатительной фабрики ОАО «Гайский ГОК».
17. Автоматизация технологического комплекса медной флотации обогатительной фабрики ОАО «Гайский ГОК».
18. Автоматизация технологического комплекса цинковой флотации обогатительной фабрики ОАО «Гайский ГОК».
19. Автоматизация технологического комплекса коллективной флотации обогатительной фабрики ОАО «Учалинский ГОК».
20. Автоматизация технологического комплекса медной флотации обогатительной фабрики ОАО «Учалинский ГОК».
21. Автоматизация технологического комплекса шламовой флотации обогатительной фабрики ОАО «Уралкалий».
22. Автоматизация технологического комплекса сильвиновой флотации обогатительной фабрики ОАО «Уралкалий».
23. Автоматизация технологического комплекса цинковой флотации обогатительной фабрики ОАО «Учалинский ГОК».
24. Автоматизация технологического комплекса медно-молибденовой флотации обогатительной фабрики КОО «ЭРДЭНЭТ».
25. Автоматизация технологического комплекса медной флотации обогатительной фабрики ЗАО «ОРМЕТ».
26. Автоматизация технологического комплекса цинковой флотации обогатительной фабрики ЗАО «ОРМЕТ».
27. Автоматизация технологического комплекса медной флотации обогатительной фабрики ОАО «Среднеуральский медеплавильный завод».
28. Автоматизация технологического комплекса медной флотации обогатительной фабрики ОАО «Святогор».
29. Автоматизация технологического комплекса обезвоживания конденсата обогатительной фабрики ОАО «Учалинский ГОК».
30. Автоматизация технологического комплекса сгущения обогатительной фабрики ОАО «Гайский ГОК».
31. Автоматизация технологического комплекса сушки асбеста обогатительной фабрики ОАО «Ураласбест».
32. Автоматизация технологического комплекса шихтоподготовки обогатительной фабрики ОАО «ЕВРАЗ-Качканарский ГОК».

33. Автоматизация технологического комплекса производства окатышей обогатительной фабрики ОАО «ЕВРАЗ-Качканарский ГОК».
34. Автоматизация технологического комплекса агломерации обогатительной фабрики ОАО «ЕВРАЗ-Качканарский ГОК».
35. Автоматизация технологического комплекса сушки концентрата обогатительной фабрики ОАО «Среднеуральский медеплавильный завод».
36. Автоматизация технологического комплекса сушки асбеста обогатительной фабрики ОАО «Оренбургские минералы».
37. Автоматизация технологического комплекса сушки концентрата обогатительной фабрики КОО «ЭРДЭНЭТ».
38. Автоматизация технологического комплекса сушки КС1 обогатительной фабрики СКРУ-2 ОАО «Уралкалий».
39. Автоматизация электромеханического комплекса подъема полезного ископаемого в условиях предприятия ОАО «Норильский никель».
40. Автоматизация электромеханического комплекса напора экскаватора в условиях карьера ОАО «ЕВРАЗ-КГОК».
41. Автоматизация электромеханического комплекса поворота экскаватора в условиях карьера ОАО «ЕВРАЗ-Качканарский ГОК».
42. Автоматизация технологического комплекса бурения станком СБШ-200 в условиях карьера ОАО «Ураласбест».
43. Автоматизация электромеханического комплекса напора экскаватора ЭКГ-10 в условиях карьера ОАО «Ураласбест».
44. Автоматизация технологического комплекса производства горячей воды в котле Термотехник ТТ100.
45. Автоматизация технологического комплекса производства горячей воды в котле ПТВМ-31 в условиях котельной ОАО «Ураласбест».
46. Автоматизация технологического комплекса производства горячей воды в котле Энтророс ТТ 100-1000.
47. Автоматизация водяного пожаротушения в условиях общественно-административного здания «СКБ Контур».
48. Автоматизация технологического процесса приточной вентиляции в условиях предприятия ООО «ВИЗ-Сталь».
49. Автоматизация технологического комплекса производства пара на примере котла Е-50-3,9-440 ГМ.
50. Автоматизация технологического комплекса вентиляции в условиях шахты «Ново-Кальинская».
51. Автоматизация амиачной холодильной установки в условиях ФГКУ комбината «Горный» Росрезерва.
52. Разработка технического задания и управляющей программы для станка плазменной резки RUR 2500.
53. Автоматизация технологического процесса выработки электроэнергии в условиях предприятия АО «РН-Няганьнефтегаз».
54. Автоматизация технологического комплекса измельчения в условиях филиала АО ТНК Казхром «Донской ГОК».
55. Автоматизация процесса транспортировки газа в условиях предприятия ООО «Газпром трансгаз Югорск».
56. Автоматизация технологического комплекса загрузки руды в скиф в условиях шахты «Ново-Кальинская».
57. Автоматизация технологического комплекса производства пара в парогенераторе ПНГ-200 М в условиях энергоблока №3 Белоярской АЭС.
58. Автоматизация технологического комплекса производства горячей воды на примере котла ПТВМ-100.

## Теоретические вопросы государственной итоговой аттестации, оценивающие сформированность компетенций

1. За счет чего получен экономический эффект?
2. Какое допустимое значение отклонения количества пара от номинального значения?
3. Назовите свою локальную САР и покажите ее на схеме автоматизации.
4. Назовите вредный производственный фактор и охарактеризуйте его.
5. Поясните выбор контроллера. Какими принципами вы руководствовались при выборе ПЛК?
6. Чему равно перерегулирование при оптимальных настройках по каналу возмущения?
7. Назовите средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест.
8. Какой протокол и интерфейс используются для связи ПЛК и верхнего уровня?
9. Как подразделяют неблагоприятные производственные факторы по результирующему действию?
10. Как подключается ультразвуковой датчик к ПЛК?
11. Какие типы переходных процессов Вы знаете?
12. Как подразделяют вредные производственные факторы по воздействию на организм работающего человека?
13. Как подключается датчик расхода к ПЛК?
14. Является ли управляющая программа единой для всех изделий?
15. Как осуществляется загрузка программного обеспечения в станок?
16. Должен ли переходный процесс по каналу задания иметь такие же показатели качества, как и по каналу возмущения?
17. Зачем нужна панель оператора и какие функции она выполняет?
18. Почему в качестве оптимального выбран переходный процесс с 20-% перерегулированием?
19. Насколько дешевле разработать и собрать свой ПЛК по сравнению с общепромышленным?
20. Как осуществляется симуляция?

Пример оформления заявления на утверждение темы  
выпускной квалификационной работы

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**

**ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»**

Зав. кафедрой автоматике и компьютерных  
технологий доц., к. т.н. Бочкову В.С.

От студента \_\_\_\_\_

группы \_\_\_\_\_

формы обучения \_\_\_\_\_

**ЗАЯВЛЕНИЕ  
НА УТВЕРЖДЕНИЕ ТЕМЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Прошу утвердить мне тему выпускной квалификационной работы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

(название темы)

И назначить научным руководителем \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, должность)

\_\_\_\_\_ 20 г.

Дата

\_\_\_\_\_  
(подпись студента)

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_

(подпись)

(ФИО)

Пример оформления титульного листа выпускной квалификационной работы  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРИАТ)**

**ТЕМА:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Горно-механический факультет

*Студент:* \_\_\_\_\_ (*подпись*)  
Ф.И.О.

Направление: 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Группа:

Квалификация: бакалавр

*Руководитель:* \_\_\_\_\_ (*подпись*)  
Ф.И.О.

Кафедра: автоматики и компьютерных технологий (АКТ)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Допустить к защите:

Зав.кафедрой: Бочков Владимир Сергеевич, к.т.н., доцент  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

Екатеринбург  
20\_\_

Пример оформления задания на выполнение выпускной квалификационной работы

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Кафедра автоматике и компьютерных технологий**

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой АКТ  
доцент  
\_\_\_\_\_ В. С. Бочков  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

для присвоения квалификации бакалавр по направлению подготовки  
15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Студенту \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество полностью)

Тема выпускной квалификационной работы \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Руководитель работы \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание)

Дата выдачи задания «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.



**Исходные данные для выполнения выпускной квалификационной работы:**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Содержание расчетно-пояснительной записки:**

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_

**Демонстрационный материал:**

- слайд 1 – \_\_\_\_\_ ;
- слайд 2 – \_\_\_\_\_ ;
- слайд 3 – \_\_\_\_\_ ;
- слайд 4 – \_\_\_\_\_ ;
- слайд 5 – \_\_\_\_\_ ;
- слайд 6 – \_\_\_\_\_ ;
- слайд 7 – \_\_\_\_\_ .

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Студент

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Образец отзыва научного руководителя на выпускную квалификационную работу

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФГБОУ ВО  
«УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Выпускная квалификационная работа выполнена

Студентом (кой) \_\_\_\_\_

Направление 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Кафедра Автоматики и компьютерных технологий

Группа \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_

Общая характеристика работы студента в период выполнения ВКР: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Отмеченные достоинства \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Отмеченные недостатки \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Заключение: *Выпускная квалификационная работа студента \_\_\_\_\_  
может быть рекомендована к защите*

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

Научный руководитель: \_\_\_\_\_

подпись

(подпись)

(ФИО отчетливо)

Пример оформления документа, подтверждающего использование результатов  
выпускной квалификационной работы

**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.

## Форма справки о проверке на антиплагиат

Справка о результатах проверки текстового документа на наличие заимствований

Проверка выполнена в системе Антиплагиат.ВУЗ

Автор работы	Паручова Екатерина Владимировна
Квартал, кафедра, номер группы	ФЭО, ЭМ гр-3-5.2
Тип работы	Выпускная квалификационная работа
Название работы	Сопровождение системы оплаты труда
Название файла	Паручова Сопровождение системы оплаты труда ОАО ПНФ.docx
Процент заимствования	24,8%
Процент цитирования	1,68%
Процент оригинальности	73,48%
Дата проверки	15:57:53 15 мая 2018г.
Модули поиска	Коллекция курсов, Модуль поиска "УрГУ", Модуль поиска ЗСБ "Юрайт", Модуль поиска общедоступных баз данных, Модуль поиска ЗСБ "Лань", Модуль поиска Интернет, Модуль поиска ЗСБ "Милус", Модуль поиска ЗСБ "Университетская библиотека онлайн", Цитирование, Модуль поиска ЗСБ "ЮСЦИ", Модуль поиска ЗСБ "БиблиоГоссиа"
Работу проверил	Мороз Ирина Александровна
Дата подписи	<input type="text"/>

Человек убедился в подлинности справки, используя QR-код, который зашифрует ссылку на отчет.

Оплата за работу, связанная с обработкой конфиденциальной информации, должна осуществляться на основании предварительного предоставления информации на предмет предоставления в коммерческие цели.

Экспорт PDF

Adobe Acrobat Pro DC

Преобразуйте файлы PDF в формат Word или Excel через Интернет

Подробнее

Создать PDF

Редактировать PDF

Добавить комментарий

Объединить файлы

Заполнить и подписать

Дополнительные инструменты

Храните файлы и общайтесь ими в Document Cloud

Подробнее

744 13.05.2018

Пример содержания пояснительной записки выпускной квалификационной работы

## СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. Цели и задачи исследования.

2. Основная часть.

2.1. ....

2.2. ....

2.3. ....

2.4. ....

....

3. Безопасность жизнедеятельности.

4. Расчет экономической эффективности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Приложения

Чертежи:

1. ....

2. ....

.....

Образец оформления библиографического списка при оформлении списка использованных источников при написании выпускной квалификационной работы

### **Книги**

#### **... одного автора**

*Емельянов А. Г.* Основы природопользования: учебник. 7-е изд., стереот. М.: Академия, 2012. 256 с.

#### **... четырех и более авторов**

*Экономическая теория:* учебник / под ред. В. Д. Камаева. 10-е изд., перераб. и доп. М.: ВЛАДОС, 2004. 590 с.

#### **Справочные издания**

*Новый экономический словарь:* 10 000 терминов / под ред. А. Н. Азрилияна. М.: Ин-т новой экономики, 2006. 1083 с.

### **Нормативно-технические документы**

#### **Правила, инструкции**

*Типовая инструкция для инженерно-технических работников по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин:* РД 10-40-93: с изм. № 1 РДИ 10-388(40)-00: утв. 26.11.93: введ. в действие с 01.06.93. СПб.: ДЕАН, 2001. 16 с.

#### **Стандарты**

*Основные требования к чертежам.* ЕСКД: ГОСТ 2.109-73. Введ. 1974-07-01. М.: Стандартинформ, 2007. 28 с.

*Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу.* Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления: ГОСТ 7.32-2001. Введ. 2002-07-01. Минск: Госстандарт России, 2002. 19 с.

#### **Патентные документы**

*Приемопередающее устройство:* пат. 2187888 Рос. Федерация: МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00 / Чугаева В. И.; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. № 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). 3 с.

### **Составные части документов**

#### **статья**

##### **... из журнала**

*Интегральное информационное поле в науках о земле / Н. П. Лавёров [и др.] // Вестник РАН.* 2008. Т. 78, № 10. С. 875 — 880.

##### **... из газеты**

*Васильева Ю.* Новые цифры в кадастре: закон ограничит произвол в определении стоимости земли // Российская газета. 2009. 17 февр. С. 1, 2.

#### **Глава, раздел ... из книги**

*Регуш В. В., Маркова Г. В., Гришин А. А.* Зарубежный опыт стимулирования освоения нововведений агропромышленным производством // Механизм освоения инноваций в АПК. М., 2006. Гл. 2. С. 11 — 27.

### **Нормативно-правовые акты**

*Конституция Российской Федерации* [Электронный ресурс]: [принята 12 дек. 1993 г.]: (ред. от 30.12.2008) // СПС «Консультант Плюс».

*Налоговый кодекс Российской Федерации.* Часть 1: от 31 июля 1998 г. № 146-ФЗ [Электронный ресурс]: принят Гос. Думой 16.07.1998: одобр. Советом Федерации 17 июля 1998 г.: (ред. от 26.11.2008): (с изм. и доп., вступающими в силу с 01.01.2009) // СПС «Консультант Плюс».

*Закон РСФСР «Об охране окружающей среды»:* от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ [Электронный ресурс]: принят Гос. Думой 20.12.2001 // СПС «Консультант Плюс». Горно

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Уральский государственный горный университет»



В. П. Барановский

ТЕОРИЯ  
АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Допущено Учебно-методическим объединением  
вузов по образованию в области автоматизированного  
машиностроения (УМО АМ) в качестве учебного пособия  
для студентов высших учебных заведений, обучающихся  
по специальности «Автоматизация технологических процессов  
и производств» направления подготовки  
«Автоматизированные технологии и производства»

3-е издание, исправленное

Екатеринбург – 2009



УДК 681.5.011 (075.8)

Б 24

Рецензенты: *Стирин Н. А.*, зав. кафедрой теплофизики и информатики в металлургии ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет – УПИ», профессор, д-р техн. наук; *Кимельман Э. А.*, за- генерального директора по научной работе НП «Уралсистем», канд. техн. наук.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Уральского государственного горного университета

**Барановский В. П.**

Б24

Теория автоматического управления: учебное пособие по курсовому проектированию / В. П. Барановский; Урал. гос. горный ун-т – 3-е изд., исправл. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. – 110 с. ISBN 978-5-8019-0222-7

Приведены задания на курсовой проект, изложен порядок выбора вариантов исходных данных, указана общая последовательность даны рекомендации по выполнению расчетов и оформлению курсового проекта. В Приложении рассмотрены примеры выполнения отдельных разделов работы.

Учебное пособие рассчитано на студентов специальности 220301 – «Автоматизация технологических процессов и производств» и студентов других специальностей, изучающих одноименную дисциплину.

Рис. 23. Табл. 26. Библиогр. 3 назв.

УДК 681.5.011 (075.8)

ISBN 978-5-8019-0222-7

©Уральская государственная горно-геологическая академия, 2001

©Уральский государственный горный университет, 2006, 2009

©Барановский В. П., 2001

©Барановский В. П., 2006

©Барановский В. П., 2009



Министерство образование и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Уральский государственный горный университет»



В. П. Барановский

**ТЕОРИЯ  
АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Сборник контрольных работ

Утверждено Редакционно-издательским советом  
Уральского государственного горного университета  
в качестве учебного пособия

Екатеринбург  
2014



УДК.681.5.011.(075.8)

Б 24

Рецензент: *Макаров В. А.*, генеральный директор ЗАО «Центр диагностики и экспертизы», канд. техн. наук

Печатается по решению Редакционно-издательского совета  
Уральского государственного горного университета

**Барановский В.П.**

Б 24

Теория автоматического управления: сборник контрольных работ / В. П. Барановский; Урал. гос. горный ун-т. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. 74 с.

В сборнике приведены задания на выполнение контрольных работ по основным разделам дисциплины «Теория автоматического управления»: идентификация типовых динамических звеньев, преобразование алгоритмических схем, точность, устойчивость и качество непрерывных и импульсных систем автоматического управления.

Для студентов очной формы обучения направления 220700.62 «Автоматизация технологических процессов и производств», направления 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника» (профиль подготовки «Электропривод и автоматика») и специальности 130400 «Горное дело» (специализация «Электрификация и автоматизация горного производства»)

Рис. 7. Табл. 12. Библиогр. 4 назв.

© Уральский государственный  
горный университет, 2014  
© Барановский В. П., 2014



Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Уральский государственный горный университет»



В. П. Барановский

ТЕОРИЯ  
АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

*Лабораторный практикум*

*Часть 1*

Утверждено Редакционно-издательским советом  
Уральского государственного горного университета  
в качестве учебного пособия

Екатеринбург  
2010



УДК.681.5.011. (075.8)

Б 24

Р е ц е н з е н т : *Макаров В.А.*, генеральный директор ЗАО «Центр диагностики и экспертизы», канд. техн. наук

Печатается по решению Редакционно-издательского совета  
Уральского государственного горного университета

**Барановский В. П.**

Б 24 Теория автоматического управления: лабораторный практикум, ч. I / В. П. Барановский; Урал. гос. горный ун-т. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. 128 с.

В пособии изложены основные понятия о статических и динамических характеристиках элементов и систем управления, о методах исследования линейных и нелинейных автоматических систем. Рассмотрены основные положения теории инвариантности и методы оценки прямых и косвенных показателей качества управления. Приведены варианты заданий и методические указания по выполнению лабораторно-практических работ, а также контрольные задания и вопросы для самопроверки.

Для студентов всех форм обучения специальности 220301 – «Автоматизация технологических процессов и производств (в горной промышленности) (АГП)» направления 220300 – «Автоматизированные технологии и производства»

Рис. 27. Табл. 21. Библиогр. 5 назв.

© Уральский государственный  
горный университет, 2010  
© Барановский В. П., 2010



Министерство образования и науки Российской Федерации


Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией  
горно-механического факультета

27 сентября 2010 г.

Председатель комиссии

 проф. В. П. Барановский

В. П. Барановский

## ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Задания, методические указания по выполнению  
и оформлению расчетной работы по дисциплине  
«Теория автоматического управления» для студентов  
специальности 220301 «Автоматизация технологических  
процессов и производств (АТП)» направления  
220300 «Автоматизированные технологии и производства»



Рецензент: *Е. В. Прокофьев*, канд. техн. наук, профессор кафедры АКТ Уральского государственного горного университета

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры автоматизации и компьютерных технологий 4 июня 2010 г. (протокол № 6) и рекомендованы для издания в УГГУ.

Б24 Барановский В. П.  
ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ: задания, методические указания по выполнению и оформлению расчетной работы / В. П. Барановский; Урал. гос. горный ун-т. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. 40 с.

Приведены задания на расчетную работу, изложен порядок выбора вариантов исходных данных, указана общая последовательность и даны методические указания по выполнению расчетов, приведены рекомендации по оформлению работы.

Для студентов специальности 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств (АГП)» направления 220300 «Автоматизированные технологии и производства».



Федеральное агентство по образованию  
ГОУ ВПО  
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией  
горно-механического факультета  
«26» октября 2009 г.

Председатель комиссии

 / В. П. Барановский

В. П. Барановский

## ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

*Методические указания*  
по самостоятельной работе для студентов заочной формы  
обучения специальности 220301 – «Автоматизация  
технологических процессов и производств (АТП)»  
направления 220300 – «Автоматизированные технологии  
и производства»

*2-е изд., испр. и доп.*



Рецензент: *Е. В. Прокофьев*, канд. техн. наук, профессор кафедры АКТ Уральского государственного горного университета

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры автоматизации и компьютерных технологий 9 апреля 2009 г. (протокол № 6) и рекомендованы для переиздания в УГГУ.

Барановский В.П.  
Б24 ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ: методические указания по самостоятельной работе для студентов заочной формы обучения / В. П. Барановский; Урал. гос. горный ун-т. – 2-е изд., испр. и доп. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. – 60 с.

Приведены рабочая программа и методические указания по самостоятельному изучению дисциплины, контрольные задания и вопросы для самопроверки, варианты контрольных работ с краткими примечаниями по их выполнению.

Для студентов заочной формы обучения специальности 220301 – «Автоматизация технологических процессов и производств (АТП)» направления 220300 – «Автоматизированные технологии и производства».

© Уральская государственная  
горно-геологическая академия, 2003  
© Барановский В. П., 2003  
© Уральский государственный  
горный университет, 2009  
© Барановский В. П., 2009,  
с исправлениями и дополнениями



Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Уральский государственный горный университет»



В. П. Барановский

## ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Сборник тестовых заданий и вопросов

*Допущено  
Учебно-методическим объединением вузов по образованию  
в области автоматизированного машиностроения  
в качестве учебного пособия  
для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автоматизация  
технологических процессов и производств» направления  
«Автоматизированные технологии и производства»*

2-е издание, исправленное

Екатеринбург – 2008



УДК 681.5.011.(075.8)

Б 24

Рецензенты: *Спирин Н. А.*, заведующий кафедрой теплофизики и информатики в металлургии Уральского государственного технического университета «УГТУ-УПИ», д-р техн. наук, профессор;  
*Макаров В. А.*, генеральный директор ЗАО Центра диагностики и экспертизы «Цветметналадка», канд. техн. наук.

**Барановский В. П.**

Б 24 Теория автоматического управления: сборник тестовых заданий и вопросов / Барановский В. П.; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГТУ, 2008. – 124 с.

ISBN 978-5-8019-0166-4

Приведены 250 заданий и вопросов (с возможными вариантами ответов), которые преподаватель может использовать для проверки усвоения и текущего контроля знаний студентов, а студенты – для самопроверки при изучении дисциплины «Теория автоматического управления»

Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов 220300 (657900) «Автоматизированные технологии и производства»

Рис. 126. Библиогр. 4 назв.

УДК 681.5.011.(075.8)

ISBN 978-5-8019-0166-4

© Уральская государственная горно-геологическая академия, 2004  
© Барановский В. П., 2004  
© Уральский государственный горный университет, 2008  
© Барановский В. П., 2008, с исправлениями



Министерство образования и науки РФ  
ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

ЭЛЕКТРОННОЕ ИЗДАНИЕ УГГУ



М.А. Ельняков

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Методические указания по выполнению лабораторных работ  
дисциплины «Информационные технологии» для студентов  
всех форм обучения направления бакалавриата 15.03.04  
«Автоматизация технологических процессов и производств».

Екатеринбург  
2019

Министерство образования и науки РФ

ФГБОУ ВО  
«Уральский государственный горный университет»

**ОДОБРЕНО**

Методической комиссией  
горно-механического факультета  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019г.

Председатель комиссии  
\_\_\_\_\_ В. П. Барановский

**ЭЛЕКТРОННОЕ ИЗДАНИЕ УГГУ**



М.А. Ельняков

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

### **ЧАСТЬ I**

Методические указания по выполнению лабораторных работ  
дисциплины «Информационные технологии» для студентов  
всех форм обучения направления бакалавриата 15.03.04  
«Автоматизация технологических процессов и производств».



Электронное издание УГГУ

УДК 004

E57

№ ЭЛЕКТРОННОГО ИЗДАНИЯ \_\_\_\_\_

РЕЦЕНЗЕНТ: *Вильгельм А.В.*, директор ООО «ИНГОРТЕХРУДА», канд. техн. наук.

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры автоматике и компьютерных технологий 17 апреля 2019 г. (протокол № 6) и рекомендованы в качестве электронной версии печатного издания в УГГУ.

**М. А. Ельняков**

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Методические указания по выполнению лабораторных работ дисциплины «Информационные технологии» для студентов всех форм обучения направлений бакалавриата 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»/М. А. Ельняков; Урал. гос. горный ун-т. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. - 80 с.

### **АННОТАЦИЯ**

Рассмотрены основные приемы работы в программах, входящих в пакт MS Office на примере сборки 2016г. Приведены задания, нацеленные на освоение студентами основных приемов работы в текстовом процессоре MS Word и табличном процессоре MS Excel, указана общая последовательность и даны методические указания по выполнению работ.

Для студентов направления подготовки бакалавров 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

© Ельняков М. А., 2019

©Уральский государственный  
горный университет, 2019

## Оглавление

Лабораторная работа WORD № 1. Основные приемы работы с документами .....	5
Лабораторная работа WORD № 2. Оформление документов в текстовом процессоре MS WORD. 15	
Лабораторная работа WORD № 3. Работа с таблицами в текстовом редакторе Word .....	24
Лабораторная работа WORD № 4 Вставка объектов, графические возможности, уравнения.....	32
Лабораторная работа WORD № 5. Создание шаблонов документов с использованием полей формы в текстовом редакторе Word .....	39
Лабораторная работа EXCEL № 1. Знакомство с системой электронных таблиц Excel, формирование таблицы. ....	43
Лабораторная работа EXCEL № 2. Связывание электронных таблиц EXCEL.....	53
Лабораторная работа EXCEL № 3. Встроенные функции EXCEL и оформление рабочих листов. 59	
Лабораторная работа EXCEL № 4. Графические возможности EXCEL и способы оформления диаграмм. ....	64
Лабораторная работа EXCEL № 5. Управление данными в EXCEL. ....	69
Лабораторная работа EXCEL № 6. Создание сводных таблиц в EXCEL.....	74
Список литературы .....	80

# Лабораторная работа WORD № 1.

## Основные приемы работы с документами

1. Цель работы: освоить основные приемы работы с документами.
2. Задачи работы: изучить работу текстового процессора, научиться создавать документы в Word.

### 3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. Понятие о текстовом процессоре

**Текстовый процессор** – программа для создания, редактирования и просмотра текстового документа в интерактивном режиме с широкими возможностями для оформления и создания макета для печати. Среди текстовых процессоров можно выделить следующие программы Microsoft Word, OpenOffice.org Writer.

**Текстовые редакторы**, в отличие от текстовых процессоров, предназначены в основном для ввода текста и обладают ограниченными возможностями оформления документа. Самыми распространёнными текстовыми редакторами принято считать NotePad++, Блокнот.

Приложение Microsoft Word разработано специально для обработки текстов. Файлы Word называют документами. Обычно документы содержат не только текст, но и графические изображения, маркированные списки и различные типографские элементы, например, буквицы. Тексты и иллюстрации многих форматов могут быть импортированы в Word из других программ и встроены в текст документа, в результате чего они становятся частью текстового файла Word, продолжая существовать и в виде "своего" формата. В Word можно создавать документы, редактировать, форматировать и рецензировать их, выводить на печать. Ярлык Word (рисунки 3) имеет вид идентичный с ярлыком документа, созданного в нем.

#### 3.2. Основные приемы работы с документом

- К основным приемам работы с документами относятся:
- создание документа;
- ввод текста;
- редактирование текста;
- форматирование текста;
- сохранение документа;
- печать документа.

#### 3.3. Запуск приложения WORD

После запуска ТП Word, на экране появляется приветственное окно приложения (рис. 1.1), в котором доступны следующие возможности:

- пункт «Главная» содержит список основных шаблонов и последних открытых документов;
- пункт «Создать» предоставляет доступ к расширенному списку шаблонов;
- пункт «Открыть» предоставляет возможность открытия ранее созданного документа.

##### 3.3.1. Создание документа

Можно создать несколько новых документов. Все документы Microsoft Word создаются на основе шаблонов. Шаблон – это служебный файл с расширением .dotx, который содержит всевозможную информацию о структуре и оформлении документов конкретного типа: фрагменты стандартного текста, стили, элементы автотекста, макрокоманды. Для документов общего типа предусмотрен стандартный шаблон «Новый документ» (Normal.dotx).

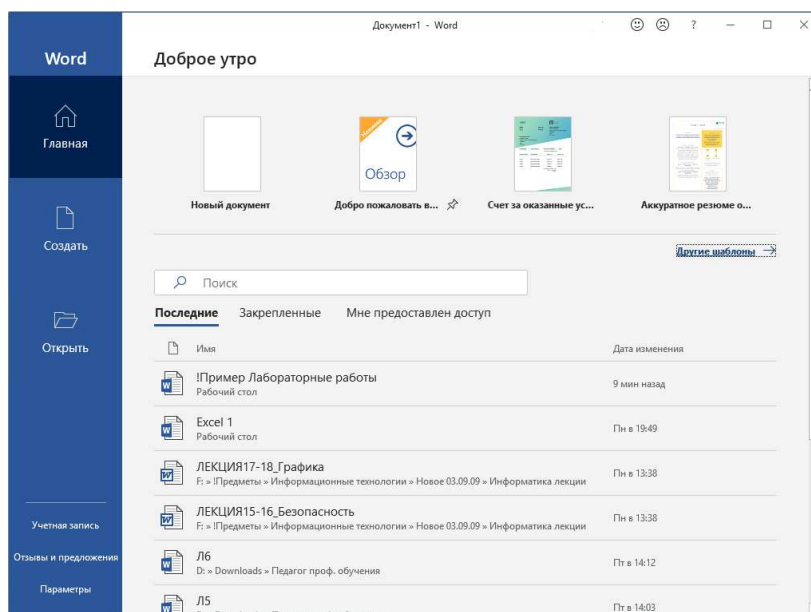


Рис. 1.1. Приветственное окно Word

### 3.3.2. Открытие документа

Для открытия существующего документа необходимо выбрать раздел «Открыть», после чего откроется диалоговое окно «Открытие документа», разделенное на 2 области. Правая область отображает недавние документы. Левая область дает возможность выбрать возможные места хранения документа, в том числе облачные хранилища.

Если в левой области выбрать кнопку «Обзор», то откроется диалоговое окно. По умолчанию в поле списка выводятся только файлы с документами Word. Для вывода других типов файлов или всех файлов необходимо выбрать соответствующий тип в поле Тип файлов. Документы Microsoft Word имеют расширение .docx и значки (рис. 1.2).




Рис. 1.2. Иконка документа Word

### 3.4. Экран WORD

После создания нового или открытия существующего документа откроется рабочее окно приложения Word (рис. 1.3).

**Строка заголовка** содержит: панель быстрого доступа (кнопки в левой части строки), имя документа, кнопки сокрытия ленты, сворачивания, закрытия окна приложения.

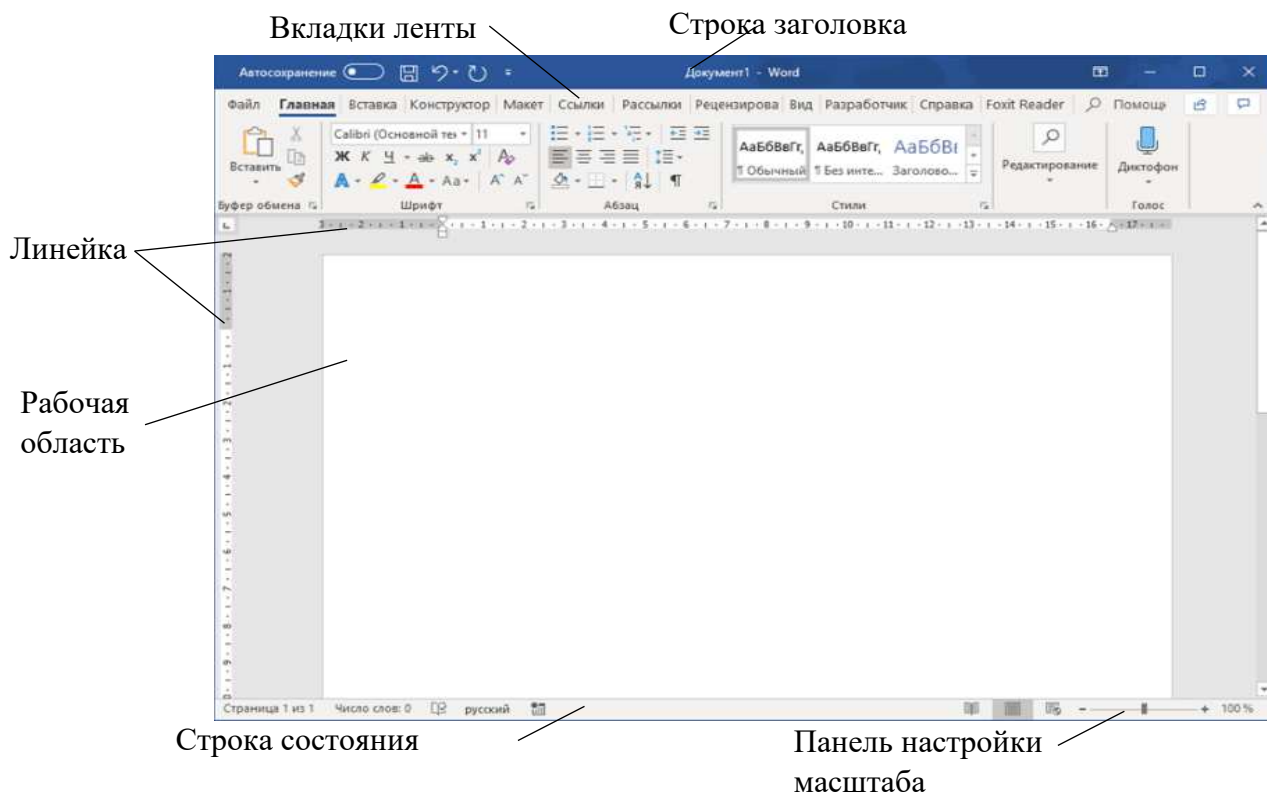
Начиная с Word 2007 вместо традиционного меню стала использоваться система логических групп и вкладок, называемая **Лентой**. Лента содержит ряд вкладок с командами. Данные вкладки содержат средства для выполнения наиболее типичных задач в Word. На вкладках инструменты разбиты по группам, разделенные вертикальными полосами. У каждой группы есть свое название, которое можно увидеть под инструментами по середине группы, а также кнопка вызова диалогового окна , находящаяся в правом нижнем углу группы. Поддерживается возможность самостоятельной настройки Ленты. Настройки доступны во вкладке «Файл» → «Параметры» → «Настройка ленты». Некоторые вкладки отображаются лишь тогда, когда в них есть необходимость, например при работе с колонтитулами появится вкладка «Работа с колонтитулами» → «Конструктор».

В окне документов Word можно вывести две линейки — горизонтальную и вертикальную. На горизонтальной линейке, расположенной в верхней части окна документа, отмечена длина строки. Эту линейку можно применять для задания ширины полей, колонок и отступов, а также установки табуляторов. Вертикальная линейка расположена вдоль левого края окна документа. С ее помощью можно изменить верхнее и нижнее поля страницы, а также высоту строк в таблицах. Для



отображения и сокрытия линеек нужно выбрать вкладку ленты «Вид» и в группе «Отображение» установить или снять галочку «Линейка».

В нижней части окна Microsoft Word расположена строка состояния. В ней выводятся различные сообщения (например номер страницы, раздела, общее количество страниц документа, и т.п.), а также доступна панель масштабирования документа и кнопки выбора режима отображения документа.



*Рис. 1.3. Рабочее окно приложения Word*

### 3.4.1. Доступ к основным операциям над документом (создание, сохранение и т.д.).

Вкладка «Файл» открывает диалоговое окно (рис. 1.4), предоставляющее доступ к следующим возможностям:

- пункты «Главная», «Создать» и «Открыть» аналогичны приветственному окну приложения (см. п. 3.3);
- пункт «Сведения» содержит не только информацию о документе и авторе, но и предоставляет доступ к настройкам защиты документа, поиска проблем и управления несохраненными копиями документа через соответствующие кнопки;
- пункт «Сохранить» позволяет сохранить документ с без изменения имени и места хранения;
- пункт «Сохранить как» позволяет сохранить документ с новым именем и выбрать место сохранения;
- пункт «Печать» позволяет не только напечатать документ, но и провести предварительный просмотр документа в правой части окна настройки печати;
- пункт «Общий доступ» позволяет поделиться документом через облачное хранилище, почту и другими доступными способами;
- пункт «Экспорт» позволяет перевести файл в другой формат, например PDF. Сохранение файла в формате PDF позволяет не беспокоиться об ошибках, возникающих при печати в случае, когда на компьютере, котором создавался документ, и на компьютере, с которого осуществляется печать, установлены различные версии программного обеспечения;
- пункт «Закрыть» закрывает текущий документ;
- пункт «Учетная запись» открывает доступ к настройкам учетной записи пользователя. Эта информация учитывается в пункте «Сведения»;

- «Отзывы и предложения» дает возможности обратной связи с производителем ПО;
- «Параметры» открывает диалоговое окно, содержащее настройки приложения (в том числе параметры Ленты).

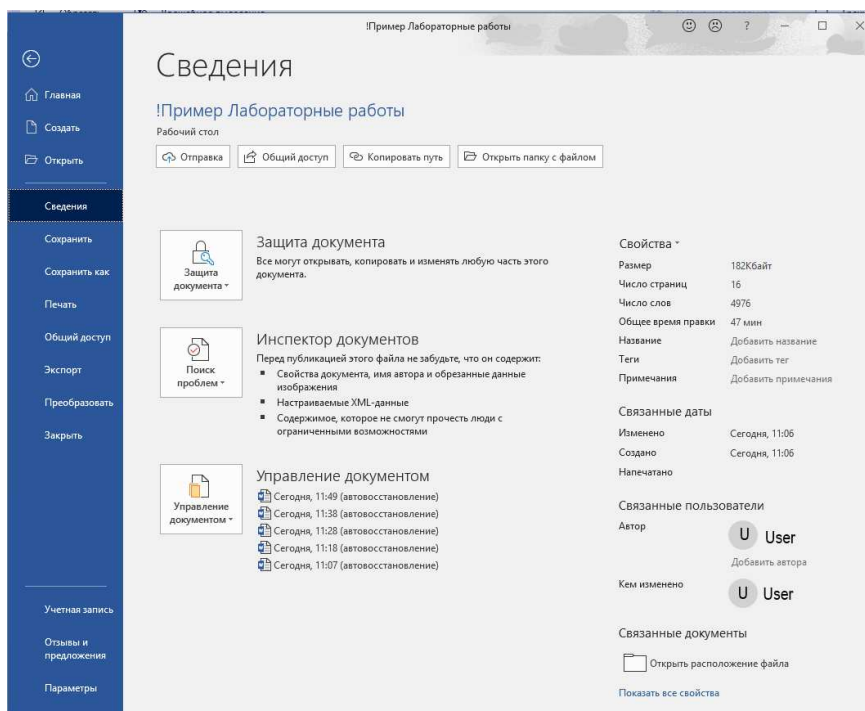


Рис. 1.4. Окно вкладки "Файл"

### 3.4.2. Контекстно-зависимое меню

Для удобства выполнения задач, связанных с отдельными объектами экрана, Word в дополнение к ленте также предлагает вторичную систему КОНТЕКСТНЫХ МЕНЮ (рис. 1.5). Они содержат лишь команды, применимые к данному объекту.

Для вызова контекстно-зависимого меню используется правая кнопка мыши, которая нажимается в момент указания на нужный объект. Например, указание на текст и нажатие на правую кнопку мыши вызовет контекстное меню клетки, содержащее пункты вырезать, копировать и т.д.

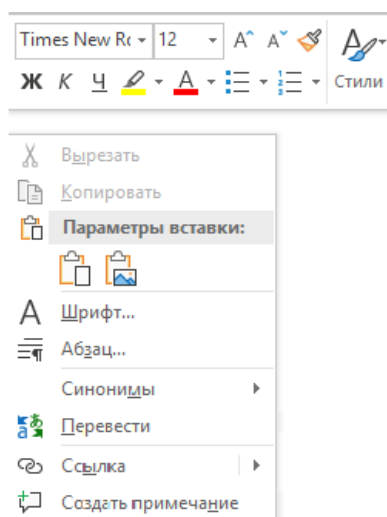



Рис. 1.5. Контекстно-зависимое меню

### 3.4.3. Сохранение документа

Сохранить документ можно при помощи соответствующих команд вкладки «Файл» или при помощи кнопки  в панели быстрого доступа.

При первом сохранении появится диалоговое окно «Сохранить как», где следует точное место хранения файла (папку, в которой необходимо сохранить документ). В поле Имя файла – ввести имя файла документа и нажать кнопку. В поле Тип файла – формат, в котором будет сохранен документ Сохранить.

При повторном сохранении диалоговое окно Сохранение документа не выводится, документ автоматически сохраняется в том же файле. Чтобы сохранить документ под другим именем или в другой папке, следует в меню Файл выбрать команду Сохранить как, после чего появится окно Сохранение документа.

### 3.5. Настройка рабочей области

В ТП MS Word в качестве рабочей области выступают листы документа. Пользователь может настроить параметры листа.

#### 3.5.1. Параметры страницы

Основные параметры страницы доступны в вкладке «Макет», к которым относятся:

- «Поля» дает возможность настроить параметры страницы, отвечающие за наличие неиспользуемых областей на странице, т.е. расстояние от края листа до текста или других объектов. Например, поля используют чтобы сшить документы при этом чтобы текст не попал на место сшивания документов;
- «Ориентация» дает возможность расположить лист вертикально (книжная ориентация) или горизонтально (альбомная ориентация);
- «Размер» дает возможность настроить размер рабочего листа. В качестве стандартного размера листа используется А4;
- «Колонки» позволяет разбить страницу на колонки.

#### 3.5.2. Настройка полей страницы

После того как пользователь нажмет на кнопку «Поля» группы «Параметры страницы» вкладки «Макет» раскроется список, в котором будут основные варианты настройки полей, а также доступен вариант пользовательской настройки полей. Для того чтобы создать собственный вариант настройки полей листа необходимо выбрать пункт «Настраиваемые поля...», находящимся внизу списка. После чего откроется диалоговое окно (рис. 1.6), в котором доступны основные настройки полей.

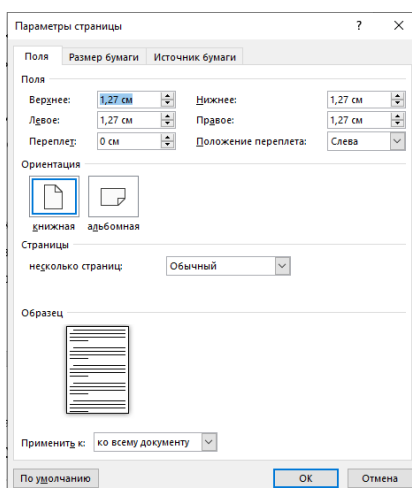


Рис. 1.6. Диалоговое окно настройки параметров страницы

### 3.6. Работа с текстом

#### 3.6.1. Выделение фрагмента текста

Фрагментом называется непрерывная часть текста. Выделение фрагмента делает его объектом последующей команды. Выделить фрагмент — значит «подсветить» его с помощью мыши или клавиатуры. Для этого нужно установить указатель мыши в левое поле (он превратится в стрелку, направленную вправо). При нажатии левой клавиши мыши выделится одна строка, при двойном нажатии – абзац, при тройном – весь документ. Для того, чтобы выделить одно слово, достаточно дважды щелкнуть на нем мышью. Для того, чтобы выделить один абзац необходим тройной щелчок мыши на нем. Для выделения одного предложения следует нажать клавишу Ctrl и щелкнуть мышью в предложении; для выделения всего текста нажать клавиши Ctrl+A.

Чтобы выделить фрагмент текста с помощью клавиатуры, необходимо установить курсор в начало фрагмента и, нажав клавишу Shift, клавишами управления курсором растянуть выделение на весь фрагмент. Снять выделение можно щелчком мыши в любом месте текста. При выделении нового фрагмента предыдущее выделение снимается.

### 3.6.2. Редактирование текста

Под редактированием понимают изменение уже существующего документа. Символ справа от курсора удаляется клавишей Delete, символ слева от курсора – клавишей Backspace. Для удаления фрагмента текста следует выделить его и нажать клавишу Delete. Если выделить фрагмент текста и набрать на клавиатуре новый текст, он вставится вместо выделенного фрагмента. Чтобы разделить абзац на два, необходимо установить курсор в предполагаемый конец первого абзаца и нажать клавишу Enter (при нажатии клавиши Enter в текущую позицию курсора вставляется непечатаемый символ ¶). Для включения/отключения режима просмотра непечатаемых символов используется кнопка ¶. Непечатаемые символы удаляются как обычные, клавишами Delete и Backspace.

### 3.6.3. Форматирование текста

Форматирование — это способность ТП изменять оформление документа на странице:


- выравнивать текст - центрировать, прижимать к левой или правой границе, равномерно распределять слова в строке;
- устанавливать межстрочный интервал (разреженность строк на странице) и межбуквенный интервал в слове;
- использовать разные шрифты и т.п.
- изменять границы рабочего поля, определяя поля сверху, снизу, слева, справа.

Основные инструменты для форматирования текста находятся на вкладке «Главная» в группах «Шрифт» и «Абзац».

### 3.6.4. Выравнивание текста


Форматирование текста часто применяется по отношению к абзацу. Абзац - фрагмент текста, процесс ввода которого закончился нажатием на клавишу ввода Enter. Как только вводимый текст достигает правой границы, текстовый процессор автоматически переведет его на следующую строку. Если вводимое слово не помещается на оставшейся строке, то текстовый процессор автоматически начинает новую строку.

По умолчанию текст в Word выравнивается по левому краю, при этом правый край остается неровным. Для большинства документов это выглядит приемлемо, но при желании можно изменить выравнивание некоторых абзацев и задать выравнивание вправо (например, даты в письме, при этом неровный край останется слева). Выравнивание по ширине (в этом случае строки равномерно распределяются между левым и правым полями). Следующий тип - выравнивание по центру – часто используется для заголовков (при этом и левый, и правый


края - неровные). Для того, чтобы выровнять абзац, необходимо его выделить, а затем использовать кнопки выравнивания  в группе «Абзац» вкладки «Главная».

Для того, чтобы установить "красную строку" открыть диалоговое окно группы «Абзац». В открывшемся окне в области «Отступы» в поле «Первая строка» выбрать «Отступ» в соседнем окне ввести величину отступа.

### 3.6.5. Установка межстрочного интервала

Низкая разреженность строк (т.е. небольшое расстояние между соседними строками) затрудняет чтение, а высокая - делает документ малоинформативным. Для правильного выбора разреженности строк необходимо выделить фрагмент, а затем в группе «Абзац» нажать на кнопку . Далее выбрать из списка один из нужных интервалов, например, одинарный, полуторный, двойной.

### 3.6.6. Обрамление текста








При работе с текстом существует возможность осуществить обрамление текста (создание границ). Для этого необходимо воспользоваться кнопкой «Границы» группы «Абзац» и выбрать пиктограмму квадрата . Так же можно обрамить текст цветным фоном или изменить фон внутри границ с помощью кнопки «Заливка».

### 3.6.7. Установка шрифтов

Одним из основных вопросов при создании документа является выбор типа шрифта, его стиля и размера, а также определения требований к плотности печати на строке и на странице. Тип шрифта (или принятый в полиграфии термин гарнитура шрифта) определяет особенности написания целого набора символов, включающего заглавные и строчные буквы, цифры, знаки пунктуации и специальные символы, (например, Times New Roman Cyr, Arial Cyr или Courier New Cyr). Правильный выбор шрифта, его стиля (жирный, курсив, обычный) и размера акцентирует содержание сообщения, не привлекая внимания к самому шрифту.

Размер шрифта или иначе кегль — это его вертикальный размер, изменяемый в пунктах (1 пункт равняется 0,376 мм). Устанавливается в соответствующем окне в группе «Шрифт». Для большинства документов используется 10 - 12 пунктовые шрифты, в то время как газетная полоса может иметь только 8 пунктовый шрифт. Размер шрифта более 14 пунктов обычно используется лишь для заголовков и выделений. Шрифты различных типов, но одного размера необязательно выглядят одинаковыми по величине.

Для того, чтобы ввести формулу соответствующим образом (надстрочный и подстрочный символы), необходимо выделить этот фрагмент, затем нажать на соответствующую кнопку в группе «Шрифт». Ширина строки (колонки) определяется количеством знаков, которые могут быть на ней помещены. Обычно оптимальной считается ширина строки в пределах от 45 до 60 символов.

В группе «Шрифт» доступны так же инструменты позволяющие сделать текст полужирным , курсивом , подчеркнутым , зачеркнутым , изменить цвет текста , цвет фона  и применить к тексту специальные эффекты оформления .

## 3.7. Рецензирование текста

Рецензирование – процесс критического анализа и оценки документа. Word предлагает набор инструментов для процесса рецензирования документов, находящиеся на вкладке «Рецензирование». Рассмотрим некоторые из них.

### 3.7.1. «Правописание»

Инструменты, принадлежащие к данной группе, предназначены для проверки орфографии и грамматики. При вводе текста Word подчеркивает красной волнистой линией слова, которые не

находит в своем словаре (например, имена собственные, слова с ошибками), или стоящие рядом повторяющиеся слова (например, «оно», «оно»). Эти ошибки можно исправлять по мере их появления или в конце работы над документом. Для исправления орфографических ошибок во время ввода текста необходимо вызвать контекстное меню слова, подчеркнутого красной волнистой линией, затем щелкнуть предлагаемый вариант замены или указать на необходимость не изменять аналогичные слова в последующем тексте.

Если требуется проверить весь текст на наличие орфографических ошибок, то можно воспользоваться специальной программой проверки правописания, находящейся во вкладке «Рецензирование», кнопка «Проверка документа» (Рис. 1.7). Если требуется помощь в подборе нужного слова, то используют тезаурус (словарь синонимов) Word, доступный в той же группе инструментов. Он экономит время и улучшит качество документа.

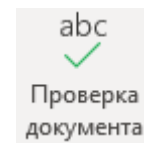


Рис. 1.7. Кнопка Корректора

### 3.7.2. «Запись исправлений»

Регистрация исправлений позволяет легко отслеживать изменения, внесенные вами и другими пользователями. Исправления — это предложения, которые можно просмотреть, а затем удалить или применить окончательно.

Для включения функции записи исправлений необходимо нажать на кнопку «Записывать исправления». После включения данного режима Word начнет фиксировать изменение вносимые пользователем. Если этот режим активен, удаленный текст вычеркивается, а добавленный — подчеркивается, при этом слева от внесенных изменений, в области поля страницы, появится цветная вертикальная полоса, указывающая строки, в которых произошли изменения. Изменения, внесенные разными авторами, выделяются разными цветами. Если отключить эту возможность, повторным нажатием на кнопку «Записывать исправления», новые исправления не будут регистрироваться, но цветные подчеркивания и зачеркивания останутся.

Контролировать состояние режима записи исправлений можно по цвету кнопки «Записывать исправления»:

- если цвет кнопки отличается от основного цвета ленты (как правило он более темный), значит режим включен;
- если цвет кнопки совпадает с основным цветом ленты, значит режим отключен.

Можно выбрать режим просмотра изменений в документе из (показывать исправления, скрыть их или показать исходный документ), настроить режимы отображения исправлений с помощью кнопки «Показать исправления», а так же при помощи кнопки «Область проверки» вызвать на экран одноименное окно, в которой будут отображаться только внесенные изменения с указанием автора.

### 3.7.3. Работа с исправлениями

При работе с документом, в котором был включен режим записи исправлений, пользователю осуществляющему финальную проверку документу необходимо работать не только с исходным текстом, но и с исправлениями внесенными другими пользователями. В группе «Изменения» вкладки «Рецензирование» доступны следующие инструменты для работы с исправлениями:

- «Принять» позволяет утвердить текущее или все исправления в документе;
- «Отклонить» позволяет удалить текущее или все исправления в документе;
- «Предыдущее» осуществляет переход к предыдущему исправлению;
- «Следующее» осуществляет переход к следующему исправлению.

После принятия или отклонения исправления исчезнет как цветовое выделение, так и комментарий и запись в области исправлений.

## 4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

**4.1.** Запустить приложение MS Word. Ознакомиться с областями экрана; освоить перемещение по экрану с помощью мыши и кнопок прокрутки; ознакомиться с вкладками ленты и группами инструментов. Поочередно включить несколько пунктов вкладки «Файл», ознакомиться с принципом расположения и вызова их опций.

**4.2.** Ввести текст по образцу из **Приложения А**. Включить режим записи исправлений. Сделать проверку орфографии текста. Отредактировать его, исправив все ошибки и добавив в конце 3-го абзаца формулу, учитывая верхние и нижние регистры:

$$b_m b_{m-1} \dots b_1 b_0 = b_m * 2^m + b_{m-1} * 2^{m-1} + \dots + b_1 * 2^1 + b_0 * 2^0.$$

Например,  $(10011)_2 = 1 * 2^4 + 0 * 2^3 + 0 * 2^2 + 1 * 2^1 + 1 * 2^0 = (19)_{10}$

**4.3.** Отформатировать текст. Установить параметры страницы: верхнее поле – 2,5 см; нижнее – 2 см; левое – 3 см; правое – 2 см. Оформить абзацы, установив "красную строку". Задать выравнивание для 1-го абзаца – по левому краю, начертание «обычный», размер шрифта 14, для 2-го абзаца – по центру, начертание «полужирный», размер шрифта 12, для 3-го абзаца – по правому краю, начертание «курсив», размер шрифта 14, для 4-го абзаца – по ширине, начертание «подчеркнутый», размер шрифта 10. В 4-м абзаце, установить полуторный межстрочный интервал, в 5-м абзаце - двойной межстрочный интервал.

**4.4.** Сделать обрамление (рамку) для любого из абзацев, поменять цвет шрифта и фона.

**4.5.** Сохранить документ в файле.

## 5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Как осуществляется запуск Word?
- 2) Назовите компоненты окна приложения Word.
- 3) Как производится проверка правописания?
- 4) Что такое редактирование текста?
- 5) Для чего служит тезаурус?
- 6) Как вызвать на экран диалоговое окно для группы инструментов?
- 7) Что такое кегль?
- 8) Понятие форматирования текста.
- 9) Что такое гарнитура шрифта?
- 10) Что такое рецензирование?



## Задание к лабораторной работе Word №1

### 1 Информационные технологии

Информационные технологии — это совокупность средств и методов сбора, хранения, преобразования и использования информации в различных сферах деятельности человека.

#### 1.1 Современные информационные

Современные информационные технологии имеют общие черты с промышленными. И это не только техническое оснащение, машинные способы производства, маркетинговые механизмы реализации продукции. Как и в промышленной, в информационной технологии различают вспомогательные (обеспечивающие основное производство) процессы: формирование ресурсной базы (приобретение документов, технических средств, оборудования и комплектующих, расходных материалов), транспортирование сырья и продукции (доставка документов, передача информации по коммуникационным каналам), хранение (складирование) сырья и продукции (хранение фондов, архивирование данных).

#### 1.2 Двоичная система счисления

Вся информация в компьютере представлена в виде двоичных чисел. Перевод числа из двоичной системы в десятичную осуществляется по формуле.

### 2. Текстовые редакторы и процессоры

#### 2.1 Классификация

Для работы с текстом используются два основных класса программного обеспечения: текстовые редакторы и текстовые процессоры. Редакторы используются при работе с несложными текстовыми файлами, служат только для операций ввода и редактирования текста. Текстовые процессоры предусматривают множество дополнительных функций. Они используются при создании сложных документов, когда имеет значение внешний вид документа. Текстовые процессоры имеют средства форматирования (оформления) текста, создания таблиц, включения графики и многое другое.

#### 2.2 Текстовый редактор Блокнот

Блокнот (англ. Notepad) — простой текстовый редактор, являющийся частью операционных систем Microsoft Windows, начиная с вышедшей в 1985 году Windows 1.0. До начала создания документа задаются параметры страницы командой Файл / Макет страницы. Здесь можно выбрать: формат бумаги из раскрывающегося списка Размер; ориентацию бумаги: Книжная или Альбомная; поля — интервалы между текстом и краями листа; колонтитулы (верхний и нижний) — в них могут проставляться номера страниц, дата, время создания документа, его название и т.д. Щелчок по кнопке Ок закрывает окно Макет страницы с сохранением всех установок.

#### 2.3 Текстовый процессор Apache OpenOffice.org Writer

Apache OpenOffice.org Writer — текстовый процессор и визуальный (WYSIWYG) редактор HTML, входит в состав OpenOffice.org и является свободным программным обеспечением. Поддерживает большое количество форматов. В отличие от таких редакторов, как Microsoft Word и Abiword, в Writer отсутствует проверка грамматики хотя и присутствует проверка орфографии. Для включения проверки грамматики нужно установить специальное расширение.

#### 2.4 Текстовый процессор LibreOffice Writer

LibreOffice Writer — текстовый процессор и визуальный редактор HTML, входящий в состав офисного пакета LibreOffice. Распространяется по свободной лицензии Mozilla Public License v2.0. Содержит все необходимые функции современного полнофункционального текстового процессора и инструмента публикаций.

#### 2.5 Текстовый процессор MS Word

Текстовый процессор — это прикладное программное обеспечение используемое для создания текстовых документов. При создании документов целый ряд процедур форматирования и редактирования выполняются автоматически, а вспомогательные программы (Мастера) позволяют существенно упростить процесс создания документов, факсов, писем, брошюр, рукописей, тезисов.

Файлы Word называют документами. В MS Word можно создавать документы, редактировать, форматировать и рецензировать их, выводить на печать.



## Лабораторная работа WORD № 2.

### Оформление документов в текстовом процессоре MS WORD

1. Цель работы: освоить приемы форматирования документов в ТП Word.
2. Задачи работы: научиться оформлять документы, используя знания по компьютерной верстке в ТП Word.


### 3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. Редактирование текста

##### 3.1.1. Перемещение и копирование текста

Выделенный текст можно перемещать на новое место или копировать. Для этого используется «Буфер обмена» - область памяти, где временно хранится любой объект (например, текст, иллюстрация и т. п.) пока его место не займет новый объект. Буфер обмена в Microsoft Word позволяет копировать фрагменты таблицы не только в пределах Word но и в другие приложения, например, в Microsoft Excel. Перемещать или копировать текст можно 2 способами:

- с помощью инструментов (кнопки «Копировать», «Вырезать», «Вставить») в группе «Буфер обмена» на вкладке «Главная»;
- при помощи контекстного меню (команды «Вырезать», «Копировать», «Вставить»).

Чтобы вывести панель буфера обмена необходимо нажать на кнопку , расположенную в правом нижнем углу группы «Буфер обмена». Для вставки всех фрагментов из буфера одновременно используется кнопка «Вставить все». Для того, чтобы очистить буфер следует нажать кнопку «Очистить все».

##### 3.1.2. Перемещение и копирование методом «перетащить и отпустить»

Для перемещения фрагмента необходимо выделить нужный текст, затем установить указатель мыши на него, чтобы он (указатель) принял вид стрелки, после этого нажать на левую кнопку мыши и не отпуская ее перетащить указатель мыши на новое место. Для копирования текста необходимо одновременно с кнопкой мыши удерживать клавишу Ctrl.

##### 3.1.3. Поиск и замена текста

Для поиска текста нужно выбрать команду «Найти» из группы «Редактирование» вкладки «Главная» выбрать или нажать комбинацию клавиши Ctrl+F, после этого слева от рабочей области появится «Панель навигации». Затем в поле «Поиск в документе» ввести текст, который надо найти. Если необходимо настроить более гибкий поиск необходимо в выпадающем списке кнопки «Найти», выбрать пункт «Расширенный поиск...», затем щелкнуть кнопку «Больше», а затем выбрать форматирование и дополнительные параметры поиска. Для поиска следующих цепочек, удовлетворяющих заданному критерию поиска, щелкнуть кнопку «Найти далее». Команда «Найти и заменить» облегчает поиск текста и форматирования в больших документах. Диалоговое окно «Найти и заменить» содержит множество параметров, которые позволят найти и заменить именно то, что нужно. Флажок «Учитывать регистр» упрощает поиск слова, начинающегося с прописной буквы или написанного только строчными (прописными) буквами. Чтобы найти группу слов, можно использовать подстановочные знаки. Например, при поиске цепочки «бал\*», будут найдены слова «балаган», «балалайка», «балет», «балл».

Для замены текста выбрать команду «Заменить», в поле «Найти» ввести текст, который нужно найти, щелкнуть кнопку Больше и выбрать параметры поиска и форматирования. В поле «Заменить» на ввести новый текст, указать новые параметры форматирования, щелкнуть кнопку «Найти далее», «Заменить» или «Заменить все». Когда на экране появится сообщение, что Word закончила просмотр документа, щелкнуть ОК, щелкнуть Отмена в противном случае.

## 3.2. Оформление документа

### 3.2.1. Вставка разрывов страниц

Microsoft Word автоматически разбивает текст на страницы. Для вставки дополнительного разрыва страницы необходимо установить курсор в место, с которого должна начинаться новая страница и вызывать команду «Разрыв страницы» из группы «Страницы» вкладки «Вставка».

Если документ должен состоять из страниц, которые имеют различные параметры, то его следует разделить на несколько разделов. Каждый раздел имеет собственные параметры страницы. Для вставки в документ нового раздела необходимо на вкладке «Макет» в группе «Параметры страницы» нажать на кнопку раскрывающегося списка «Разрывы» и выбрать один из пунктов раздела «Разрывы разделов».

Удаляются знаки разрывов раздела или страницы как обычные символы клавишей Delete или Backspace.

### 3.2.2. Создание сноски

Иногда для пояснения некоторых редко используемых слов или описанных ранее понятий используют сноски (разъяснения), которые чаще всего расположены либо в конце страницы, либо в конце главы или книги. Подобные сноски можно создать средствами Word. Для этого нужно воспользоваться одной из команд группы «Сноски» вкладки «Ссылки» (Рис. 2.1).

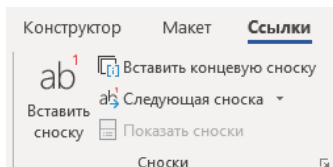



Рис. 2.1. Группа "Сноски", находящаяся на вкладке "Ссылки"

Для создания сноски необходимо:

1. Поместить курсор в то место, где требуется сделать сноску;
2. Нажать на иконку команды «Вставить сноску», если необходимо создать обычную (находящуюся на этой же странице) сноску или на иконку команды «Вставить концевую сноску», если необходимо создать сноску в конце документа.

Для того чтобы изменить отображение сносок в документе, например, можно изменить формат чисел или место, в котором выводится их текст, необходимо открыть диалоговое окно группы «Сноски» (рис. 2.2), нажав на пиктограмму , находящуюся в правом нижнем углу. В открывшемся окне можно выбрать формат номера, начальное значение и т.д.

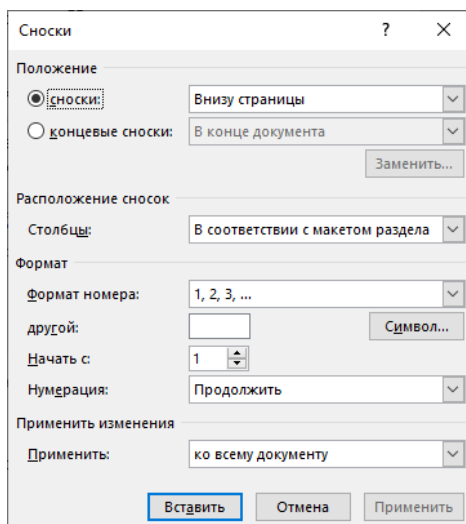


Рис. 2.2. Диалоговое окно "Сноски"

### 3.2.3. Создание колонтитулов

Колонтитул – строка, расположенная на краю полосы набора. В колонтитуле обычно размещают номера страниц, название книги или текущей главы. В зависимости от расположения (в верхнем или в нижнем поле страницы) колонтитулы бывают верхними или нижними. Для создания колонтитулов используют инструменты «Верхний колонтитул» и «Нижний колонтитул», расположенные в группе «Колонтитулы» вкладки «Вставка». Инструменты позволяют как использовать готовые решения по оформлению колонтитулов, так и создавать новые, а также удалить уже созданные.

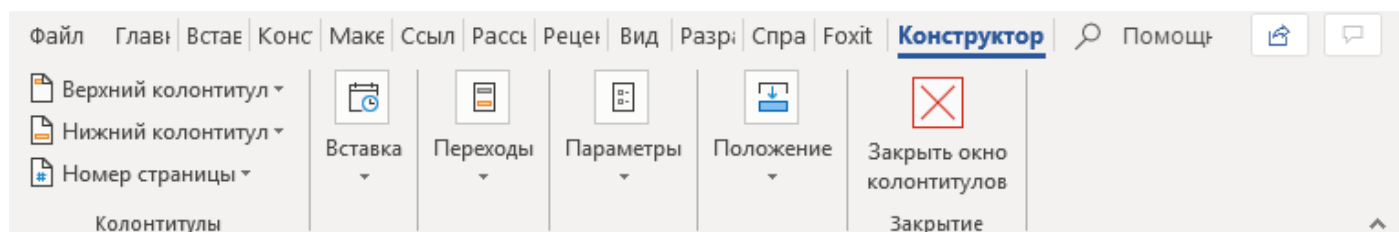


Рис. 2.3. "Конструктор" - вкладка по настройке колонтитулов

Введенный текст колонтитула располагается в пунктирной рамке, указывающей границы колонтитула. Текст колонтитула форматируется как обычный текст. При редактировании колонтитулов в ленте появляется вкладка «Конструктор» (Рис. 2.3), содержащая различные группы инструментов для настройки колонтитулов:

«Колонтитулы» содержит основные инструменты по настройке колонтитулов (идентичные одноименной группе инструментов во вкладке «Вставка»);

- «Вставка» содержит различные готовые блоки данных для вставки (дата создания, автор и т.д.);
- «Переходы» позволяет осуществлять переходы между колонтитулами различных страниц;
- «Параметры» содержит некоторые параметры настройки колонтитулов;
- «Положение» позволяет настроить положение колонтитулов на странице;
- «Заккрытие» содержит кнопку закрытия окна колонтитула.

В режиме отображения колонтитулов основной текст документа редактировать невозможно. Если оставить поле колонтитула пустым, то колонтитул будет отсутствовать. Для удаления колонтитула следует его выделить и нажать клавишу Delete.

### 3.2.4. Вставка номера страницы

Для вставки номеров страниц необходимо открыть вкладку «Вставка» и в группе «Колонтитулы», нажать на кнопку раскрывающегося списка «Номер страниц», после чего в появившемся окне можно будет выбрать положение и формат для номеров страниц. Выпадающий список содержит следующие пункты:

- «Вверху страницы» содержит варианты размещения номера вверху страницы;
- «Внизу страницы» содержит варианты размещения номера внизу страницы;
- «На полях страницы» содержит варианты размещения номера по бокам страницы;
- «Текущее положение» содержит варианты формат номера без изменения положения;
- «Формат номера» вызывает диалоговое окно (рис. 2.4), позволяющее определить формат номера и начальное значение;
- «Удалить номера страниц» позволяет удалить все существующие номера страниц.

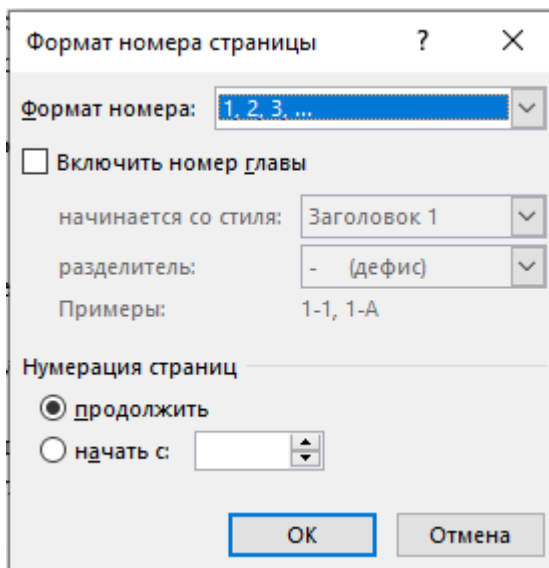


Рис. 2.4. Диалоговое окно "Формат номера страниц"

### 3.2.5. Вставка информации о документе

При работе с документом может потребоваться вставка информации о этом документе. К такой информации относится – автор, количество страниц, номер главы и т.д. Word обладает инструментами, позволяющими автоматизировать эту информацию. Для вставки информации о документе можно использовать инструмент «Экспресс-блоки» группы «Текст» вкладки «Вставка». После нажатия на кнопку инструмента открывается список, в котором доступны следующие инструменты:

- «Автотекст» дает возможность создать коллекцию полей, которые могут содержать текст, поля, графики, и потом использовать его в качестве вставки;
- «Свойства документа» содержит список готовых полей с информацией о документе (автор, название, тема и т.д.);
- «Поле» открывает диалоговое окно вставки поля (рис. 2.5) в котором можно выбрать тип поля, прочитать его описание и установить дополнительные настройки;
- «Организатор стандартных блоков». Коллекции стандартных блоков Word включают колонтитулы, номера страниц, надписи, титульные страницы, подложки, экспресс-таблицы, оглавления, списки литературы и формулы. Встроенные стандартные блоки поддерживают темы, что означает, что если вы измените тему документа, форматы будут автоматически обновлены — даже в коллекциях стандартных блоков. Вы можете настроить существующие стандартные блоки в соответствии со своими потребностями или создать собственные и добавить их в соответствующие коллекции.

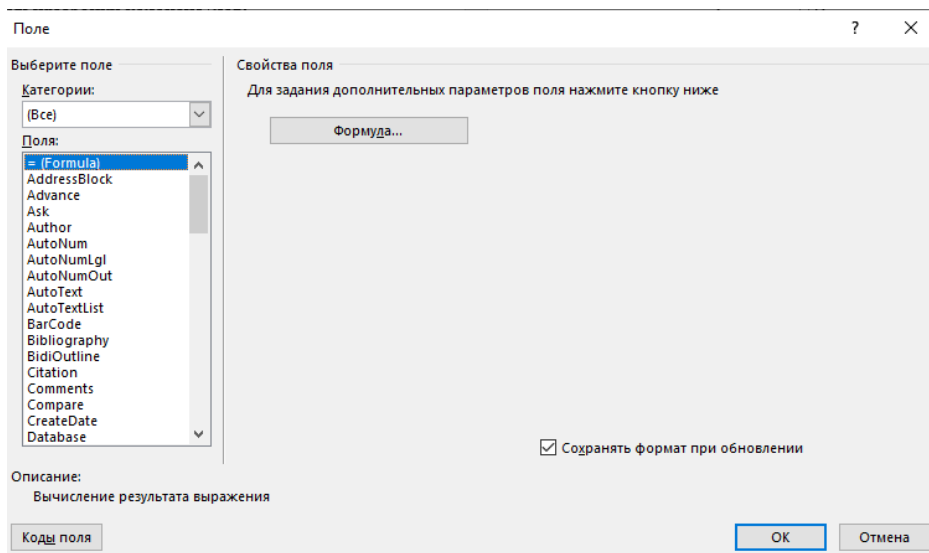





Рис. 2.5. Диалоговое окно вставки поля.

### 3.2.6. Создание списков

Многие документы могут содержать различные списки – определенные последовательности или перечисления.

Списки могут быть различных типов:

- Маркированный. Создается при помощи кнопки ;
- Нумерованный. Создается при помощи кнопки ;
- Многоуровневый. Создается при помощи кнопки .

Формирование, изменение списков осуществляется для выделенного участка текста при помощи соответствующих кнопок в группе «Абзац». Если уже создан маркированный или нумерованный список, то можно изменить заданные по умолчанию символ маркера или формат числа. Для этого необходимо нажать на символ раскрывающегося списка (стрелка, указывающая вниз), а затем выбрать один из предложенных вариантов или создать собственный в пункте «Определить новый формат». С ее помощью, например, можно переделать нумерованный список в список, обозначенный буквами. При перемещении, добавлении или удалении элементов списка, Word перенумерует его. Для замены маркированного списка нумерованным (или наоборот) необходимо выделить список, затем щелкнуть кнопку Маркеры или Нумерация.

При работе с многоуровневым списком можно изменять уровень элементов списка. Выполнить это можно следующим образом:

- Выделяем пункт списка, которому необходимо изменить уровень с меньшего на больший или с большего на меньший;
- Изменяем уровень через кнопку «Многоуровневый список», в открывшемся окне пункт «Изменить уровень списка» и выбираем один из предложенных вариантов.

Так же можно изменить уровень с большего на меньший выделением номера, уровень которого необходимо изменить, и последующим нажатием клавиши Tab.

### 3.2.7. Применение стиля

Стиль оформления — это поименованный набор настроек параметров форматирования, которые можно применить к выделенному тексту. Каждый стиль состоит из таких атрибутов, как тип и размер шрифта; интервалы, способ выравнивания текста, отступы и табуляция. Стили позволяют быстро отформатировать документ. При использовании стилей обеспечивается простота форматирования абзацев и заголовков текста, единство оформления документа. Особенно необходимы стили при работе с объемными документами. Можно один раз задать форматы стилей и назначать их для заголовков, списков, табуляции и других элементов текста, а не форматировать каждый из них в отдельности.

Работа со стилями состоит в создании, настройке и использовании стилей. Стили расположены в группе инструментов «Стили» на вкладке «Главная». При наведении указателя мыши на один из стилей текущий абзац в тексте (то есть тот абзац, в котором сейчас находится текстовый курсор) отобразит свой вид, если будет отформатирован этим стилем. Чтобы применить стиль к тексту, необходимо по нему щелкнуть мышью. Если стиль необходимо применить не ко всему абзацу, а только к определенному текстовому фрагменту или слову, то нужно его выделить перед применением стиля. Окно со списком стилей содержит кнопки, позволяющие просмотреть доступные стили или создать собственный.

В Word существует возможность изменения настроек форматирования существующих стилей. Для этого необходимо нажать правой кнопкой мыши на название стиля, форматирование которого

нужно изменить, в открывшемся списке выбрать пункт «Изменить...», после чего в открывшемся окне (Рис. 2.6) произвести настройку выбранного стиля. После нажатия клавиши «ОК» весь текст в документе, которому присвоен этот стиль, автоматически отформатируется в соответствии с внесенными изменениями.

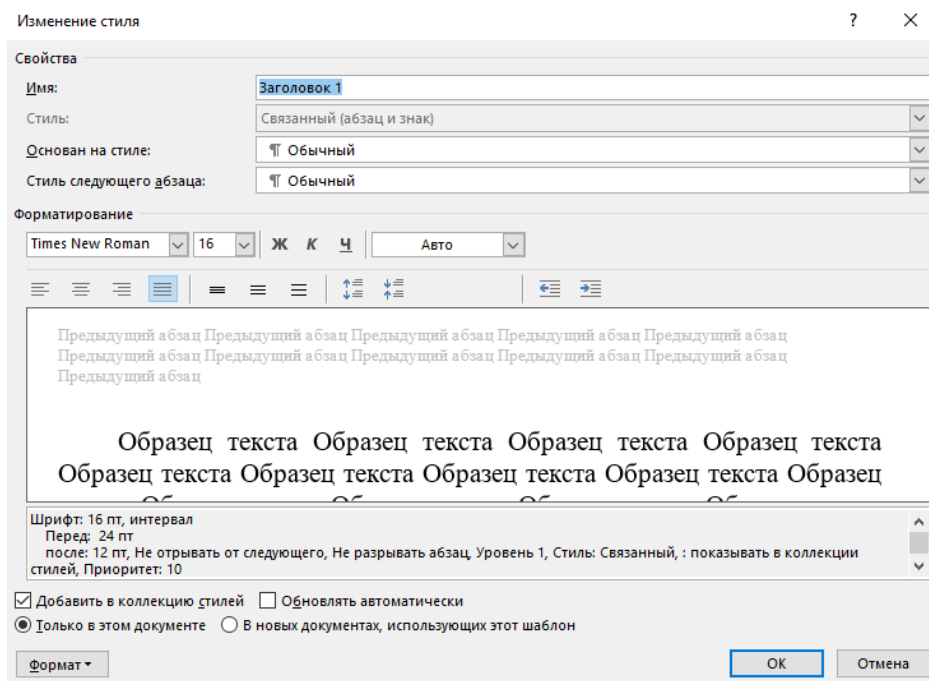



Рис. 2.6. Диалоговое окно настройки стиля

Основные настройки (выравнивание, кегль и т.д.) доступны в открывшемся окне, доступ к расширенным настройкам осуществляется при помощи кнопки «Формат», находящейся в левом нижнем углу. После нажатия на кнопку «Формат» открывается доступ к следующим функциям:

- «Шрифт» открывает окно настройки шрифта (гарнитура шрифта, кегль и т.д.);
- «Абзац» открывает окно настройки параметров для абзаца (отступ, межстрочный интервал и т.д.);
- «Табуляция» — это инструмент MS Word, который отвечает как за отступы, так и за выравнивание с помощью специальных маркеров
- «Граница» позволяет создать и настроить границу вокруг текста;
- «Язык» позволяет изменить язык текста и использовать средства проверки правописания для выбранного языка (может потребоваться загрузка соответствующего языкового пакета);
- «Рамка» позволяет задать область, в которой будет находиться текст, и параметры той области;
- «Нумерация» позволяет настроить стиль, предназначенный для текста в формате списка и определить для него формат нумерации, в том числе текст может быть одним из уровней многоуровневого списка;
- «Сочетание клавиш» позволяет назначить горячую клавишу для быстрого форматирования документа (например, Alt+Я);
- «Текстовые эффекты» позволяют придать неповторимый стиль тексту. Доступны как готовые варианты оформления, так и система настроек, позволяющая задать структуру, тень, отражение, подсветку, стили чисел и т.д.

Все изменения сразу же отображаются в окне предварительного просмотра, а ниже расположена область, в которой перечислены все настройки стиля.

Кнопка «Формат по образцу»  позволяет копировать стили из выделенного текста и применять их к другому фрагменту текста.



### 3.2.8. Приведение текста к единому стилю и создание структуры документа

Для того, чтобы привести текст к единому стилю, необходимо для каждого типа текста задать свой стиль. Например: выделить заголовки 1 – го уровня, затем в окне «Стили» выбрать стиль «Заголовок 1», при этом для текста не относящегося к заголовкам задать стиль «Обычный». При корректном использовании стилей заголовков формируется структура документа. Контролировать правильность структуры можно при помощи области навигации, для этого необходимо установить галочку напротив соответствующего в группе «Отображение» вкладки «Вид».

### 3.2.9. Создание оглавления

В Word можно автоматически создать оглавление или содержание документа. Сделать это возможно после того, как текст приведен к единому стилю заголовков 1-го, 2-го и т. д. уровней. Для того, чтобы создать оглавление, необходимо на вкладке «Ссылки» в группе «Оглавление» нажать на кнопку «Оглавление» и выбрать один из предложенных стилей оформления оглавления или создать собственный с помощью пункта «Настраиваемое оглавление...», после этого откроется диалоговое окно «Оглавление» (рис. 2.7). В открывшемся окне можно выбрать формат оглавления, установить нужные флажки, установить уровень вложенности заголовков для оглавления и выбрать вид заполнения (свободное место между названием главы и номером страницы). Для выбора стилей, используемых для создания оглавления, необходимо нажать на кнопку «Параметры». Для настройки параметров форматирования оглавления используется кнопка «Изменить...».

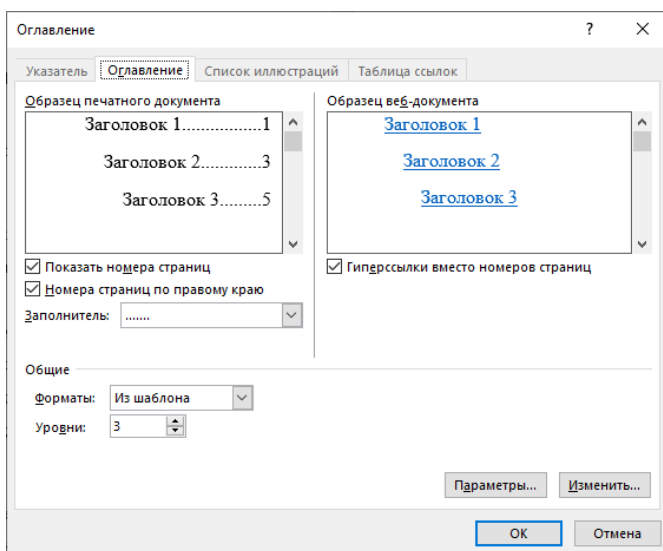


Рис. 2.7. Диалоговое окно «Оглавление»

### 3.2.10. Верстка страниц. Создание многоколоночного документа

Верстка страниц определяет организацию страницы, задавая соотношения между границами, колонками и расстоянием между колонками. Одноколоночная верстка обычно используется для книг, и писем, в то время как двух- и трехколоночный формат больше подходит для журналов и газет. Microsoft Word позволяет верстать текст в несколько колонок. Текст вводится в них последовательно, переходя к следующей колонке после заполнения предыдущей.

Для создания колонок используют кнопку «Колонки» группы «Параметры страницы» вкладки «Макет». Можно использовать стандартные варианты разделения страницы или настроить собственные с помощью пункта «Другие колонки...». После этого открывается диалоговое окно «Колонки» (рис. 2.8), где в поле «Число» колонок необходимо ввести нужное число колонок или выбрать один из рисунков в рамке Тип. Флажок «Разделитель» устанавливает линию между столбцами текста. Если включен флажок колонки одинаковой ширины, то все колонки будут иметь одинаковую ширину. Если выключить этот флажок, то можно ввести для каждой колонки точные значения ее ширины и расстояния между колонками в поля «ширина» и «промежуток». В поле

«Применить» указывается часть документа, для которой будут действовать выбранные режимы: «К текущему разделу», «До конца документа», «Ко всему документу». Изменять ширину колонок и расстояние между ними можно с помощью горизонтальной координатной линейки. Удаление колонок – это операция установления одной колонки для всего документа.

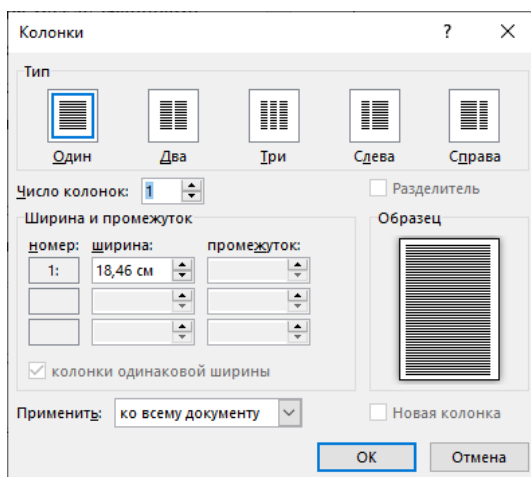


Рис. 2.8. Окно Колонки

## 4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 4.1.** Отрыть документ, созданный в лабораторной работе Word №1. Принять все исправления сделанные в первой работе и сохранить документ под другим именем.
- 4.2.** Установить в документе новые параметры:
- на вкладке Размер бумаги задать размер страницы текста формата А5 (14,8 см х21 см). Оценить результат.
  - установить ориентацию бумаги альбомная;
  - задать ширину полей: верхнего – 2 см, нижнего – 2 см, левого – 2см, правого - 2см. Поменять ориентацию бумаги на книжную. Оценить результат.
- 4.3.** Отредактировать текст, путем копирования и перемещения абзацев.
- a) выделить 1-й абзац и скопировать его на 2 страницу, воспользовавшись кнопками на панели инструментов или соответствующими командами меню. Выделить 2-й абзац и переместить его на 2 страницу, аналогичным способом.
  - b) выделить 3 - й абзац на 2 странице и переместить (перетащить) его (в пределах страницы). Скопировать этот же абзац в пределах страницы.
- 4.4.** Сделать поиск и замену слов синонимами. Найти в тексте слово "информатика":
- a) с учетом регистра;
  - b) без учета регистра.
- 4.5.** Заменить в тексте слово «текстовый процессор» на «ТП». Для замещающего слова установить следующий формат: «Полужирный», 18 пт, двойное подчеркивание.
- 4.6.** Оформить документ.
- 4.6.1. Создать нумерованный список в 5-м абзаце.
  - 4.6.2. Создать обычную сноску из 1 предложения 5-го абзаца. Выбрать автоматическую нумерацию сноски.
  - 4.6.3. Вставить вверху текста номера страниц.
  - 4.6.4. Создать верхний колонтитул, вставить в него полное имя файла, количество страниц в документе. Изменить формат номера страницы. Создать нижний колонтитул, вставить в него дату и время.
  - 4.6.5. Привести текст к единому стилю.



Для заголовков с нумерацией 1, 2, 3 и т.д. задать стиль Заголовок 1 с выравниванием по центру, размером шрифта 18, начертанием «полужирный», горячей клавишей Alt+Я. Для заголовков с нумерацией 1.1, 1.2, ... и т.д. задать стиль Заголовок 2 с выравниванием по правому краю, одинарным межстрочным интервалом, начертанием «полужирный», размер шрифта 16, горячей клавишей Alt+Ч. Тексту абзацев задать стиль «Основной текст» с выравниванием по ширине, размер шрифта 14, начертание «обычный», полуторный межстрочный интервал, горячая клавиша Alt+С. Поменять в стиле «Основной текст» размер шрифта с 14 на 12, затем, используя горячие клавиши, переформатировать текст абзацев.

4.6.6. Создать оглавление формата Современный.

4.6.7. Вставить в документ разрыв страницы.

4.6.8. Разбить текст на две не равные колонки.

## **5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1) Как осуществляется поиск и замена слов?
- 2) Как создать колонтитул?
- 3) Для чего используются колонтитулы?
- 4) Как разбить текст на колонки?
- 5) Как вставить разрыв страницы?
- 6) Что такое стиль?
- 7) Как вставить сноску?
- 8) Для чего применяют стили оформления?
- 9) Как создать список? Виды списков.
- 10) Как создать автоматическое оглавление?

# Лабораторная работа WORD № 3.

## Работа с таблицами в текстовом редакторе Word

1. Цель работы: научиться создавать таблицы в документах текстового редактора WORD.
2. Задачи работы: освоить приёмы создания таблиц, способы их редактирования и форматирования.

### 3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. Создание таблиц

Таблица служит для размещения данных в строках и столбцах. Для создания таблиц Word используется кнопка «Таблицы» одноименной группы вкладки «Вставка». После чего появится раскрывающийся список, в котором доступны следующие варианты:

- можно выбрать количество строк и столбцов в виде пиктограммы. При этом при наведении покажется вариант вставки, но само создание таблицы произойдет только после клика левой кнопкой мыши;
- «Вставить таблицу...» открывает диалоговое окно «Вставка таблицы» (рис. 3.1). В открывшемся окне можно задать принцип автоподбора ширины столбца. При этом Word будет сам вычислять ширину столбцов в зависимости от их количества и размера страницы документа.;
- чтобы преобразовать текст в таблицу нужно выделить фрагмент, который нужно преобразовать, после этого в списке станет доступен пункт «Преобразовать в таблицу...»;
- «Нарисовать таблицу» превращает курсор мыши в карандаш, с помощью которого можно нарисовать таблицу;
- «Таблица Excel» создает внутри документа Word таблицу из Excel;
- «Экспресс-таблицы» содержит набор готовых стилей оформления таблиц.

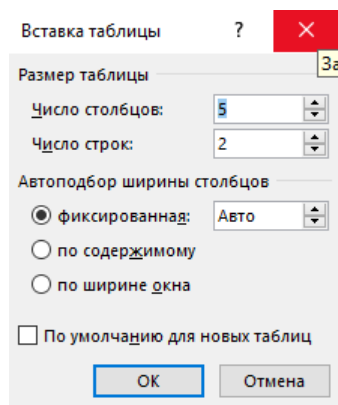


Рис.3.1 Диалоговое окно "Вставка таблицы".

Прямоугольная область на пересечении строки и столбца называется ячейкой. Ввод текста в ячейки не отличается от ввода текста в другие части документа за исключением того, что при нажатии клавиши Tab или при помощи курсора можно переместиться к следующей ячейке.

После создания ячейки таблицы пусты и имеют одинаковый размер, определяемый стилем абзаца, в котором находится курсор.

После того, как таблица создана, нужно заполнить ее текстом. Перемещение по таблице осуществляется с помощью мыши или клавиш управления курсором. Данные обычно вводятся в ячейки последовательно. В готовую таблицу всегда можно внести изменения: вставить или удалить строку, столбец или ячейку, изменить ширину столбца, высоту строки, расстояние между столбцами.

Для преобразования таблицы в текст необходимо выделить ячейки таблицы, которые требуется преобразовать, и выполнить команду «Преобразовать в текст» из группы «Данные» вкладки «Макет».

Для работы с таблицей можно выделить таблицу целиком или поместить курсор в любую из ячеек таблицы, после этого в ленте станут доступны две вкладки:

- «Конструктор» для оформления таблицы;
- «Макет» содержит большое количество инструментов для работы с таблицей.

### 3.1.1. Выделение ячеек

Выделить текст в таблице можно с помощью мыши или с помощью клавиш. Для того, чтобы выделить отдельные символы в таблице, можно использовать комбинации клавиш Shift в сочетании с клавишами управления курсором. Выделение начинается по текущей колонке и может быть продолжено по всей таблице. Для выделения отдельной ячейки таблицы с помощью мыши можно три раза щелкнуть мышью в этой ячейке или использовать полосу выделения, которая есть у каждой ячейки таблицы между линией сетки и текстом ячейки. Для того, чтобы выделить отдельную колонку таблицы с помощью мыши, необходимо переместить указатель мыши наверх таблицы, где он примет форму черной стрелки, направленной вниз, а затем щелкнуть мышью. Выделение строки таблицы происходит аналогично выделению строки текста: с помощью полосы выделения слева от границы документа.

## 3.2. Редактирование таблиц

Под редактированием таблиц понимается изменение структуры таблицы. Можно выделить следующие основные операции по редактированию таблицы:

- добавление и удаление строк и столбцов;
- разделение и объединение ячеек.

### 3.2.1. Добавление и удаление строк и столбцов

Для вставки новых строк и столбцов в уже созданную таблицу можно воспользоваться одним из инструментов доступных через пункт контекстного меню таблицы (правой кнопкой мыши) «Вставить» и в группе инструментов «Строки и столбцы» вкладки «Макет». При этом можно будет вставить столбец слева или справа от выбранной ячейки, а строки выше и ниже выбранной ячейки. Если перед выбором одной из команд выделить несколько строк, то количество новых строк будет равно количеству предварительно выделенных. Такой же принцип действует и со столбцами.

Инструменты для удаления части таблицы или всей таблицы целиком так же доступны и в контекстном меню таблицы в пункте «Удалить», и в группе инструментов «Строки и столбцы» вкладки «Макет». При удалении ячеек необходимо указать, куда будут сдвигаться оставшиеся ячейки. Редактирование таблицы заключается не только в добавлении и удалении строк и столбцов, но и в изменении их размеров в соответствии с вводимым в таблицу текстом.

### 3.2.2. Разделение и объединение ячеек

Иногда при работе с таблицей возникает необходимость расположить в первой строке таблицы текст общий для всех столбцов, для этого нужно объединить несколько соседних ячеек. Иногда, наоборот, ячейку необходимо разбить на две ячейки.

Для разбиения одной ячейки на несколько достаточно щелкнуть по ней правой кнопкой мыши и выбрать команду «Разбить ячейки...» или воспользоваться это командой в группе «Объединение» вкладки «Макет». Далее указать, на сколько строк и столбцов нужно разбить выделенную ячейку, и щелкнуть ОК.

Для объединения двух или нескольких ячеек в одну необходимо выделить эти ячейки, затем воспользоваться командой «Объединить ячейки» в группе «Объединение» вкладки «Макет» или воспользоваться аналогичной командой из контекстного меню.

### 3.3. Форматирование таблицы

Форматирование таблицы – это изменение внешнего вида ее ячеек без изменения содержания. Форматирование включает в себя такие операции, как изменение ширины строк и высоты столбцов таблицы, скрытие и отображение строк и столбцов, установление формата ячеек (выбор представления чисел, типа шрифта, его размера и начертания, выравнивание содержимого ячеек, обрамление и выделение их цветом), установка защиты содержимого ячейки таблицы.

В Word можно воспользоваться одним из готовых стилей форматирования таблиц во вкладке «Конструктор» или создать собственные настройки. При использовании стилей можно настроить параметры отбора стилей путем установки или снятия галочек в одноименной области, а затем выбрать один из предложенных или создать собственный. При использовании собственных настроек необходимо установить все параметры по одному.

#### 3.3.1. Изменение ширины столбцов и высоты строк

После создания ячейки таблицы пусты и имеют одинаковый размер, определяемый стилем абзаца, в котором находится курсор. Ширину столбцов и высоту строк можно изменять с помощью мыши или группы инструментов «Размер ячейки» вкладки «Макет». По умолчанию высота строки приводится в соответствие с введенными данными.

#### 3.3.2. Выравнивание содержимого ячейки

В Word можно разделить выравнивание текста в ячейке таблицы на горизонтальное и вертикальное. При этом для каждого из них существует 3 возможных значения, поэтому мы получаем девять возможных вариантов расположения содержимого в ячейке. Доступ к вариантам осуществляется через вкладку «Макет» группы «Выравнивание». Так же в этой области доступны инструменты для изменения направления текста и полей ячейки. Необходимо помнить, что на расположение текста влияют не только настройки таблицы, но и настройки текста, введенного в таблицу. Например, при использовании табуляции абзац в ячейке будет начинаться с красной строки. Способы форматирования текста в таблицах точно такие же, как и при форматировании обычного текста. Так как ячейки таблицы могут содержать текст из нескольких абзацев, можно для каждого абзаца применить разные способы форматирования.

#### 3.3.3. Границы таблицы

Таблицы создаются с границами, параметры которых по умолчанию: цвет – чёрный; толщина линии – 0.5 пт. Можно изменить параметры границ или убрать их совсем. Для отключения границ выделяем таблицу и устанавливаем значение «Нет границ» в команде «Границы», которая находится на вкладке «Главная» в группе «Абзац» и на вкладке «Конструктор» в группе «Обрамление». На вкладке «Конструктор» помимо выбора значения для команды «Границы» доступны также другие команды для настройки границы: стили границ, толщина, цвет и т.д. Если у таблицы отсутствуют границы столбцы и строки таблицы на экране разделяются пунктирными линиями, которые предназначены для ориентировки и на печать не выводятся. Можно отключить отображение разделительных линий во вкладке «Макет» группы «Таблица», деактивировав режим «Отображать сетку».

#### 3.3.4. Заголовок таблицы

Если таблица занимает несколько страниц документа, можно установить автоматическое повторение первой строки таблицы, в которой обычно содержатся заголовки столбцов, в начале каждой новой страницы. Для этого необходимо выделить заголовок и на вкладке «Макет» в группе «Данные» выбрать команду «Повторить строки заголовков».

### 3.4. Название таблицы

При оформлении научных статей, учебных пособий и других документов возникают необходимость включения в текст документа нескольких таблиц. Поэтому для удобства работы их подписывают (называют или присваивают порядковый номер и название). Для того чтобы подписать таблицу необходимо выделить таблицу, вызвать контекстное меню таблицы (нажатием правой клавишей мыши) и в открывшемся списке выбрать пункт «Вставить название». В открывшемся диалоговом окне (рис 3.2) можно выбрать вариант подписи таблицы и размещение этой подписи относительно таблицы. Как правило при оформлении таблицы подписываются сверху, а рисунки снизу.

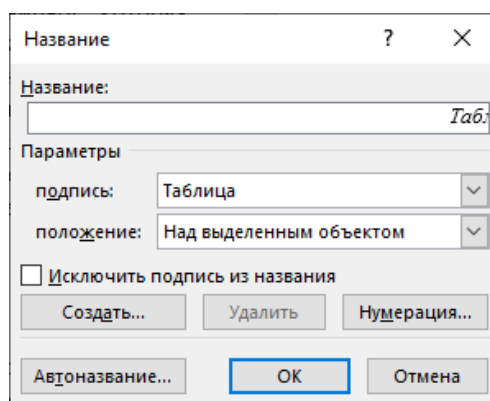


Рис. 3.2. Диалоговое окно подписи таблицы

### 3.5. Ввод формул

Формулы служат для выполнения математических вычислений с числами и вставки результатов вычислений в виде поля. В MS Word можно вставить в текст таблицу с автоматически вычисляемыми значениями ячеек, т.е. электронную таблицу. Иногда некоторые простейшие вычисления можно производить самим, например, подсчитать сумму по строкам или столбцам созданной таблицы. При работе с таблицей поле с результатом вычислений вставляется в ячейку, на которую указывает курсор. Ячейки характеризуются своим адресом и обозначаются как A1, A2, B1, B2 и т.д., где буква (A, B, C, D...) представляет столбец, а число (1, 2, 3, 4...) указывает номер строки, в которой расположены данные. Если не указывается другая операция, Word производит сложение и выполняет суммирование, руководствуясь следующими правилами:

- если в числах, с которыми производится вычисление, имеется форматирование, например, присутствует денежный знак, результат также получает это форматирование;
- если ячейка, на которую указывает курсор, находится на пересечении строки и столбца, которые имеют в своем составе цифры, то суммируются столбцы;
- если ячейка, на которую указывает курсор, содержит текст или числа, то они игнорируются.

Таким образом, формула – это выражение, содержащее допустимое сочетание чисел, полей, значением которых являются числа, операторов и функций. Выражение может ссылаться на содержимое ячеек таблиц и значения, возвращаемые функциями.

Для того чтобы вставить формулу необходимо установить курсор в ячейку, в которой необходимо получить результат вычисления, а затем вызвать диалоговое окно «Формула» (рис. 3.2) с помощью одноименной кнопки в группе «Данные» вкладки «Макет».

Каждая формула в Word должна начинаться со знака равенства (=). Для этого необходимо ввести имя функции после знака равенства (=) или выбрать его из списка «Вставить функцию:», затем ввести диапазон ячеек, который следует использовать в вычислениях. Для функций с пустыми скобками допустимо любое число аргументов, разделенных точками с запятыми (;). Аргументами функций могут быть числа, адреса ячеек или формулы. При этом ссылки на ячейки таблицы

допустимы в качестве аргументов следующих функций: AVERAGE(), COUNT(), MAX(), MIN(), PRODUCT() и SUM().

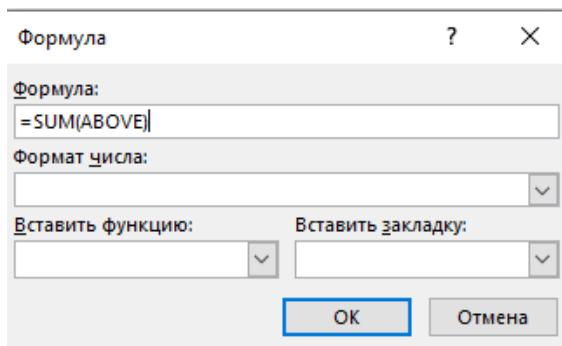


Рис. 3.2. Диалоговое окно "Формула"

В поле «Формула:» можно использовать одну из перечисленных функций.

Таблица 3.1. Функции, используемые в вычисляемых полях в таблицах Word

Функция	Краткое описание функции
ABS(x)	Абсолютное значение числа или формулы (без знака).
AND (x; y)	Истина, если оба логические выражения x и y истинны, или ложь, если хотя бы одно из них ложно.
AVERAGE( )	Среднее значений, включенных в список.
COUNT( )	Число элементов в списке.
DEFINED(x)	Истина, если выражение x допустимо, или ложь, если оно не может быть вычислено.
FALSE	Ложь.
IF (x; y; z)	«y», если условие «x» истинно, или «z», если оно ложно. «y» и «z» могут быть числами или строками
INT(x)	Целая часть числа или значения формулы x
MIN ( )	Наименьшее значение в списке.
MAX( )	Наибольшее значение в списке
MOD(x; y)	Остаток от деления x на y
NOT(x)	Ложь, если логическое выражение x истинно, или истина, если оно ложно
OR(x; y)	Истина, если хотя бы одно из двух логических выражений x и y истинно, или ложь, если оба они ложны
PRODUCT( )	Произведение значений, включенных в список.
ROUND(x; y)	Значение x, округленное до указанного десятичного разряда (y). При этом может быть числом или значением формулы
SIGN(x)	Знак числа: 1 (если x > 0) или -1 (если x < 0)
SUM( )	Сумма значений или формул, включенных в список
TRUE	Истина

### 3.6. Построение и встраивание диаграмм

Диаграммы служат для графического представления данных таблицы. Вызов диаграммы осуществляется через вкладку «Вставка» группа «Иллюстрации» инструмент «Диаграмма», после чего появится диалоговое окно, в котором необходимо выбрать тип диаграммы. После выбора типа

диаграммы и нажатия на кнопку «ОК» в документ вставляется диаграмма, с которой связана некая базовая таблица, открытая для редактирования в MS Excel. Необходимо рассматривать эту таблицу как шаблон. Ее ячейки следует заполнить собственными данными, например скопировать данные из уже созданной таблицы в MS Word. После того как работа по вводу данных в таблицу завершена, следует закрыть окно Excel. Чтобы отредактировать данные на созданной диаграмме необходимо в контекстном меню диаграммы выбрать пункт «Изменить данные».

При выделении диаграммы в ленте появляются две вкладки по настройке диаграммы:

- «Конструктор» содержит инструменты для работы с данными и стилем диаграммы;
- «Формат» содержит инструменты позволяющие добавить на диаграмму различные графические элементы (линии, автофигуры, текст и т.д.).

#### **4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**4.1.** Запустить приложение Microsoft Word. Создать таблицу, согласно своему варианту из задания. Подписать таблицу присвоив ей номер 1 и дав имя.

**4.2.** Заполнить таблицу. Используя вычисление значений при заполнении пустых ячеек. При вводе формулы открыть «Формат числа» и выбрать строку для определения точности представления результата вычисления в текущей ячейке, например 0,00.

Например, для вычисления суммы значений слева от ячейки формула будет иметь вид: =SUM(LEFT).

Для подсчета суммы по столбцу формула будет иметь вид =SUM(ABOVE).

**4.3.** Оформить таблицу: начертить рамки вокруг ячеек, поменять цвет фона, размер и цвет шрифтов. Оформление подобрать таким образом чтобы таблица оставалась читаемой.

**4.4.** Скопировать таблицу и вставить ниже. Вновь вставленную таблицу оформить с помощью готовых стилей таблиц. Присвоить таблице номер 2 и дав имя.

**4.5.** Построить диаграмму по данным одной из таблиц.

**4.6.** Сохранить файл и оформить отчет.

#### **5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1) Что такое форматирование таблиц?
- 2) Как добавить колонку к таблице?
- 3) Как изменить высоту и ширину ячейки?
- 4) Как обрисовать таблицу в рамки?
- 5) Как скрыть разделительную сетку таблицы?
- 6) Как происходит ввод формул в таблицу?
- 7) Как обозначаются ячейки таблицы в формулах?
- 8) Как быстро отформатировать таблицу?
- 9) Как происходит вставка диаграммы?
- 10) Как преобразовать таблицу в текст?
- 11) Для чего служит команда Таблица / Заголовки?

### Задание к лабораторной работе Word № 3

Таблица 3.2. Вариант №1

Фамилия	Оклад, р.	Уральские 15%	Итого начислено, р.
Иванов И.И	1000		
Петров П.П.	800		
Сидоров С.С.	600		
Ганиев Р.Р.	1000		
Рамазанов Ф.Б.	850		
Рахматуллин А.П.	900		
Итого			

Таблица 3.3. Вариант №2

Название колхоза	Надой за март, л	Надой за апрель, л	Всего за период, л
«ПОБЕДА»	4500		
«ЗАРЯ»	3500		
«им. ЛЕНИНА»	1650		
«УРОЖАЙ»	4622		
«АЛЕКСЕЕВСКИЙ»	1354		
«ВОСХОД»	1245		
«ШЕМЯК»	1354		
«АЛТЫН»	1247		
Средний надой в мес., л			

Где: надой за апрель на 15% меньше чем за март



Таблица 3.4 Вариант №3

Название техники	Кол-во единиц техники, шт.	Норма расхода топлива на 100 км пробега, в кг	Пробег, км	Общий расход топлива в месяц, кг
Т-75	3	65	1020	
ДТ-54	8	75	1340	
Т-28	3	23	980	
ДТ-20	5	15	850	
Итого				

Где общий расход топлива в месяц рассчитывается как  $O = \Pi / 100 * Н * К$  где  $\Pi$  - пробег,  $Н$  – норма расхода топлива на 100 км пробега,  $К$  – количество ед. техники

Таблица 3.5. Вариант №4

Наименование хозяйства	Количество животных, голов	Процент заражения	Кол-во больных животных, гол.
С-з «Правда»	100	2	
К-з «Победа»	120	3	
А/о «Салют»	80	5	
А/о «Урожай»	100	7	
К-з «Буря»	50	4	
Максимальное число больных животных, гол.			

Где: Количество больных животных =  $К * \Pi / 100$ , где  $К$  – количество животных,  $\Pi$  – процент заражения.

## **Лабораторная работа WORD № 4**

### **Вставка объектов, графические возможности, уравнения**

1. Цель работы: Изучение специальных элементов оформления средствами WORD
2. Задачи работы: Создание документа WORD, содержащего встроенные объекты

### **3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

#### **3.1. Вставка графических объектов**

В документах Microsoft Word можно использовать два типа графических объектов: рисунки и фигуры.

Рисунки – растровые объекты. Они вставляются в документ как внешние объекты из файла, подготовленного другими средствами (графическим редактором, с помощью сканера, цифровой камеры, графического планшета) методом связывания или внедрения. Их редактирование средствами текстового процессора возможно в ограниченных пределах.

Фигуры – объекты векторной природы (линии, прямые и кривые, геометрические фигуры, стандартные и нестандартные). Фигуры всегда внедрены в документ – их можно редактировать непосредственно по месту.

#### **3.2. Работа с растровой графикой**

При работе в текстовом редакторе MS Word одной из возможностей по оформлению документов является включение в текст графических иллюстраций (рисунков). Графический материал улучшает восприятие текста и придает документу профессионально оформленный вид.

Иллюстрация может быть создана при помощи компьютера или введена в компьютер. Существуют следующие пути получения иллюстраций:

- ввод иллюстрации при помощи сканера;
- создание иллюстраций в графических редакторах;
- создание иллюстраций в прикладных программах;
- создание иллюстраций встроенными средствами MS Word.

Для того чтобы вставить иллюстрацию в текст документа необходимо воспользоваться командой «Рисунки» группы «Иллюстрации» вкладки «Вставка», после чего откроется диалоговое окно, в котором можно выбрать необходимую иллюстрацию. Так же Word поддерживает вставку иллюстраций через буфер обмена, т.е. путем копирования в исходном приложении (например Paint) и последующей вставкой в текст документа.

Вставленные графические объекты можно масштабировать, снабжать рамками, обрезать и позиционировать произвольным образом. Возможности внесения изменений во вставленный графический объект определяются форматом исходного файла, хранящего вставленный объект.

##### **3.2.1. Создание подписи рисунка**

После создания рисунка можно создать подпись рисунка. Эта возможность доступна через контекстное меню рисунка пункт «Вставить название». В открывшемся окне можно использовать одну из готовых вариантов подписи или создать собственную. После создания подписи ее можно редактировать и форматировать как обычный текст.

#### **3.3. Работа с векторной графикой**

Для работы с векторными рисунками служит панель инструментов «Фигуры» группы «Иллюстрации» вкладки «Вставка». В её категориях представлены заготовки для создания простейших объектов. Для создания необходимо выбрать нужную линию или фигуру. Щёлкнув

окно документа, перетаскивать указатель мыши, пока линия или фигура не достигнут нужного размера, а затем отпустить кнопку мыши.

Для управления фигурами в Word имеется специальная вкладка «Формат» (Средства рисования), которая становится доступна при выделении фигуры. Вкладка содержит следующие группы инструментов:

- «Вставка фигур» позволяет добавить фигуру, выбрав её из предложенного списка;
- «Стили фигур» позволяет произвести настройку внешнего вида фигуры с применением готового стиля или выставив все параметры самостоятельно;
- «Стили WordArt» позволяет настраивать объекты WordArt;
- «Текст» позволяет настраивать текст, содержащийся в текстовых полях;
- «Специальные возможности» предоставляют инструмент для подготовки текста для людей с нарушением зрения;
- «Упорядочить» позволяет управлять расположением фигуры на странице, также можно изменить расположение рисунков относительно друг друга, т.е. переместить рисунок на один слой вверх или вниз, а также поместить рисунок в самый верхний или в самый нижний слой.;
- «Размер» позволяет управлять размером фигуры.

#### **3.4. Включение в документ иллюстраций, созданных средствами других программ**

С помощью средств связывания и внедрения, доступных в MS Word можно включить в документы информацию или объекты, созданные в других приложениях. Основное различие между связыванием и внедрением состоит в способе хранения данных:

- внедренные объекты становятся частью документа MS Word;
- связанная информация сохраняется в файле источнике;
- документ MS Word сохраняет только сведения о месте расположения информации в файле – источнике и показывает графическое представление связанной информации.

#### **3.5. Внедрение объекта**

Внедрение обозначает вставку информации, созданной средствами других программ в документ. При этом объект становится частью документа. Двойным щелчком мыши на внедренном объекте можно открыть приложение, в котором этот объект был создан, причём объект уже будет загружен в рабочую область и готов к редактированию.

По возвращении в документ MS Word в документе отразятся все изменения, внесённые в объект. Можно либо внедрить уже существующий объект, файл или выделенный блок, либо создать и внедрить новый объект. Для внедрения следует использовать команду «Объект» из группы «Текст» вкладки «Вставка». Откроется диалоговое окно (рис. 4.1), в котором доступные типы объектов содержатся в списке «Тип объекта», из которого необходимо выбрать нужный. Флажок «В виде значка» позволяет хранить в тексте не сам объект, а только его пиктограмму. Эту возможность можно использовать, если объект слишком больших размеров и его значок занимает гораздо меньше места.

После нажатия в окне «Вставка объекта» кнопки «ОК» произойдет активизация программы, работающей с объектами выбранного типа. Произведя действия по редактированию объекта, приложение в котором объект был создан, следует закрыть и вернуться в Word. При закрытии окна стороннего приложения появится окно с предложением обновить объект, содержащийся в документе Word. Если этого не сделать, то при закрытии приложения появится запрос: следует ли обновлять объект в документе Word. Для того чтобы обновление произошло, нужно ответить утвердительно. Обычно для этого служит кнопка ОК. В случае создания объекта необходимо определить в поле Тип объекта вкладки Создание диалогового окна Вставка объекта приложение для создания внедряемого объекта.

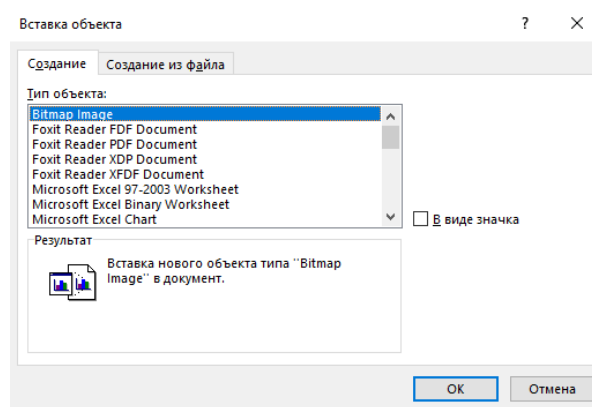


Рис. 4.1. Диалоговое окно «Вставка объекта»

В случае внедрения объекта из файла необходимо указать файл в разделе «Создание из файла» диалогового окна «Вставка объекта». Флажок «Связь с файлом» позволяет установить зависимость между объектом на диске и объектом в документе. Изменения в исходном файле будут автоматически отражаться на объекте в документе Word.

### 3.5.1. Связывание информации

Когда документ Word связывается с другим файлом, связь сохраняется в нём в форме кодов поля, идентифицирующих источник связанной информации. При этом не происходит дублирования информации из источника в документе Word. Можно создавать связи как между двумя документами Word, так и между документом и файлом, созданным в другом приложении. Однажды установив связь, можно быстро проверить и обновить информацию; можно также установить такой режим, при котором связанная информация обновляется всякий раз, когда обновляется файл источника. Связывание объекта производится командой Объект меню Вставка.


Связь с файлом устанавливается при включенном переключателе «Связать с файлом» раздела «Создать из файла» диалогового окна «Вставка объекта».

## 3.6. Возможности при работе с объектами

Независимо от содержимого графического объекта предусмотрены следующие возможности для работы с объектами:

- Выделение. Для работы с графическим объектом его необходимо выделить. Для этого надо поместить указатель мыши на объект и щёлкнуть мышью. Выделенный объект помещается в рамку. Если при выделении объекта удерживать клавишу Shift, то ранее выделенные объекты останутся выделенными, таким образом, получается несколько выделенных объектов.
- Перемещение. Выделенный объект можно переместить в любое место документа, перетаскив его мышью.
- Масштабирование. На углах и серединах сторон рамки, ограничивающей выделенный объект, имеются узелки. Поместив указатель мыши на узелок, можно перетаскивать, сторону или угол объекта, изменив тем самым размер объекта. При перетаскивании узелка в другое положение будет отображаться размер объекта в процентах по отношению к первоначальному размеру.
- Редактирование. Двойной щелчок мыши по объекту активизирует программу редактирования объекта.
- Удаление. Выделенный объект удаляется нажатием клавиши Delete.

## 3.7. Формат объектов

Во вкладке «Формат», которая становится доступной после выделения объекта можно задать параметры форматирования этого рисунка. Если во вкладке «Формат» в группе «Стили рисунка» нажать на пиктограмму , то справа от рабочей области откроется панель (рис. 4.2) позволяющая настраивать параметры форматирования для любого выделенного объекта.

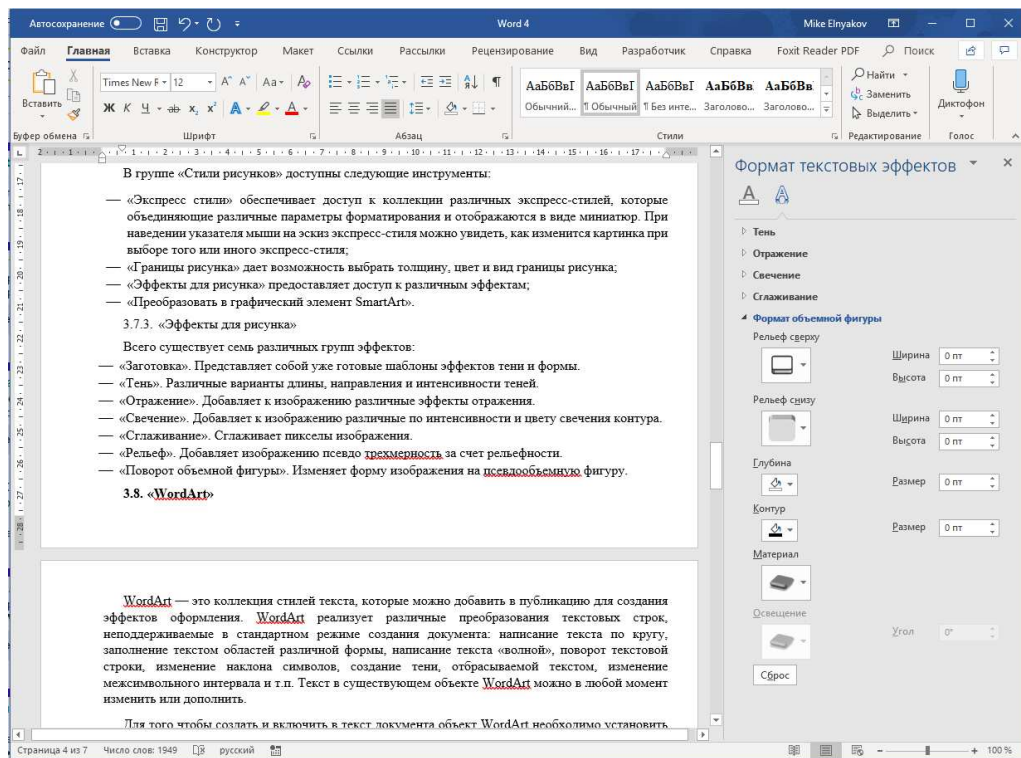



Рис. 4.2. Рабочее окно Word с открытой панелью настройки формата объектов.

3.7.1. В группе «Размер» доступны инструменты, которые позволяют задать размеры рисунка, а также размеры обрезаемых полос для каждой из четырёх сторон рисунка. При этом отрицательное значение приводит к дополнению рисунка пустым полем, положительное значение – к обрезке части рисунка.

С помощью инструментов «Высота» и «Ширина» определяется размер графического объекта. По умолчанию рисунок сохраняет пропорции, т.е. когда пользователь меняет один из параметров, второй параметр выставляется автоматически. Отключить сохранение пропорций можно открыв диалоговое окно группы «Размер», путем нажатия на пиктограмму группы . В открывшемся диалоговом окне (рис. 4.3) необходимо деактивировать «сохранение пропорций».

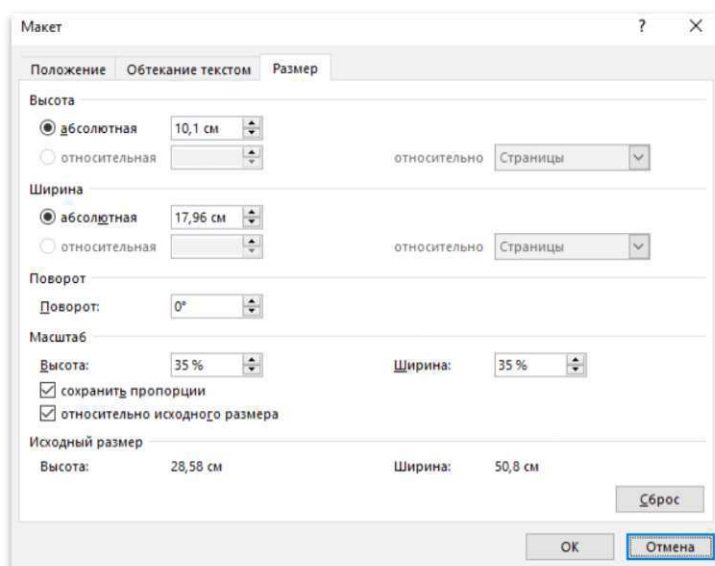


Рис. 4.3. Диалоговое окно группы «Размер».

Флажок «относительно исходного размера» используется только для рисунков и обеспечивает автоматическое вычисление масштаба по отношению к исходному размеру. Изменить размер объекта, его пропорции и положение можно также и при помощи мыши. Для этого следует после выделения объекта перетащить один из размерных маркеров в нужном направлении.

3.7.2. В группе «Изменение» вкладки «Формат» можно изменить цвет рисунка, яркость, контрастность и прозрачность.

В группе «Стили рисунков» доступны следующие инструменты:

- «Экспресс стили» обеспечивает доступ к коллекции различных экспресс-стилей, которые объединяющие различные параметры форматирования и отображаются в виде миниатюр. При наведении указателя мыши на эскиз экспресс-стиля можно увидеть, как изменится картинка при выборе того или иного экспресс-стиля;
- «Границы рисунка» дает возможность выбрать толщину, цвет и вид границы рисунка;
- «Эффекты для рисунка» предоставляет доступ к различным эффектам;
- «Преобразовать в графический элемент SmartArt».

### 3.7.3. «Эффекты для рисунка»

Всего существует семь различных групп эффектов:

- «Заготовка». Представляет собой уже готовые шаблоны эффектов тени и формы.
- «Тень». Различные варианты длины, направления и интенсивности теней.
- «Отражение». Добавляет к изображению различные эффекты отражения.
- «Свечение». Добавляет к изображению различные по интенсивности и цвету свечения контура.
- «Сглаживание». Сглаживает пиксели изображения.
- «Рельеф». Добавляет изображению псевдо трехмерность за счет рельефности.
- «Поворот объемной фигуры». Изменяет форму изображения на псевдообъемную фигуру.

## 3.8. «WordArt»

WordArt — это коллекция стилей текста, которые можно добавить в публикацию для создания эффектов оформления. WordArt реализует различные преобразования текстовых строк, неподдерживаемые в стандартном режиме создания документа: написание текста по кругу, заполнение текстом областей различной формы, написание текста «волной», поворот текстовой строки, изменение наклона символов, создание тени, отбрасываемой текстом, изменение межсимвольного интервала и т.п. Текст в существующем объекте WordArt можно в любой момент изменить или дополнить.

Для того чтобы создать и включить в текст документа объект WordArt необходимо установить курсор в нужную позицию (элемент вставляется в позицию курсора) и выполнить команду «WordArt» в группе «Текст» на вкладке «Вставка». Затем в открывшемся окне выбрать вариант написания текста. Появится окно, в которое можно поместить необходимый текст.

При выделении появляется вкладка «Формат», содержащая необходимые инструменты для настройки объекта WordArt. Основные настройки находятся в группе «Стили WordArt», в том числе:

- «Коллекция стилей» содержит готовые варианты настроек текста (цвет, контур, заливка и т.д.);
- «Заливка текста» содержит варианты заполнения текста цветом (цвет заливки, градиентность);
- «Контур текста» дает возможность выбрать толщину, цвет и вид границы текста;
- «Текстовые эффекты» дает возможность применить различные эффекты.

Кнопка «Текстовые эффекты» дает доступ к следующим эффектам:

- «Тень». Различные варианты длины, направления и интенсивности теней.
- «Отражение». Добавляет к изображению различные эффекты отражения.
- «Свечение». Добавляет к изображению различные по интенсивности и цвету свечения контура.
- «Рельеф». Добавляет изображению псевдо трехмерность за счет рельефности.
- «Поворот объемной фигуры». Изменяет форму изображения на псевдообъемную фигуру.
- «Преобразователь». Изменяет форму текста

### 3.9. Редактор формул

Для ввода математических выражений любой сложности в текстовый документ при создании научных статей и отчетов используют редактор формул. При этом редактор формул не производит вычислений по введенным формулам и не отслеживает корректность составленных математических выражений.

Для того чтобы создать и включить в текст документа формулу необходимо установить курсор в нужную позицию (формула вставляется в позицию курсора) и выполнить команду «Уравнение» из группы «Символы» вкладки «Вставка». В выпавшем списке нужно выбрать «Вставит новое уравнение». При этом откроется вкладка «Конструктор» (Работа с формулами), в которой доступны математические символы.

Ввод и редактирование формул завершается нажатием клавиши ESC или редактора формул.

Можно также щёлкнуть левой кнопкой мыши где-либо в поле документа вне области ввода формулы. Введённая формула вставляется в текст в качестве объекта. Далее её можно перемещать в любое место документа и редактировать.

Размер символа в формуле можно задавать также, как и обычного текста. Размер элемента задается в пунктах.

Остальные формулы, сохраненные в документе, не изменятся, если после изменения размеров шрифтов они не будут редактироваться.

## 4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 4.1. Создать документ (см. Задание к лабораторной работе Word №4).
- 4.2. В документе оформить красочный заголовок средствами WordArt с текстом «Приглашение».
  - 4.2.1. Изменить заливку на градиентную и задать не менее 4х разных цветов.
  - 4.2.2. Создать тень.
  - 4.2.3. Настроить положение текста в соответствии с заданием.
- 4.3. Вставить в документ герб Уральского Государственного Горного Университета, изменить размер, выполнить перемещение рисунка, согласно заданию. Изображение герба доступно по ссылке [http://www.ursmu.ru/source/default/img/logo\\_small.png](http://www.ursmu.ru/source/default/img/logo_small.png).
- 4.4. Набрать текст документа.
- 4.5. Вставить в документ фигуру. Преобразовать фигуру в трёхмерный формат. Изменить цвет фигуры и границы. Изменить параметр «Глубина» на значение не менее 28 пт. и цвет глубины. Подписать созданную фигуру.
- 4.6. Создать формулу и разместить ее в автофигуре.

## 5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Какие пути создания иллюстраций существуют?
- 2) Какие существуют возможности при работе с объектами?
- 3) Как выполняется масштабирование объекта?
- 4) Как добавить в документ объект WordArt?
- 5) Как создать и включить в текст документа формулу?
- 6) Как выбрать цвет объекта в документе?
- 7) Для чего в текстовом процессоре используется редактор уравнений?
- 8) Как подписать рисунок?



# Приглашение

Дорогой первокурсник!

Приглашаем тебя принять участие в международной научно-технической конференции «Уральская горнопромышленная декада», которая ежегодно проходит в Уральском государственном горном университете.

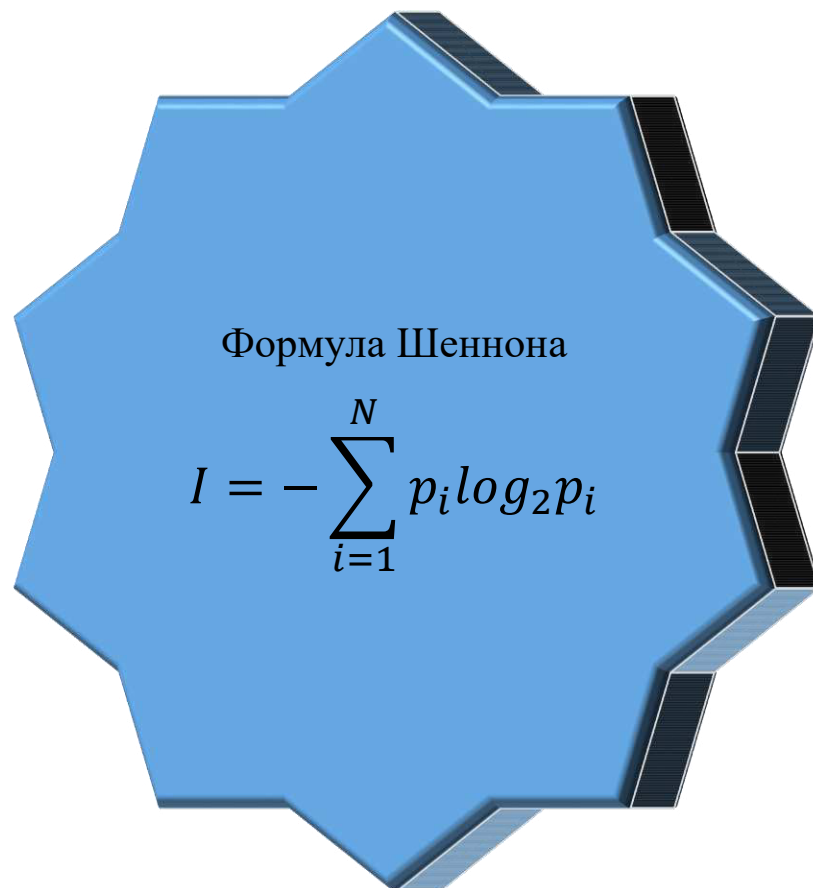


Рисунок 4. Пример формулы.

Оргкомитет конференции



## Лабораторная работа WORD № 5.

### Создание шаблонов документов с использованием полей формы в текстовом редакторе Word

1. Цель работы: изучение принципов работы с шаблонами в текстовом редакторе Word.
2. Задачи работы: создание шаблона, полей форм и документа на их основе.

### 3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. Понятие шаблонов документов

Шаблон документа – это средство для создания однотипных документов. Параметры, хранимые в шаблонах, определяют свойства нового документа, созданного на основе данного шаблона. Использование шаблонов документов автоматизирует создание и форматирование текстов, имеющих сходную структуру. Шаблон является основой для других документов, а сам остаётся неизменным.

#### 3.2. Создание шаблонов документов

Для разработки шаблонов документов необходимо создать документ на основе шаблона «Новый документ», внести в него все необходимые изменения. Выбрать вкладку Файл-Сохранить как. Сохранить файл установив в качестве типа файла подходящий тип шаблона:

- Шаблон Word (\*.dotx): обычный шаблон, совместимый со всеми версиями Ворда старше 2003 года;
- Шаблон Word с поддержкой макросов (\*.dotm);
- Шаблон Word 97 — 2003 (\*.dot): совместим со старыми версиями Ворд 1997 — 2003.

#### 3.3. Элементы управления форм

В стандартной ленте инструментов отсутствует вкладка «Разработчик», содержащая набор инструментов для создания форм на основе шаблона. Для того чтобы добавить вкладку необходимо выполнить команду «Файл»-«Параметры» и выбрать пункт «Настроить ленту». В открывшемся окне (рис. 5.1) в правом списке поставить галочку рядом с пунктом «Разработчик».

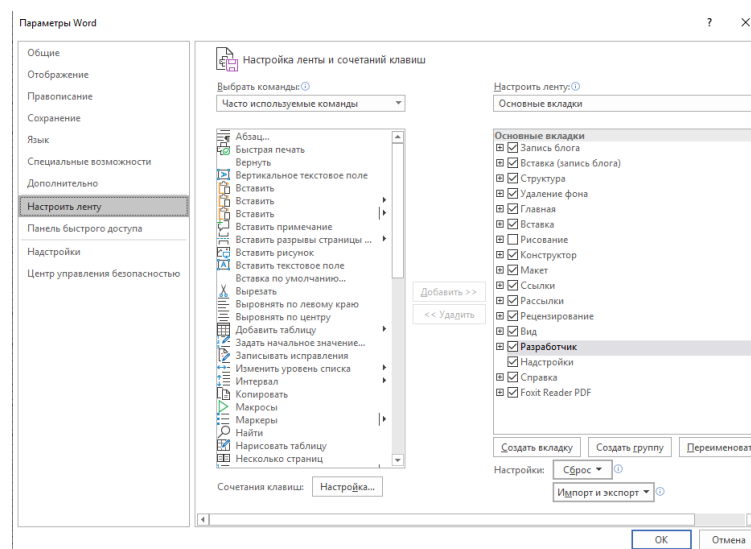


Рис. 5.2. Окно настройки параметров Ленты.

Во вкладке «Разработчик» в группе «Элементы управления» доступны:

- «Форматированный текст» позволяет применять форматирование к тексту в поле;
- «Обычный текст» создает поле для ввода текста без возможности форматирования;
- «Рисунок»;

- «Коллекция стандартных блоков» позволяет работать с многократно используемыми элементами содержимого или другими частями документа, которые хранятся в коллекциях и в любое время доступны для повторного использования;
- «Флажок»;
- «Поле со списком» - текст предложенных вариантов в поле можно редактировать;
- «Раскрывающийся список» - текст редактировать нельзя, можно выбрать только предложенные варианты;
- «Выбор даты» открывает календарь, позволяющий выбрать дату;
- «Инструменты из предыдущих версий»
- «Режим конструктора» позволяет управлять расположением элемента и его заголовком;
- «Свойства» открывает окно настройки выбранного поля, где можно настроить значения для поля выпадающего списка, а также защиту от редактирования.

### 3.3.1. «Раскрывающийся список»

Предназначен для ускоренного ввода текста из создаваемого пользователем списка в конкретных местах документа. Список допустимых значений задаётся в окне свойств поля, а при заполнении шаблона значение этого поля выбирается из списка. При входе в поле списка в защищённом режиме справа от имеющегося значения появляется кнопка списка, исчезающая при выходе из поля.

Настройка элементов поля со списками выполняется в диалоговом окне «Свойства элемента управления содержимым» (рис. 5.1) путём задания опций поля.

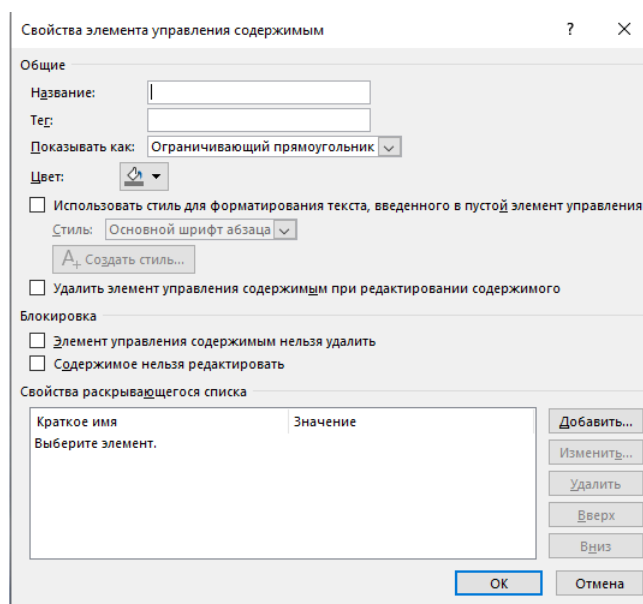


Рис.5.3. Окно свойств раскрывающегося списка

Добавление элементов списка происходит через кнопку «Добавить».

Установив флажок «Содержимое нельзя редактировать», пользователь запрещает изменение данного поля при заполнении формы.

### 3.3.2. «Флажок»

Создаётся для переключения режимов просмотра, форматирования, блокировки обновления полей и прочее. Это поле существует в двух состояниях: активизированном (установленном) или неактивизированном (сброшенном).

Настройка элементов поля выполняется в диалоговом окне Параметры флажка путём задания опций поля.

### 3.4. Редактирование шаблона

Для внесения изменений в шаблон нужно:

- выбрать команду «Открыть» в меню «Файл», а затем выбрать шаблон, который требуется изменить. Если в диалоговом окне «Открытие документа» нет списка шаблонов, выбрать вкладку «Папки» и найти место хранения шаблонов (по умолчанию папка «настраиваемы шаблоны Office»);
- изменить любые из имеющихся в шаблоне надписей, рисунков, стилей, форматов, макросов, элементов списка автотекста, панелей инструментов, настроек меню и сочетаний клавиш;
- закрыть шаблон, сохранив изменения.

Внесенные в содержание и форматирование шаблона изменения отразятся на всех новых документах, которые будут созданы на основе данного шаблона; существующие документы не изменятся. Измененные стили будут обновлены в существующих документах, только если установлен флажок «Автоматически обновлять стили». Установите этот флажок в окне «Шаблоны и надстройки», которое вызывается при выборе команды Шаблоны и надстройки в группе «Шаблоны» вкладки «Разработчик».

### 3.5. Защита шаблона от изменений

После создания шаблона его следует защитить для того, чтобы при заполнении формы можно было вводить данные только в предназначенные для этого поля. Для защиты шаблона необходимо выбрать команду «Ограничить редактирование» в группе «Защитить» вкладки «Разработчик». Затем установить переключатель «Ограничения на редактирование», в значение «Ввод данных в поля форм». Произвести активацию защиты документа можно с помощью кнопки «Да, включить защиту» и при необходимости ввести пароль для защиты. Пользователи, не знающие пароля, смогут вводить данные в поля форм, но не смогут изменить саму форму.

Для установки или снятия защиты формы во время её разработки или изменения можно также использовать кнопку «Ограничить редактирование».

### 3.6. Создание документа на основе шаблона

Для создания документа на основе шаблона исполнить команду «Файл» - «Создать», в окне «Создать» выбрать вкладку «Личные» и в перечне названий шаблонов выбрать имя только что созданного шаблона. Заполнить документ путем заполнения соответствующих элементов управления.

## 4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 4.1. Создать шаблон документа (см. Задание к лабораторной работе Word №5).
- 4.2. Защитить шаблон от изменений.
- 4.3. Сохранить шаблон в файле с расширением dot.
- 4.4. Создать документ на основе шаблона. Заполнить поля, посмотреть, как работают флажки и списки. Показать результат преподавателю.

## 5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Что понимают под шаблоном документа?
- 2) Как создать шаблон?
- 3) Какие виды полей формы существуют?
- 4) Поля каких типов используются в шаблонах?
- 5) Как создать поле формы список?
- 6) Как создать документ на основе шаблона?
- 7) Как выполняется внесение изменений в шаблон?
- 8) Как защитить шаблон от изменений?

## Задание к лабораторной работе Word №5

### СПРАВКА

Дана {Текстовое поле формы Фамилия, Имя, Отчество}  
в том, что он (а) является студентом  
очной {флажок} заочной {флажок} формы обучения  
факультета {поле-список Факультет}  
курса {поле-список курс}  
группы {поле-список группа}  
Башкирского государственного аграрного университета.  
Справка дана для представления в {текстовое поле формы Организация}.  
Действительна по предъявлению {поле-список Документ}.  
Начальник отдела кадров {текстовое поле формы Начальник}.  
Дата выдачи справки {поле Дата}.

Список Факультет: ГМФ, ГТФ, ФГиГ, ИЭФ, ФГХ, ФЗО

Список курс: 1,2,3,4.

Список группы: АТП, ЭГП, ОПИ, МД, ШС, ВД, РМ, ГИГ, АСУ.

Список Документ: студенческого билета, паспорта, военного билета

## Лабораторная работа EXCEL № 1.

### Знакомство с системой электронных таблиц Excel, формирование таблицы.

1. Цель работы: освоить основные приемы работы с документами
2. Задачи работы: освоить приемы перемещения по ЭТ и ввода в нее данных

### 3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. Понятие об электронных таблицах

Информационные технологии обработки данных часто требуют представления сведений в виде таблиц. Для табличных расчетов характерны относительно простые формулы и большие объемы исходных данных. Универсальным средством для автоматизации расчетов над табличными данными стали пакеты прикладных программ (ППП), называемые ТАБЛИЧНЫМИ ПРОЦЕССОРАМИ или ЭЛЕКТРОННЫМИ ТАБЛИЦАМИ (ЭТ). Их содержимое можно редактировать, упорядочивать, выводить на печать. ЭТ могут быть использованы для построения диаграмм и в качестве несложной Базы Данных.

#### 3.2. Экран Excel

Рабочая область ЭТ - экран с сеткой, разделяющей его на столбцы и строки. Столбцы таблицы названы латинскими буквами и комбинациями латинских букв от А до IV (256 столбцов). Строки пронумерованы от 1 до 16384. Клетки, полученные на пересечении столбцов и строк, имеют свой адрес, который состоит из буквы, обозначающей столбец и цифры, обозначающей строку. Например, клетка, находящаяся на пересечении столбца В и строки 5, имеет адрес В5. Адрес клетки также называют ссылкой. На экране монитора обычно видно название открытой книги в строке заголовка, систему логических групп и вкладок, называемая **Лентой**.

Для передвижения по рабочему листу на значительные расстояния используются полосы прокрутки. Часто приходится выполнять действия с несколькими клетками одновременно, т.е. с блоком или диапазоном клеток. Блок — это множество клеток, образующих область прямоугольной формы. Блок отмечается адресами верхней левой и правой нижней клеток прямоугольника, разделенных двоеточием, например: В4:D6, А5:А10, С3:Е3.

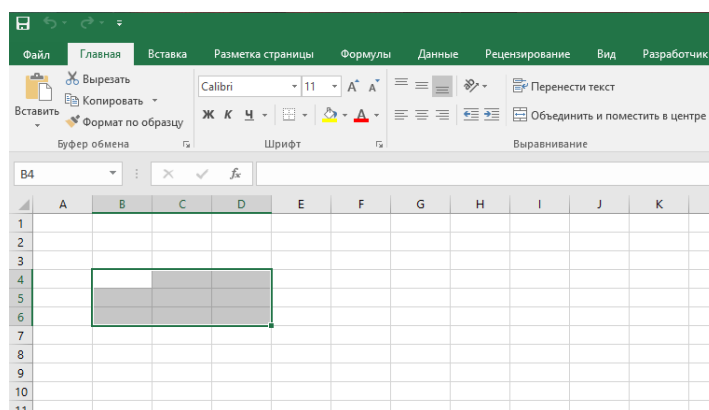


Рис 6.1. Экран Excel с выделенным блоком клеток В4: D6

#### 3.3. Лента Excel

В верхней панели находится лента Excel. Выбор любой вкладки раскрывает список ее команд. Выбор вкладки, после которой указано многоточие, например: команда Сохранить как... в вкладке Файл, приводит к появлению диалогового окна. Диалоговые окна могут содержать много опций, названия которых расположены друг за другом в виде карточек.

Вкладки в ленте не всегда доступны. Недоступная в данный момент вкладка окрашена тусклым серым цветом. Она остается тусклой до тех пор, пока не появятся условия для ее работы.

Выполнение некоторых команд также осуществляется через быстрые клавиши, указанные сразу после названия команды.

### 3.3.1. Добавление данных на ленту EXCEL

Изначально не все команды MS Office отображены на ленте и иногда их приходится добавлять на нее. Рассмотрим добавление на примере команды «ФОРМА».

Настройте Параметры (перейти к ним можно на вкладке Файл). Здесь вы также можете сразу не найти то, что нужно добавить на ленту. Поэтому сначала измените вариант в поле «Выбрать команды» (в данном случае нужен вариант «Все команды»). Чтобы добавить найденную в списке команду «Форма», нужно выбрать имя вкладки, где разместится кнопка и создать новую группу. Теперь щелкните по кнопке Добавить и проверьте, появилась ли новая команда в новой группе.

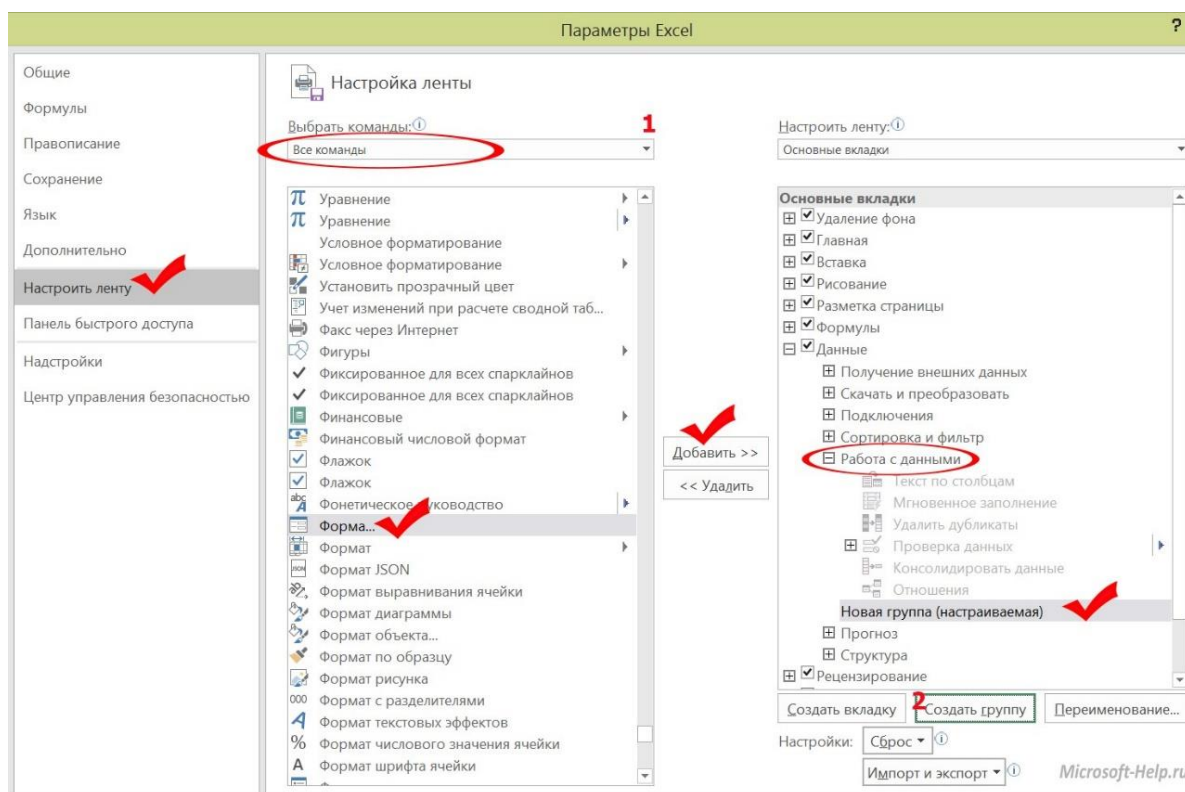


Рис 6.2. Добавление команды ФОРМА

После этих манипуляций на вкладке «Данные» появится группа «Работа с формами» (это название задаете вы, когда создаете группу при настройке параметров Excel), а в ней нужная вам кнопка.

	2.2. Распределение детей в возрасте 3 - 6 лет по причинам непосещения дошкольного образовательного учреждения							
	Все респонденты	2011 в т.ч. проживающие в домохозяйствах			Все респонденты	2014 в т.ч. проживающие в домохозяйствах		
		с одним ребенком	с 2-мя детьми	с 3-мя в более детьми		с одним ребенком	с 2-мя детьми	с 3-мя детьми
Дети в возрасте в возрасте 3 - 6 лет, не посещающие дошкольные образовательные учреждения, всего, человек	100	100	100	100	100	100	100	
в том числе по причинам								
нет мест	25,3	35,5	27,4	13,1	23,4	22,7	26,0	
высокая оплата	10,1	2,4	7,3	21,0	4,5	2,9	4,2	
нет поблизости	27,7	25,0	20,5	39,6	12,6	9,3	13,1	
дома ребенку лучше	20,9	15,1	23,2	23,2	38,9	44,5	34,3	
не может посещать дошкольное учреждение по состоянию здоровья	4,1	12,8	1,2	0,0	6,4	8,0	6,9	
другие причины	11,0	0,4	20,4	2,0	14,3	17,5	15,5	

Рис 6.3. Отображение команды форма на Ленте во вкладке ДАННЫЕ

### 3.4. Контекстно-зависимое меню

Для удобства выполнения задач, связанных с отдельными объектами экрана, Excel в дополнение к ленте также предлагает вторичную систему КОНТЕКСТНЫХ МЕНЮ. Они содержат лишь команды, применимые к данному объекту.

Для вызова контекстно-зависимого меню используется правая кнопка мыши, которая нажимается в момент указания на нужный объект. Например, указание на клетку и нажатие на правую кнопку мыши вызовет контекстное меню клетки, содержащее пункты вырезать, копировать и т.д.

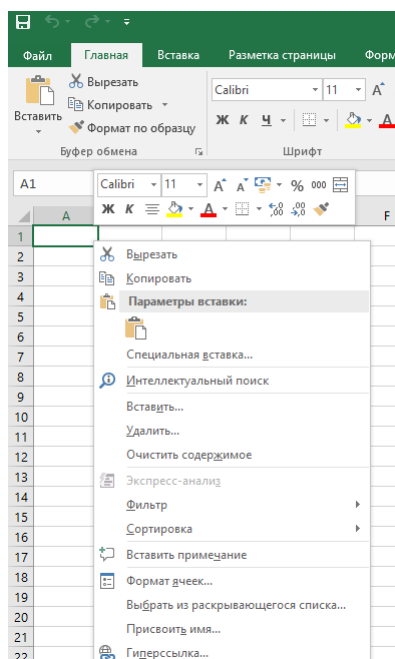


Рис 6.4. Контекстно-зависимое меню клетки

### 3.5. Типы данных

В Excel различаются три основных типа данных: числовые значения, текстовые значения и формулы.

#### 3.5.1. Числовые значения



**Числовые значения** — это числа, представляющие количественные величины, и числа, рассматриваемые как даты и время. Любые числовые значения могут быть использованы в качестве аргументов для формул. Этот тип данных выравнивается по правому краю клетки.

Чтобы программа воспринимала введенные время и дату как числа, нужно пользоваться стандартным форматом ввода. При этом Excel не делает различия между строчными и прописными буквами и при вводе дат разрешает использовать точку (.), косую черту (/), или дефис (-).

Если при вводе времени после цифр введены буквы AM или A (обозначает до полудня), либо PM или P (после полудня), то время на экране отображается в 12-часовом формате.

Примеры задания времени и даты в Excel приведены в скобках после указания соответствующего формата: Д.М.ГГ (10/25/94 или 10-25-94), Д.МММ.ГГ (25-Окт-94), Д.МММ (10-Окт), МММ.ГГ (Окт-94), Ч.ММ М/РМ (3:21 РМ), ЧЧ.ММ (15:21), ЧЧ.ММ.СС (15:21:04) и другими. Можно ввести дату время в одну клетку, разделив их пробелами (25-Окт-94 15:21).

### 3.5.2. Текст

**Текст** - обобщенная категория данных, которая подразумевает все, что не имеет дела с числами и вычислениями. Текстовые данные могут состоять из букв, цифр, знаков пунктуации, пробелов. Текстовые величины автоматически выравниваются по левому краю клетки. При необходимости числа можно вводить в виде текста, назначая клеткам формат ТЕКСТ перед вводом данных. Также можно ввести число в виде текста, предваряя его знаком апострофа (').

### 3.5.3. Формулы

**Формулы в ЭТ** начинаются со знака равенства (=), отличающего ввод текста от ввода формулы. Например: =b5\*c5\*d5. После ввода формулы в клетку, она видна в строке формул, а в самой клетке высвечивается результат вычисления. Формулы могут состоять из чисел, ссылок на клетки и встроенных функций, таких как СУММ, СРЗНАЧ и др., разделенных операторами сложения (+), вычитания (-), умножения (\*), деления (/), возведения в степень (^).

## 3.6. Получение помощи

Получить справку Excel можно в любое время, когда она понадобится, используя:

- 1) Клавишу F1 (клавиша клавиатуры);
- 2) Поле помощника (на ленте ms excel).

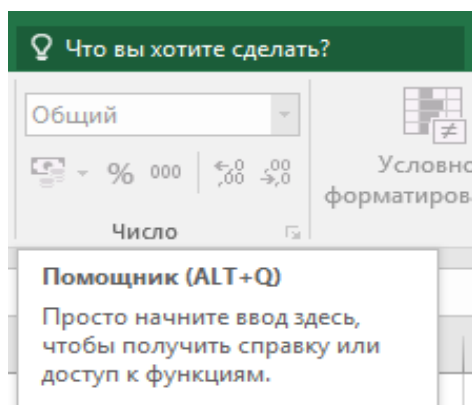


Рис 6.5. Поле помощника

## 3.7. Относительные и абсолютные ссылки

При выполнении операций копирования и дублирования формульных данных, содержащих ссылки на клетки, Excel автоматически корректирует их, т.е. изменяет номер строки или наименование столбца в зависимости от направления движения. Например, формула A1+B1, находящаяся в клетке C1 и содержащая ссылки на A1 и B1, при копировании в клетку C2 (вниз на



строку) превратится в A2+B2. Изменяемые ссылки называются относительными. Такая корректировка во многих случаях очень удобна, но иногда не требуется по смыслу выполняемой задачи или структуре таблицы. Чтобы ссылка в процессе копирования не изменялась, ее делают абсолютной, установив знак доллара перед буквой столбца и перед номером строки, например: \$A\$1. Допускается конструирование смешанных ссылок, например: \$A1. Адрес столбца данной клетки является постоянным, а адрес строки - относительным.

	A	B	C	D
1	1			
2		3		
3			5	
4	=A1+B\$2+\$C\$3	=A1+C\$2+\$C\$3		
5	=A2+B\$2+\$C\$3	=A2+C\$2+\$C\$3		

Рис 6.6. Примеры копирования формулы с использованием абсолютных и смешанных ссылок

На Рис 6.6. изображены два фрагмента таблиц с примером копирования формулы из клетки A5 в клетки A6, B5 и B6 таблицы. В верхнем фрагменте содержимое клеток представлено в виде формул, а в нижнем - результат вычисления по этим формулам. В формулах использованы абсолютная ссылка на всю клетку и смешанные ссылки.

### 3.8. Ввод и редактирование содержимого клетки

3.8.1. Обычно при входе в Excel на экране толстой рамкой выделена клетка с номером A1, которая готова к приему информации. Чтобы ввести информацию в другую клетку, ее выделяют с помощью мыши или клавиш управления курсором (клавиш со стрелками). Ввод осуществляется по правилам, для разных типов данных. По мере набора данных с клавиатуры Excel показывает все введенные символы как в панели формул, которая находится сверху, так и в активной клетке на рабочем листе. В панели формул активизируются кнопки: ОТМЕНИ (обозначена крестом); ВВОДА, (обозначена галочкой) и ЭКСПЕРТ ПО ФУНКЦИЯМ (обозначена fx).



Рис 6.7. Панель формул для ячейки A1

Чтобы набранная информация была внесена в текущую клетку рабочего листа, она должна быть подтверждена одним из следующих действий с использованием клавиш или мыши:

- 1) нажатием клавиши ввода, либо выходом из текущей клетки с помощью клавиши управления курсором.
- 2) щелчком мыши по другой клетке, либо по кнопке ввода помеченной галочкой.

3.8.2. Для исправления опечаток во время заполнения клетки, до того, как ввод информации подтвержден, можно воспользоваться клавишей Backspace или Delete. Для удаления всего набранного текста нужно с помощью мыши нажать кнопку с крестом.

3.8.3. Исправить уже подтвержденное содержание ячейки можно как в строке формул, так и непосредственно в клетке. Для этого следует:

- 1) выбрать нужную клетку;
- 2) дважды щелкнуть по ней мышью
- 3) отредактировать содержимое;

С помощью клавиши Insert можно изменить режим вставки символов на режим замены.

3.8.4. Чтобы осуществить очистку клетки, при которой уничтожается содержимое клетки без ее удаления из рабочей таблицы, нужно: либо нажать <Del>, либо выбрать из контекстного меню клетки команду «ОЧИСТИТЬ СОДЕРЖИМОЕ».

3.8.5. Для удаления клетки с ее содержимым и атрибутами форматирования нужно: выбрать команду «УДАЛИТЬ» из контекстного меню клеток, Excel отобразит диалоговое окно, в котором

нужно указать, как сдвигать соседние клетки для заполнения освободившегося после удаления места на рабочем листе.

### 3.9. Манипуляции с интервалом клеток

3.9.1. Выделение интервала клеток. Для некоторых видов преобразований в таблице требуется предварительно выделить несколько клеток, составляющих интервал строк, столбцов и т.д. Можно выделить:

- 1) строку или столбец, щелкнув мышью по номеру строки или столбца;
- 2) несколько строк или столбцов, щелкнув мышью на первом номере строки и протащить указатель мыши по нескольким выделяемым строкам или столбцам;
- 3) весь рабочий лист, щелкнув по кнопке, находящейся перед заголовком столбцов и над заголовком строк в левом углу рабочей книги;
- 4) блок клеток, поставив курсор в верхний левый угол блока и протащить указатель мыши к правому нижнему углу блока, либо, установив курсор в левый верхний угол и нажав клавишу Shift, не отпуская ее, двигаться с помощью клавиш управления курсором к правой нижней клетке.

3.9.2. Перемещение и копирование содержимого клеток. Excel поддерживает стандартные приемы использования буфера обмена для копирования и перемещения информации внутри открытой книги, в другую книгу или даже в другие программы, запущенные в Windows.

Для копирования (перемещения) содержимого клеток нужно:

- 1) выделить копируемые (перемещаемые) клетки
- 2) вызвать контекстное меню и выполнить команду «КОПИРОВАТЬ» «(ВЫРЕЗАТЬ)»;
- 3) передвинуть указатель мыши на новую позицию и выделить первую клетку будущего блока;
- 4) вызвать контекстное меню и выполнить команду «ВСТАВИТЬ».

Копирование позволяет размножить содержимое одной клетки в другие клетки электронной таблицы. Для этого, при указании позиции вставки, выделяют не одну, а несколько клеток, где должна появиться копия.

Для перемещения блока клеток внутри открытой книги применима также техника использования мыши, выполняемая по шагам:

- 1) выделить блок клеток;
- 2) установить указатель мыши на одной из границ отмеченного блока (указатель примет вид стрелки);
- 3) протащить выделенную область клеток до нужного места рабочей таблицы.
- 4) Нужно помнить, что если в копируемой или перемещаемой клетке находится формула, то в ней происходит корректировка относительных ссылок.

3.9.3. Вставка и удаление интервала клеток. Вставка новой клетки, столбца или строки осуществляется с помощью пункта «ВСТАВКА» главного меню. Предварительно клетка, строка или столбец перед которыми должна поместиться вставка, должны быть выделены. Для вставки нескольких строк или столбцов нужно выделить столько строк или столбцов, сколько вы хотите вставить. Тогда перед первым выделенным столбцом или первой строкой вставится столько новых столбцов или строк, сколько вы выделили. Вкладка «Главная» пункт «Редактирование» команда «Очистить» удаляет выделенный диапазон.

### 3.10. Изменение размеров столбца и строки

3.10.1. Если текст, введенный в клетку, длиннее ширины столбца, то он будет показан в следующих столбцах, если они пустые. В противном случае текст на экране будет обрезан границей следующего столбца.

В случаях, когда стандартная ширина столбца не устраивает, ее изменяют одним из следующих способов, предварительно выделив столбец:

- 1) командой «Формат»-«Столбец-ширина» группы «Ячейки» вкладка «Главная»;
- 2) командой «Ширина столбца...» контекстного меню столбца;
- 3) с помощью мыши, передвигая границу столбца в поле заголовков столбцов.

3.10.2. Для изменения высоты выделенной строки используют два приема:

Изменение высоты строки происходит аналогично изменению ширины столбца, только необходимо выбрать соответствующие пункты: «Высота строки».

### 3.11. Формат ячеек

Так же в кнопке выпадающего списка «Формат» есть команда «Формат ячеек». Она открывает диалоговое окно, которое используется для форматирования вида, типа данных, расположения данных и т.д.

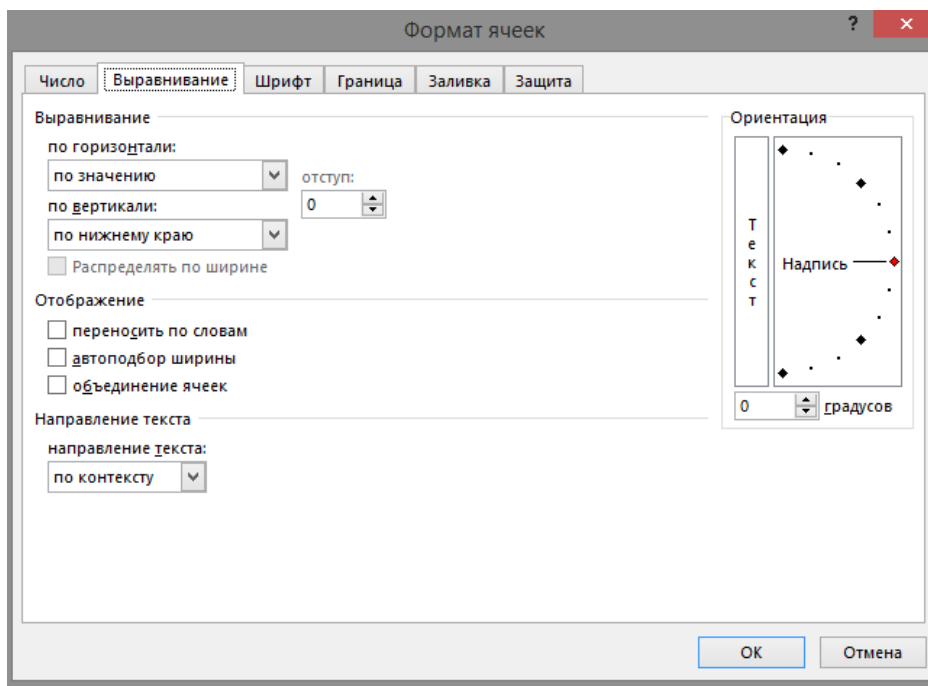


Рис 6.8. Формат ячеек

### 3.12. Автоматические операции.

Автоматические операции суммирования, дублирования и заполнения смежных клеток. Для вычисления итоговой суммы по числовым значениям в смежном интервале клеток используется инструмент «Автосумма», обозначенный математическим символом суммы, находящийся в группе «Редактирование», вкладки «Главная». Техника автосуммы следующая:

- установить курсор в клетку, где должна появиться итоговая сумма;
- щелкнуть по кнопке  $\Sigma$ , при этом в самой клетке и в панели формул появляется функция СУММ, с выбранным компьютером диапазоном клеток, находящимся над указанной клеткой, либо левее нее;
- нажать Enter, если диапазон, указанный компьютером нас устраивает, в противном случае его предварительно редактируют.

ДУБЛИРОВАНИЕ данных чаще используется для ввода формул и производится в следующей последовательности:

- выделить блок клеток, куда нужно поместить формулу;
- набрать с клавиатуры формулу и нажать <Ctrl+Enter>, чтобы внести запись во все отмеченные клетки.

Многие рабочие таблицы требуют ввода последовательных дат, времени и других типов рядов (например, столбцы, обозначающие последовательность месяцев с января по декабрь или строки, пронумерованные от 1 до 100). Для создания таких последовательностей используют АВТОМАТИЧЕСКОЕ ЗАПОЛНЕНИЕ. Оно может быть использовано и для ввода формул в смежные клетки таблицы, при этом ссылки в формулах автоматически изменяются.

Автозаполнение выполняется с помощью маркера заполнения, находящегося в правом нижнем углу выделенной клетки или блока клеток. Первоначально в клетки электронной таблицы вводят начальные значения последовательности. Для последовательности с шагом изменения 1 (один месяц, один день, один квартал и др.) достаточно одного первого значения в одной клетке (см.рис.8, клетки A1: E1). Внимание! Просто любая одна цифра не порождает последовательность.

Для получения ряда с произвольным шагом изменения или последовательного числового ряда вводят два значения-образца в соседние клетки, что показывает изменения между соседними элементами последовательности (см.рис.9, клетки G1:G2; H1:H2 и т.д.).

Клетки (одну или две, в зависимости от вида последовательности) с начальными значениями выделяют, устанавливают курсор на маркере заполнения (курсор превращается в тонкий черный крестик) и протаскивают его по всем заполняемым клеткам.

При этом Excel либо создает последовательность (если она уверена, что начальное значение порождает последовательность) во всех отмеченных вами клетках, либо заполняет интервал начальными значениями.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	04.01.2019	квартал 1	Товар2	3-й период		Пн	10:00	1	05.январь	100
2	05.01.2019	квартал 2	Товар3	4-й период		Ср		2	05.март	95
3										

Рис 6.9. Фрагмент электронной таблицы с различными значениями в клетках

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	январь	04.01.2019	квартал 1	Товар2	3-й период		Пн	10:00	1	05.январь	100
2	февраль	05.02.2019	квартал 2	Товар3	4-й период		Ср	12:10	2	05.март	95
3	март	09.03.2019	квартал 3	Товар4	5-й период		Пт	14:20	3	05.май	90
4	апрель	10.04.2019	квартал 4	Товар5	6-й период		Вс	16:30	4	05.июль	85
5	май	12.05.2019	квартал 1	Товар6	7-й период		Вт	18:40	5	05.сентябрь	80
6	июнь	13.06.2019	квартал 2	Товар7	8-й период		Чт	20:50	6	05.ноябрь	75
7	июль	15.07.2019	квартал 3	Товар8	9-й период		Сб	23:00	7	05.январь	70
8	август	16.08.2019	квартал 4	Товар9	10-й период		Пн	1:10	8	05.март	65
9	сентябрь	17.09.2019	квартал 1	Товар10	11-й период		Ср	3:20	9	05.май	60
10	октябрь	19.10.2019	квартал 2	Товар11	12-й период		Пт	5:30	#	05.июль	55

Рис 6.10. Фрагменты рядов, полученных путем автозаполнения

На Рис. 6.11 в столбцах A:E показаны примеры рядов с шагом изменения 1. Столбец A содержит последовательные обозначения месяцев с января по июнь, в столбце B – даты от 04.01.2019 до 19.10.2019, в столбце C- нумерация кварталов (причем после 4 квартала в клетке C5 вновь появляется квартал 1) и т.д. В столбцах G:K показаны фрагменты рядов, полученных по двум первым

значениям. Столбец G содержит обозначения дней недели через один (Пн, Ср, Пт, Вс, Вт и т.д.), в столбце H – время изменяется не только по часам, но и по минутам (после 24 часов или 60 минут нумерация вновь начинается с начала) и т.д.

### **3.13. Сохранение таблицы на диске**

Для сохранения созданной таблицы на диске Excel предлагает инструмент СОХРАНИТЬ, представленный кнопкой с изображением дискеты, либо команду «ФАЙЛ» - «СОХРАНИТЬ» на ленте ms office. При первом нажатии на инструмент СОХРАНИТЬ программа выдает диалоговое окно «СОХРАНИТЬ КАК...», которое используют для указания более содержательного имени, нового диска или выбора нового каталога перед сохранением.

## **4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**4.1.** Запустить приложение MS EXCEL. Ознакомиться с областями экрана; освоить перемещение по экрану с помощью мыши и кнопок прокрутки; ознакомиться с лентой. Поочередно включить несколько пунктов главного меню, ознакомиться с принципом расположения и вызова их опций.

**4.2.** Выбрать данные для таблицы, согласно вашему варианту из Задания к лабораторной работе Excel №1.

**4.3.** Оформить заголовок таблицы.

**4.4.** Включить автоматический перенос по словам.

**4.5.** Заполнить столбцы таблицы данными; используя необходимые вычисления;

**4.6.** Сохранить документ

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1) Что такое лента в Excel? Где она расположена?
- 2) Объясните назначение контекстно-зависимого меню.
- 3) Как осуществить ввод формулы в клетку?
- 4) Когда применяется прием автозаполнения?
- 5) Что такое абсолютная ссылка на клетку?
- 6) Для чего используется инструмент Автосуммирования?
- 7) Какие существуют способы изменения ширины столбца?
- 8) Какими способами можно отредактировать содержимое клетки?
- 9) Как удалить или добавить строку, столбец?

## Задание к лабораторной работе Excel №1

Таблица 6.6. Вариант 1. Затраты труда при солосовании

Наименование силосохранилища	Вместимость, тонн	Затраты труда на 1 т, чел.- час.	Затраты труда на одно хранилище, чел.-час
Курганы	480	0,74	
Траншеи	520	0,86	
Кирпичные башни	500	0,96	
Герметичные башни	630	0,64	
Всего			

Таблица 6.7. Вариант 2. Урожайность сельскохозяйственных культур

Культура	Площадь, га	Валовая продукция, ц	Урожайность ц/га
Яровые зерновые	650	12350	
Ячмень	320	7360	
Картофель	208	16640	
Овощи	180	23400	
Озимые зерновые	550	8635	
Всего			

Таблица 6.8. Вариант 3. Определение расхода комбикормов

Группа коров по удою, кг	Усредненный показатель удоя, кг	Затрачено кормовых единиц на 1 кг молока	Необходимое количество комбикорма, кг
До 1999	1546	1,857	
2000-2999	2654	1,31	
3000-3999	3671	1,098	
4000-4999	4477	0,971	
5000-5999	5312	0,89	
6000-6999	6268	0,779	
Всего			

Содержание кормовых единиц в 1 кг комбикорма - 1,32

Таблица 6.9. Вариант 4. Валовый объем заготовок древесины

Название породы	Общая площадь, га	Средний выход древесины, м <sup>3</sup> . га	Плановый валовый объем заготовок, м <sup>3</sup>
Сосна	15	1000	
Ель	12	800	
Пихта	11	1200	
Береза	11	700	
Липа	10	600	
Всего			

Таблица 6.10. Вариант 5. Расчет основной заработной платы мелиораторов

Ф.И.О.	Площадь обработки, га	Расценки тыс.руб/га	Заработная плата, тыс.руб
Иванов С.С.	35,8	11,4	
Бикташев Ю.С.	28,3	12,5	
Соков Е.Ф.	41,5	11,1	
Гареев М.Г.	38,5	10,5	
Сафронов О.И.	45,5	11,4	
Буров Н.У.	43,3	12,5	
Петров И.ф.	30,9	10,1	
Всего			

## Лабораторная работа EXCEL № 2. Связывание электронных таблиц EXCEL.

1. Цель изучить принцип работы с несколькими связанными таблицами
2. Задачи работы: освоить приемы связывания электронных таблиц в EXCEL

### 3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. Листы рабочей книги

В Excel можно работать одновременно с несколькими таблицами, расположенными на РАБОЧИХ ЛИСТАХ (СТРАНИЦАХ), которые объединяются в РАБОЧИЕ КНИГИ. Использование рабочих листов, расположенных в одной книге, т.е. в одном файле, облегчает работу с несколькими таблицами или диаграммами, связанными по смыслу или общими данными, и помогает проводить последующий анализ данных.

Рабочие листы могут иметь собственные имена. В новой рабочей книге листы нумеруются от Лист 1 до Лист 16. При запуске Excel на экране появляется рабочая книга с именем Book1 (Книга1), в которой открыт первый рабочий лист.

В нижней части экрана Excel расположены ЯРЛЫЧКИ с именами рабочих листов и КНОПКИ ПРОКРУТКИ ярлычков. Для перехода в другой рабочий лист книги нужно щелкнуть левой кнопкой мыши на его ярлычке и лист откроется. Если ярлычок листа не виден на экране, можно правой кнопкой мыши щелкнуть на кнопках прокрутки ярлычков и в открывшемся списке листов выбрать нужный.

Щелчок правой кнопкой мыши на ярлычке листа открывает его контекстно-зависимое меню, состоящее из пяти команд: «Вставить», «Удалить», «Переместить»/«Скопировать», «Переименовать», с помощью которых можно управлять рабочими листами книги.

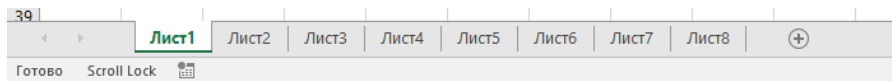


Рис. 7.1. Ярлычки с именами рабочих листов

#### 3.2. Вставить, удаление и переименование рабочего листа

После выбора команды «ВСТАВИТЬ» из контекстно-зависимого меню листов на экране появляется диалог, в котором можно выбрать тип вставляемого листа: рабочая таблица, диаграмма и др.

Ненужный или пустой лист можно удалить командой «УДАЛИТЬ» из контекстно-зависимого меню листов.

Можно удалить сразу несколько рабочих листов, предварительно выделив их. Выделение производится мышью при нажатой клавише Ctrl. После выбора команды Excel спросит вас, действительно ли вы желаете удалить рабочие листы.

Для ежедневной работы переименование рабочих листов очень важно, так как удобнее обращаться к листам, имеющим смысловые названия. Переименование выполняется командой «ПЕРЕИМЕНОВАТЬ» из контекстно-зависимого меню листов, в одноименном диалоге которой нужно ввести новое имя для рабочего листа.

#### 3.3. Перемещение и копирование рабочих листов

Можно легко перемещать рабочие листы внутри рабочей книги, изменяя порядок их следования. Также возможно копирование рабочих листов, причем перемещать и копировать рабочие листы можно и в другие книги. Для этого используется команда «Переместить»-«Скопировать» из контекстно-зависимого меню листов. В появившемся на экране диалоге с помощью кнопки-

переключателя «Создавать копию» можно выбрать между перемещением и копированием рабочего листа. В поле «В КНИГУ» данного диалога можно указать книгу, в которую необходимо переместить или скопировать рабочий лист. По умолчанию в этом поле находится название текущей книги. В поле «Перед листом» указывается позиция, куда нужно переместить или скопировать лист.

Перемещать или копировать рабочие листы можно и с помощью мыши, используя прием перетаскивания ярлычка в нужную позицию. Во время перетаскивания указатель мыши принимает форму стрелки с листом бумаги. Если вы хотите скопировать рабочий лист, то во время перетаскивания нажмите клавишу CTRL.

### 3.4. Связывание рабочих листов

Если на одном рабочем листе используются данные из другого листа, то эти листы считаются связанными. С помощью связывания можно свести воедино значения клеток из нескольких разных таблиц на одном рабочем листе. Изменение содержимого клетки на одном листе (листе-источнике) рабочей книги приводит к изменению связанных с ней клеток в листах-приемниках. Этот принцип отличает связывание листов от простого копирования содержимого клеток из одного листа в другой. В зависимости от техники исполнения связывание бывает “прямым” и через команду СПЕЦИАЛЬНАЯ ВСТАВКА.

3.4.1. **Прямое связывание** листов используется при вводе формулы в клетку одного листа, в которой в качестве одного из операндов используется ссылка на клетку другого листа. Если в клетке таблицы (например, в рабочем Листе2) содержится формула, в которой используется ссылка на клетку другого рабочего листа (например, на клетку A1 рабочего Листа1) и оба листа загружены, то такое связывание указанных листов называется “прямым”. Термин “прямое” связывание обозначает, что пользователь сам непосредственно при вводе формулы указывает имя листа и абсолютный адрес клетки из него, разделенные знаком "!".

Примеры формул: =C5\*Лист1! A1  
=Лист3! B2\*100  
=Лист1! A1- Лист2! A1

Для указания ссылки на листы, находящиеся в незагруженных рабочих книгах, в формуле нужно без пробелов задать полный путь местонахождения файла. Путь задается в одинарных кавычках, где указывается название диска, каталога, имя рабочей книги в квадратных скобках и имя листа, на который идет ссылка.

Например = 'C:\ EXCEL\ [ КНИГА1.XLS] Лист1'!A1\*C5

3.4.2. Связывание через команду **СПЕЦИАЛЬНАЯ ВСТАВКА** производится, если какая-либо клетка таблицы на одном рабочем листе должна содержать значение клетки из другого рабочего листа.

Чтобы внести в Лист2 значение клетки A1 из исходного Листа1, нужно выделить эту клетку, вызвать контекстное меню и выбрать команду «КОПИРОВАТЬ». На втором листе поставить курсор на ту клетку, куда нужно вставить, и выполнить команду «СПЕЦИАЛЬНАЯ ВСТАВКА» в контекстно-зависимом меню клетки. В открывшемся окне (рис. 7.2) нажать на клавишу «Вставить связь». На втором листе появится указание на клетку исходного первого листа, например:

= Лист1!\$A\$1 .

При таком связывании EXCEL автоматически переводит относительный адрес в абсолютный, т.к. если адрес обращения не абсолютный, это может привести к ошибкам, особенно если обращаться к незагруженным файлам.



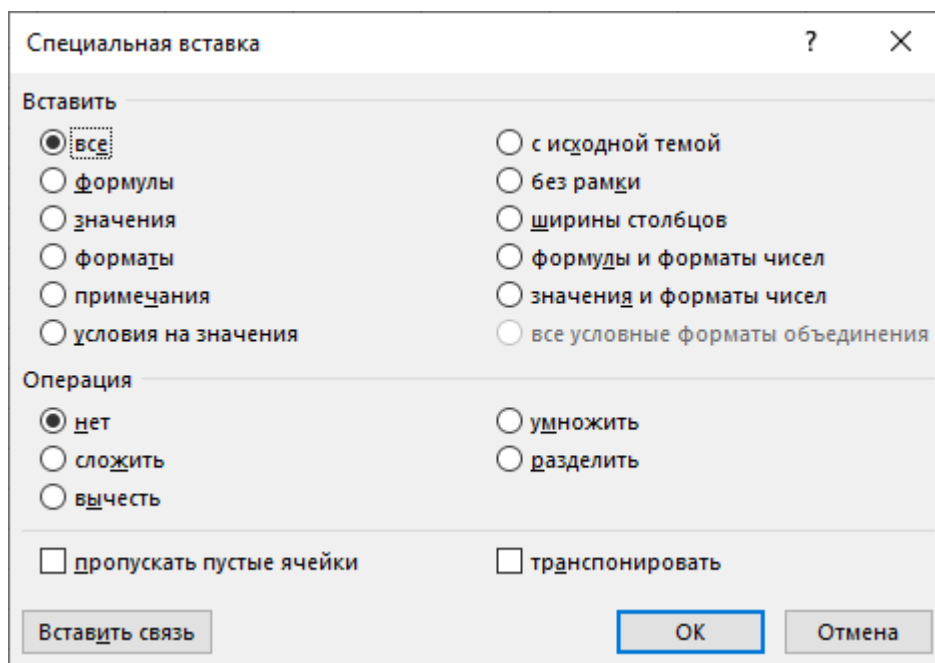


Рис. 7.2. Специальная вставка

### 3.5. Работа с несколькими окнами

Через команды в вкладке ВИД (рис. 7.3), на ленте MS Excel.

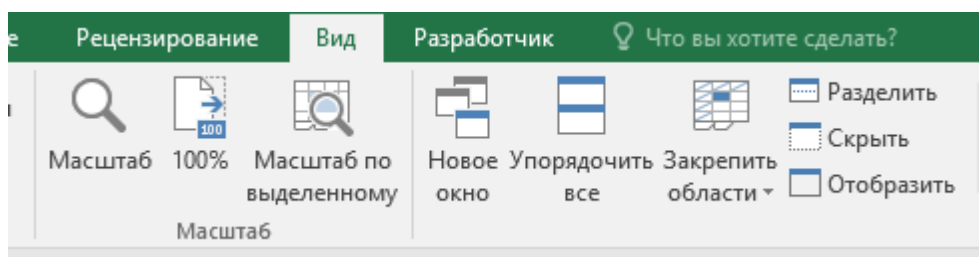


Рис. 7.3. Группа для работы с несколькими окнами

3.5.1. Командой «Разделить» экран Excel можно «разбить» на четыре окна (два горизонтальных и два вертикальных). Тогда в четырех окнах отображаются разные части одного рабочего листа, причем точка пересечения окон пройдет рядом с активной в момент деления клеткой таблицы. Переходя из одного окна в другое и перемещаясь в рабочем пространстве, можно установить удобное для работы расположение таблицы. Установив указатель мыши на пересечении вертикальной и горизонтальной линий, разделяющих лист (курсор превращается в крестик) и передвигая его, можно манипулировать размерами и взаиморасположением окон на экране. Чтобы убрать деление на подокна нужно дважды щелкнуть на линии деления окон. Можно также оставить только вертикальные или горизонтальные окна.

3.5.2. Командой «Новое окно» на экране можно «открыть» несколько дополнительных окон. В этом случае в них могут отражаться разные части одного листа, разные листы одной или разных книг.

Для закрытия дополнительного окна в его системном меню нужно вызвать команду ЗАКРЫТЬ или воспользоваться комбинацией клавиш CTRL+F4.

Максимальное количество дополнительных окон ограничено только возможностями оперативной памяти вашего компьютера. Вновь открытые окна EXCEL автоматически нумеруют. Номер проставляется через двоеточие после имени файла, выводимого в окне. При сохранении файла информация о дополнительных окнах не уничтожается, а при последующих вызовах программы они всегда в вашем распоряжении.

Используя сочетание дополнительно открытых и поделенных на части окон, можно добиться максимального удобства в работе с таблицами.

3.5.3. Командой «Упорядочить все» организуют большое количество окон на экране. В диалоге «Расположение окон» (рис. 7.4) имеется четыре варианта группирования окон: «рядом», «сверху», «вниз», «слева направо», «каскадом».

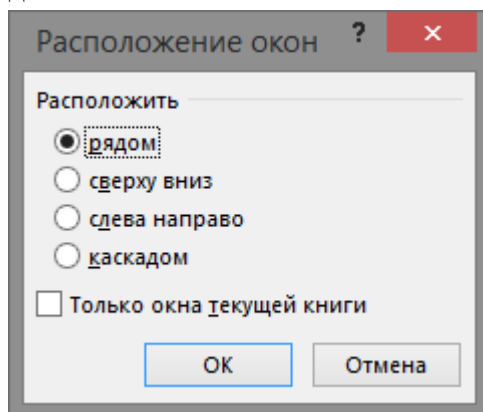


Рис. 7.4. Диалог УПОРЯДОЧИТЬ ОКНА

### 3.6. Смена, сокрытие и свертывание окон

Обычно можно перейти в другое окно, активизировав необходимое вам щелчком мыши. Для вызова окна, закрытого другими окнами, нужно обратиться к команде «Перейти в другое окно» группы «Окно» вкладки «Вид», где находится список окон, которые в данный момент доступны. Введя с клавиатуры стоящую перед именем файла цифру или щелкнув мышью на нужной строке меню, вы переводите окно на первый план.

Если в настоящее время работа с открытым окном не ведется, то его можно "спрятать". Это делается с помощью команды «ОКНО»-«СКРЫТЬ». Рабочий лист, таким образом, не удаляется, а делается невидимым. Окно также можно уменьшить до размера значка одним из трех способов:

- 1) с помощью кнопки минимизации окна, находящейся в правом верхнем углу окна;
- 2) командой «СВЕРНУТЬ» из системного меню окна;
- 3) комбинацией клавиш CTRL+F9;

### 3.7. Увеличение и уменьшение размеров изображения в окнах

Для каждого окна можно определить необходимый для удобной работы с ним размер изображения. Для этого в программе предусмотрена команда «ВИД»-«МАСШТАБ», открывающая одноименный диалог, где можно увеличить или уменьшить изображение в границах от 25 до 200%. Этот диалог содержит две опции: «ПО ВЫДЕЛЕНИЮ» и «ПРОИЗВОЛЬНЫЙ».

Первая из них автоматически выбирает масштаб увеличения, чтобы на экране были видны только выделенные клетки, с помощью второй можно самим задать любой процент увеличения или уменьшения изображения.

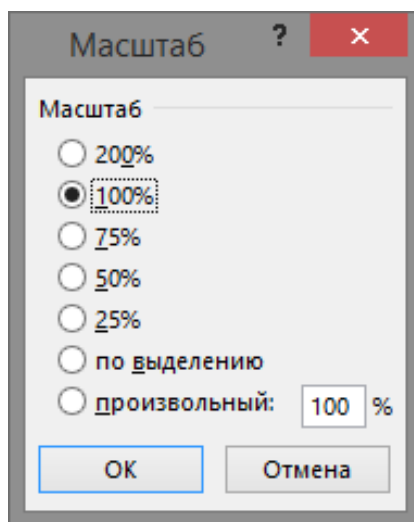


Рис. 7.5. Диалоговое окно "вид-масштаб"

#### 4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1) Загрузить оболочку Windows, запустить приложение Excel, загрузить файл с таблицей, созданной в лабораторной работе EXCEL №1

2) Открыть второе окно для просмотра следующего листа, упорядочить расположение окон на экране.

3) На втором листе сформировать таблицу, в соответствии с вариантом (см. Задание к лабораторной работе Excel №2), объединенную по смыслу с таблицей, созданной ранее. Связать данные таблиц с помощью команды СПЕЦИАЛЬНАЯ ВСТАВКА и прямым связыванием.

4) Переименовать оба листа, задав им смысловые названия, удалить неиспользуемые листы рабочей книги.

5) Сохранить свой файл.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Объясните назначение команды «Разделить» группы «Окна».
- 2) Как открыть новое окно?
- 3) Для чего используется команда «Упорядочить все» группы «Окно»?
- 4) Для чего используется комбинация клавиш Ctrl+F4?
- 5) Объясните отличие команд «Вырезать» и «Копировать».
- 6) Какими способами можно связать два рабочих листа?
- 7) Что происходит при изменении связанных данных на листе источнике, на листе-приемнике?
- 8) Как обозначаются абсолютные ссылки на клетки?
- 9) Как вызвать контекстное меню листа?
- 10) Для чего переименовывают рабочие листы?

## Задание к лабораторной работе Excel №2

Таблица 7.11. Вариант 1. Определение затрат труда при силосовании

Наименование силосохранилища	Количество хранилищ	Затраты труда на одно хранилище, чел.-час.	Общие затраты труда на силосование
Курганы	4		
Траншеи	5		
Кирпичные башни	2		
Герметичные башни	3		
Всего			

Таблица 7.12. Вариант 2 Себестоимость сельхоз культур

Культура	Затраты на 1га, тыс.руб	Урожайность, ц/га	Себестоимость, тыс.руб./ц
Яровые зерновые	4500		
Ячмень	4300		
Картофель	32700		
Овощи	48000		
Озимые зерновые	4100		
Всего			

Таблица 7.13. Вариант 3 Расчет потребности комбикормов

Группа коров по удою	Кол-во животных в группе	Необходимое кол-во комбикорма, кг	Общая потребность в комбикорме на группу
До 1999			
2000-2999			
3000-3999			
4000-4999			
5000-5999			
6000-6999			
Всего			

Таблица 7.14. Вариант 4 Выполнение плана заготовки древесины

Название породы	Заготовка по плану		Процент выполнения плана
		Древесины, м <sup>3</sup> фактически	
Сосна		15000	
Ель		10000	
Пихта		11000	
Береза		10000	
Липа		5000	
Всего			

Таблица 7.15. Вариант 5 Расчет премии мелиораторов

Фамилия и инициалы работника	Зароботная плата, тыс.руб	Норма выработки, га	Фактическая выработка, га	Премия, тыс.руб
Иванов С.С.		325	400	
Бикташев Ю.С.		425	526	
Соков Е.Ф.		548	600	
Гареев М.Г.		673	788	
Сафронов О.И.		234	300	
Буров Н.У.		754	754	
Петров И.ф.		544	630	
Всего				

При перевыполнении нормы выработки до 10% (включительно) премия начисляется в размере 5% от з/п, если >10% , то 15%.

## Лабораторная работа EXCEL № 3. Встроенные функции EXCEL и оформление рабочих листов.

1. Цель: Знакомство с функциями Excel.
2. Задачи работы: освоить возможности оформления рабочих листов

### 3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. Вычислительные возможности и работа с функциями

Функции Microsoft Excel являются вычислительными инструментами, которые могут быть использованы в рабочем листе для автоматического принятия решений, выполнения действий и вычисления значений. Excel предоставляет обширный набор встроенных функций, которые производят различные типы вычислений (список некоторых функций и их назначения приведен в табл. 1).

Каждая функция в Excel включает в себя две части: имя функции, например, СРЗНАЧ (среднее значение) и необходимые аргументы. Аргументы — это информация, которую функция использует, чтобы вычислить новое значение или произвести действие. Аргументы всегда находятся справа от имени функции и заключены в скобки.

Аргументом может быть число, имя клетки, ссылка на клетку или другая функция как элемент. Уровень вложенности функций в формулах может достигать семи.

Основные правила записи формул:

- запись формул в Excel начинается со знака равенства;
- формулы могут включать обращение к одной или нескольким функциям;
- после имени каждой функции в скобках задаются аргументы, используемые функцией. Если функция не использует аргументов, то за ее именем следуют пустые скобки () - без пробела между ними, например, текущая дата: СЕГОДНЯ ();
- аргументы в функциях отделяются друг от друга точками с запятой (например, =СРЗНАЧ(1;2;3;4;5) равно 3, но =СРЗНАЧ(;1;2;3;4;5) равно 2,14.

На примере функции СУММ, которая вычисляет сумму своих аргументов и может воспринять их от 1 до 30, рассмотрим возможные варианты задания аргументов.

Аргументы функции СУММ могут быть любого из ниже следующих четырех видов:

- 1) Число, например: =СУММ(1;10;100)
- 2) Формула, которая своим результатом имеет число, например: =СУММ(0,5+0,5;СРЗНАЧ(5;5);10^2)
- 3) Функции, которые используются в качестве аргументов других функций, как в предшествующем примере, называются вложенными функциями. В этом примере вложенная функция СРЗНАЧ является аргументом функции СУММ.
- 4) Ссылка на клетку или на интервал клеток, который содержит числа или формулы, доставляющие числа, например: =СУММ(A1; A2)


Во втором примере в качестве аргументов данных функций задается интервал клеток. Он задается адресом клетки, в которой находится первая цифра колонки, затем оператор связи - двоеточие (:) и адрес клетки, в которой находится последняя цифра. Второй пример эквивалентен формуле СУММ(A1;A2;A3;A4;A5). Преимущество использования интервала состоит в том, что аргумент A1:A5 принимается за один аргумент, в то время как A1, A2, A3, A4, A5 - за пять аргументов. Если требуется сложить более 30 чисел, то придется использовать интервалы, потому что функция не может иметь более 30 аргументов.

Имя, которое ссылается на константу, формулу, клетку или интервал клеток, содержащие числа или формулы, доставляющие числа, например: =СУММ(Основание; Приращение)

В данном примере использованы собственные имена «Приращение» и «Основание». Имена назначаются константам, интервалам, формулам и делают формулы более удобными для чтения, понимания и работы.

### 3.2. Мастер функций

Мастер функций позволяет в диалоговом режиме просмотреть списки всех функций, распределённых по категориям, выбрать любую из них и задать ее аргументы. Обратиться к Мастеру функций можно:

- 1) комбинацией клавиш [Shift]-[F3];
- 2) кнопкой на панели инструментов:  .

После вызова Мастера функций появляется первое окно диалога (рис.8.1), в котором отображаются категории и имена функций, строка формул и кнопки. Функции перечислены по категориям, таким как: "Финансовые", "Математические", и т.д.

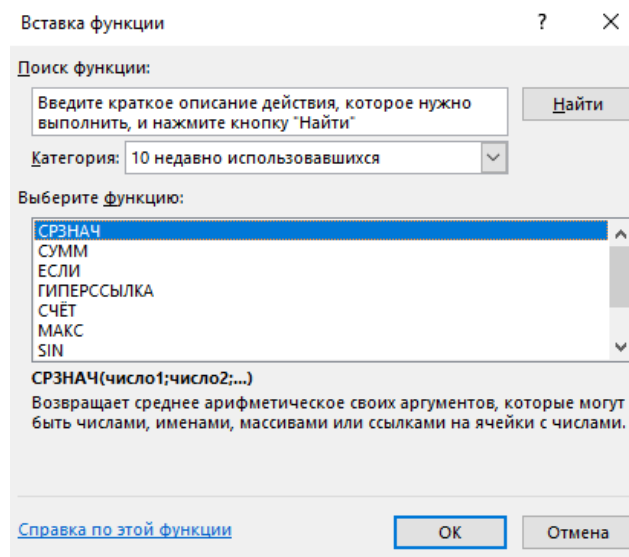


Рис. 8.1. Мастер функций: шаг 1 из 2

После выбора нужной функции и нажатии на кнопку ОК происходит переход ко второму окну диалога. На этом шаге (рис.8.2) производится ввод аргументов выбранной функции с клавиатуры в специальное окно ввода, где находится курсор в виде вертикальной черты. Интервал клеток можно также выделить непосредственно на рабочем листе, тогда он автоматически заносится в окно ввода. После нажатия кнопки «ОК», Мастер помещает эти данные в строку формул рабочего листа таблицы, а в клетке появляется результат вычисления по заданной функции. Кнопка Отмена позволяет отказаться от ввода. В том случае, если допущена некорректность при вводе аргументов или самой функции, появляется сообщение об ошибке.

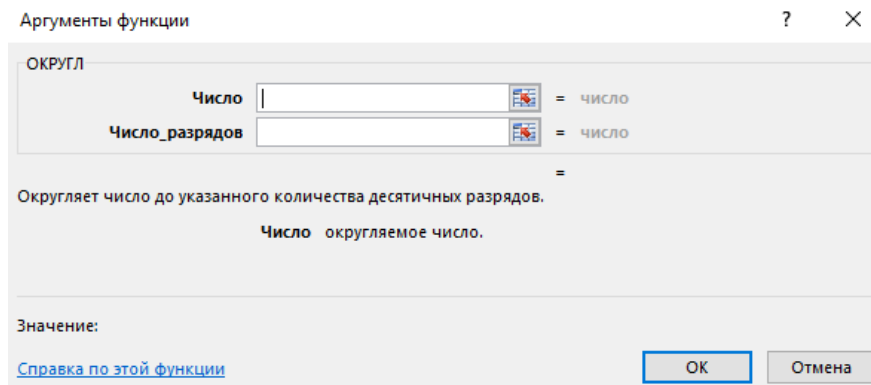


Рис. 8.2. Мастер функций: шаг 2 из 2

Многие имена аргументов указывают на то, какую информацию следует задавать в качестве фактического значения аргумента. Если в имени аргумента использованы сокращения чис, ссыл или лог, то это означает что аргумент должен быть числом, ссылкой или логическим значением соответственно.

Например, у функции ОКРУГЛ(число; количество цифр), оба аргумента должны быть числом, где первый аргумент - само число, которое округляется, и второй - количество знаков после запятой.

### 3.3. Оформление рабочих листов

Преобразования, которые Excel производит с оформлением символов в клетке, называется форматированием. Оно включает:

- шрифтовое и цветовое оформление;
- выравнивание данных в клетках;
- установку формата вывода чисел и т.д.

Форматирование можно выполнять с помощью кнопок контекстно-зависимого меню "Форматирование" (рис.8.3). Текст с назначением любой кнопки панели появляется под кнопкой, если указать на ее нижний край курсором.



Рис. 8.3. Панель инструментов "Форматирование"

Но все же самый богатый арсенал средств форматирования Excel предоставляет, если воспользоваться кнопкой выпадающего списка Формат ячеек (см. лабораторная работа Excel №1).

Диалоговое окно "Формат ячеек" предоставляет шесть ярлычков для вызова подменю:

- 1) Число - задает количество десятичных знаков для любого числа данной клетки; следует ли дать знак доллара или процента; является ли число датой и т.д.
- 2) Выравнивание - определяет, каким образом располагается содержимое внутри клетки. Обычно числа печатают у правого края клетки, текст у левого, а заголовки центрируют.
- 3) Шрифты - определяет размер, форму и толщину каждого символа внутри клетки. Единицей измерения шрифта служит пункт; чем больше пунктов, тем крупнее символ.
- 4) Рамка - позволяет обвести части таблицы в рамки, добавить линии под столбцами.
- 5) Вид - позволяет задать закраску клетки (цвет и узор).
- 6) Защита - управляет скрытием данных и позволяет установить блокировку клеток, что делает невозможным изменение данных.

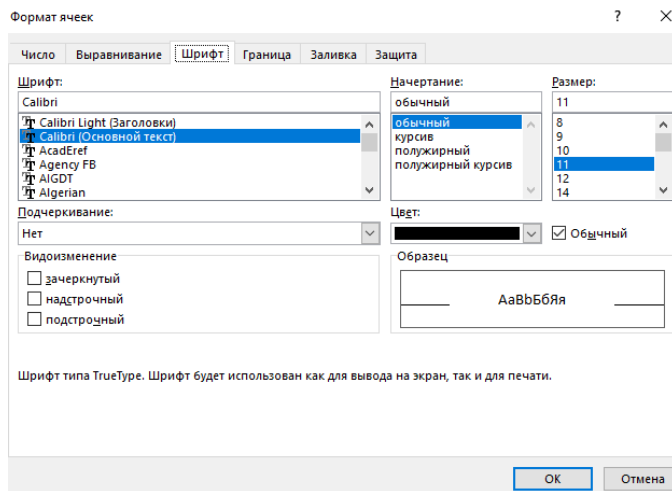


Рис. 8.4. Диалоговое окно "Формат ячеек - ярлычок Шрифт"

### 3.4. Использование встроенных функций

Примеры встроенных функций:

1) Функция LN возвращает натуральный логарифм числа. При использовании функции LN должно соблюдаться условие «положительного числа». При несоблюдении этого условия будет выдаваться ошибка (рис. 8.5).

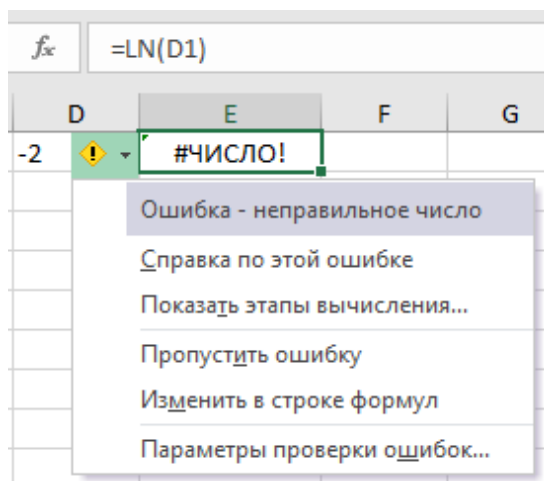


Рис. 8.5. Результат вычисления функции LN от отрицательного числа.

2) Для исключения отрицательного числа функцию LN можно использовать часть условия с помощью функции ЕСЛИ. Функция ЕСЛИ позволяет выполнять логические сравнения значений и ожидаемых результатов, поэтому у функции ЕСЛИ возможны два результата: первый – если сравнение истинно, второй – если сравнение ложно.

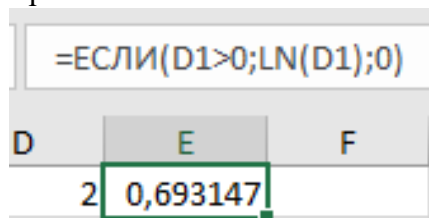


Рис. 8.6. Пример использования функции ЕСЛИ.

Чтобы вставить «функцию Б» в качестве аргумента «функции А» нужно при вводе аргумента для «функции А» во втором диалоговом окне повторно вызвать Мастер функций, щелкнув на его значке рядом со строкой ввода. Внимание! Если функция внутри формулы после ее ввода в клетку взята в двойные кавычки (например, =ЕСЛИ(A1>0;"LN(A1)";0)), она воспринимается, как текст и вычисления по ней выполняться не будут. Для удаления кавычек необходимо войти в режим редактирования клетки с помощью F2 или двойного щелчка.



3) Функция «EXP» - Функция нахождения экспоненты. Экспонента является числом Эйлера, возведенным в заданную степень. Пример: = EXP (A2).

4) Для вычисления тригонометрических функций аргумент должен быть задан в радианах. Для перевода градусов в радианы можно использовать умножение на ПИ и деление на 180, но еще проще использовать функцию РАДИАНЫ. Считая, что значения аргумента заданы в градусах, произведите соответствующие вычисления. Примеры: = SIN(A3\*ПИ/180); = SIN(РАДИАНЫ(A3))

#### 4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 1) Создать и заполнить нижеприведенную таблицу, используя для вычисления возможности Мастера функций.

Таблица 6.16. Математические и тригонометрические функции

Аргумент X	LN	EXP	X*LN	ABS	КОРЕНЬ	SIN	COS	ОКРУГЛ
1	2	3	4	5	6	7	8	9

- 2) Заполните столбец 1 значениями от -100 до 100 с шагом 10
- 3) Значения в столбце 2 и 3 подсчитайте только для положительных, для отрицательных – введите 0.
- 4) В 4 столбце выполните умножение первого и второго столбца с помощью функции «Произвед».
- 5) При вычислении значений 6 столбца используйте абсолютные величины значений аргумента.
- 6) При вычислении тригонометрических функций в столбцах 7 и 8 аргумент должен быть задан в радианах
- 7) В 9 столбец внесите несколько округленных значений функции COS
- 8) Продолжите таблицу, добавив за последним значением аргумента следующие графы: среднее значение, максимум, минимум.
- 9) Произведите соответствующие вычисления по всем колонкам таблицы.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

- 1) Перечислите основные категории функций Excel. Как к ним обратиться?
- 2) К какой категории относятся функции для нахождения максимального, минимального, среднего значения в списке?
- 3) Какими способами можно вставить значения аргументов функции?
- 4) Что понимают под форматированием клеток таблицы?
- 5) Какими способами выполняют выравнивание содержимого клетки? Какие виды выравнивания существуют?
- 6) Какие разновидности шрифта существуют в Excel? Как осуществить выбор шрифта?
- 7) Как задать в таблице линии и рамки, цвет и тонирование?

## Лабораторная работа EXCEL № 4.

### Графические возможности EXCEL и способы оформления диаграмм.

1. Цель: получение навыков при построении, редактировании и оформлении диаграмм в табличном процессоре EXCEL.

2. Задачи работы: научиться строить диаграммы различных типов, редактировать их, устанавливать на диаграммы элементы оформления, вносить в диаграмму дополнительные объекты, обновлять диаграммы

### 3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. Общие сведения о диаграммах.

Диаграмма — это графическое представление данных рабочего листа на плоскости чертежа. Диаграммы обеспечивают наглядность данных, облегчают их восприятие и интерпретацию. Они могут помочь при анализе и сравнении данных. При создании диаграммы на основе выделенных на рабочем листе ячеек, Excel использует значения величин с рабочего листа и представляет их на диаграмме в виде элементов, которые могут быть изображены полосами, линиями, столбцами, секторами, точками и в иной форме. Группы данных, отражающих содержимое ячеек одной строки или столбца на рабочем листе, составляют ряд данных. Каждый ряд данных выделяется на диаграмме уникальным цветом или узором.

После создания диаграммы можно усовершенствовать ее, дополняя представленную информацию различными компонентами диаграммы: метками данных, легендой, названиями и т.д. Компоненты диаграмм можно перемещать их размеры можно изменять. Можно также форматировать эти компоненты, используя различные узоры, цвета, способы выравнивания текста, шрифты и прочие атрибуты форматирования.

#### 3.2. Создание диаграмм

##### 3.2.1. Выделение данных

Перед построением диаграммы можно выделить данные, по которым она будет строиться. Для этого маркируется мышью нужный интервал данных таблицы, включая заголовки строк и столбцов.

Иногда бывает нужно создать диаграмму, используя несмежные (непримыкающие друг к другу) ячейки или интервалы ячеек. Это бывает при создании диаграммы:

- 1) использующей несмежные строки или столбцы рабочего листа;
- 2) использующей отдельные фрагменты строки или столбца;
- 3) по таблице, в которой встречаются пустые, незаполненные строки или столбцы, находящиеся между строками или столбцами, по которым нужно построить диаграмму.

Во всех этих случаях выделять интервалы ячеек нужно удерживая клавишу CTRL. Несмежные выделения должны иметь прямоугольную форму.

##### 3.2.2. Построение диаграммы.

Если диаграмма предназначена в качестве иллюстрации к данным на рабочем листе, то ее лучше отобразить вместе с ними. В этом случае создается внедренная диаграмма на этом же рабочем листе. Диаграмму можно расположить на отдельном листе, который создается автоматически слева от рабочего листа, на данных которого он основан.

Как внедренные диаграммы, так и листы диаграмм связаны с теми данными на рабочем листе, по которым они были созданы, и в обоих случаях эти диаграммы будут автоматически обновляться при обновлении данных. Диаграммы создаются с помощью ВСТАВКИ ДИАГРАММ, ее значок

расположен в вкладке ВСТАВКА, в группе ДИАГРАММЫ и называется РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДИАГРАММЫ



Рис. 9.1. Группа ДИАГРАММЫ

В окне вставки диаграмм нужно выбрать тип диаграммы и вид: плоский или объемный. Тип диаграммы выбирается таким образом, чтобы представить данные наиболее ясным и впечатляющим способом.

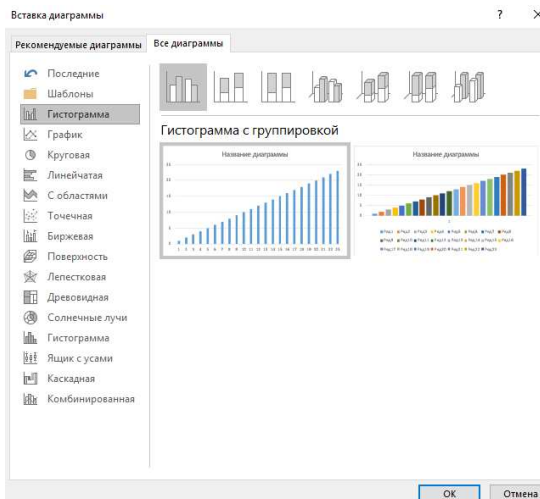


Рис. 9.2. Вставка диаграммы

Диаграмму можно перемещать/дублировать с помощью вырезать/копировать-вставить.

### 3.3. Редактирование диаграммы

Готовую диаграмму можно редактировать, дополняя ее метками данных, названием диаграммы и осей, легендой и линиями сетки; изменяя оформление и расположение элементов, изменяя текст заголовков и т. д. Для внесения изменений на диаграмму используют один из следующих методов:

- 1) двойной щелчок мышью;
- 2) вкладка «КОНСТРУКТОР» (рис. 9.4) на ЛЕНТЕ (появляется при единичном нажатии ЛКМ на диаграмму)
- 3) вкладка «ФОРМАТ» (рис. 9.3) на ЛЕНТЕ (появляется при единичном нажатии ЛКМ на диаграмму)
- 4) ссылки сбоку от диаграммы (появляются при наведении на диаграмму).

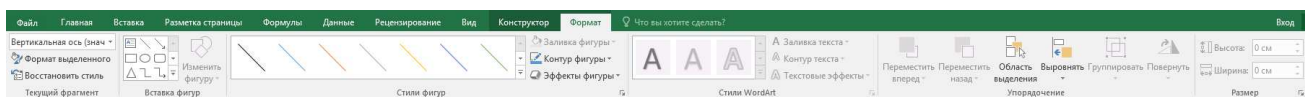


Рис. 9.3. Вкладка ФОРМАТ

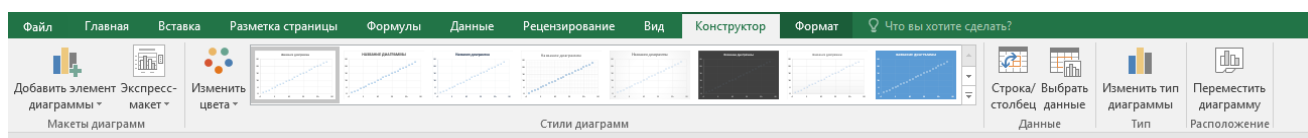


Рис. 9.4. Вкладка КОНСТРУКТОР

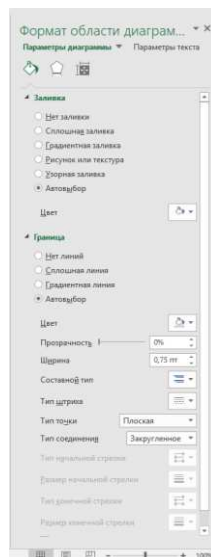


Рис. 9.5. Окно редактирования при двойном нажатии ЛКМ

Примеры того, что можно изменить с помощью редактора диаграмм

1) «ШРИФТ» позволяет изменить шрифт, стиль, размер, цвет, подчеркивание и эффекты выделенного текста диаграммы.

2) «ВЫРАВНИВАНИЕ» контролирует выравнивание текста и ориентацию заголовков диаграммы и осей, меток данных, окон текста; а для меток засечек лишь ориентацию. Доступные параметры зависят от типа выделенного текста.

3) «ВИД» применяет определенное форматирование к выделенным элементам диаграммы. Составные части данной вкладки: Область, Рамки, Линии, Оси, и Маркер. Для Области можно изменить цвета фона, узоры и цвета узоров для области внутри выделенных элементов, области построения, области диаграммы и для маркеров данных. Для Рамки - стиль, цвет и толщину линий, образующих рамку вокруг многих элементов диаграммы. Для Линии - стиль, цвет и толщину линий. Для Оси - стиль, цвет и толщину линии оси и ее засечек. Для Маркера - стиль, задний и передний план маркеров данных в графиках, радарях и X-Y диаграммах.

4) «ЧИСЛО» определяет то, как выводятся значения диаграммы, такие, как метки засечек оси значений, метки данных, выражающие значение или процент. Можно использовать один из встроенных форматов или создать собственный пользовательский формат.

### 3.4. Добавление новых данных на диаграмму.

После того, как диаграмма уже построена может понадобиться обновить ее, добавив новые ряды или элементы данных с рабочего листа. Метод, которым это можно сделать, зависит от того, какую именно диаграмму - внедренную или на отдельном листе - нужно обновить.

Для того, чтобы добавить данные на внедренную диаграмму, можно, выделив их на рабочем листе, перетащить с помощью мыши на диаграмму. Для добавления данных на отдельный лист диаграммы можно использовать копирование через буфер обмена. Добавление данных автоматически приводит также к обновлению существующей легенды.

Для рисования на поле диаграммы используют вкладку ФОРМАТ, где можно найти линии, фигуры, добавление поля с текстом, инструменты для работы с оформлением

## 4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1) На листе 1 рабочей книги поместить данные для диаграмм в виде одной из таблиц, представленных в задании к лабораторной работе Excel №4.

2) Построить внедренную плоскую гистограмму, используя следующие параметры:

- a) ряды данных брать в столбцах;
- b) добавить легенду;
- c) добавить название диаграммы.

3) По этим же данным построить объемную круговую диаграмму, взяв ряды данных в столбцах. Она должна содержать соответствующие смыслу метки данных и заголовков. Разместить ее на отдельном листе, назвав “Круговая диаграмма”. Выбрать подписи данных в долях. т

4) На листе Круговая диаграмма изменить шрифт и цвет заголовка, добавить легенду, изменить цвет фона. Перенести легенду в правый верхний угол.

5) На листе 2 поместить данные для диаграмм в виде таблицы. В первом столбце таблица должна содержать значение  $X$  от 0 до 100 с шагом 10. Во втором столбце поместить значения любой тригонометрической функции от  $X$  (примечание: аргумент от радиан).

6) По этим данным построить точечную диаграмму, разместив ее на отдельном листе, назвав его “Точечная”. Установить белый фон для области построения диаграммы.

7) Добавить к таблице с данными новый столбец со значениями еще одной тригонометрической функции. Добавить новые данные к диаграмме.

8) Оформить точечную диаграмму, а также дополнить ее элементами оформления

а) У подходящих по смыслу точек вставьте максимальное значение функции

б) У подходящих по смыслу точек вставьте минимальное значение функции

в) Проведите стрелки от текстовых полей к соответствующим значениям

9) Построить любую (можно нестандартную) диаграмму по трем несмежным столбцам по любой таблице.

### **5. Контрольные вопросы**

1) Из каких шагов состоит процесс создания новой диаграммы?

2) Как добавить легенду к диаграмме?

3) Как разместить диаграмму на отдельном рабочем листе?

4) Как можно выделить несмежные ряды данных?

5) Что нужно сделать чтобы внести изменения в диаграмму?

6) Как можно добавить к диаграмме недостающие объекты?

7) Как передвинуть какой-либо объект диаграммы по экрану?

8) Как вставить текстовое поле?

9) Для чего нужны текстовые поля?

10) Какие возможности предоставляет панель рисования?

11) Как добавить новые данные на внедренную диаграмму?

12) Как добавить новые данные на отдельный лист диаграммы?

13) Как можно проконтролировать добавление новых данных к диаграмме?

14) Как нарисовать стрелку?

## Задание к лабораторной работе Excel №4

Таблица 9.17. Вариант 1. Данные для определения затрат по растениеводству по хозяйствам.

Наименование Хозяйств	На заработную плату, <u>тыс. руб.</u>	Производственные затраты, <u>тыс. руб.</u>	Общехозяйственные затраты, <u>тыс. руб.</u>
Колхоз "Победа"	250	200	351
Колхоз "Орел"	450	420	560
Колхоз "Правда"	90	100	120
Колхоз "Урожай"	100	100	120
Колхоз "Салют"	150	130	250
Колхоз "Вперед"	220	120	256
Колхоз "Алтын"	125	80	125
Колхоз "Завет"	80	160	165

Таблица 9.18. Вариант 2. Данные о посадке саженцев бригадами лесоводов.

Фамилии работников	Общая площадь, га	Сосна	Ель	Дуб
Уткин	10	5	4	1
Сайтов	12	5	6	1
<u>Куланин</u>	11	2	3	6
Аникин	14	7	5	2
Амосов	12	5	5	2
Сухов	19	9	6	5

Таблица 9.19. Вариант 3. Данные об объемах полива.

Фамилии работников	<u>Площадь полива, га</u>	10.07.00	11.07.00	12.07.00
Петров	10	5	4	1
Иванов	12	5	6	1
Сидоров	11	2	3	6

Таблица 9.20. Вариант 4. Данные для расчета амортизационных отчислений

Наименование средства	Первоначальная стоимость, <u>тыс. руб.</u>	Амортизационные отчисления, <u>тыс. руб.</u>
Автомобили	195,5	17
Трактора	260	35,4
Комбайны	600	56
Вялки	150,6	11



## Лабораторная работа EXCEL № 5. Управление данными в EXCEL.

1. Цель: Получение навыков при работе с таблицами, как с базами данных в Excel.
2. Задачи работы: научиться создавать БД, создавать формы данных и работать в них с записями, сортировать записи в базах данных, выбирать записи по различным критериям

### 3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. Общее понятие о базах данных

База данных — это любая совокупность связанной информации, объединенной вместе по определенному признаку. Например, базой данных является расписание полета самолетов. Большинство баз данных для хранения своей информации использует таблицы. Каждая таблица состоит из строки столбцов, которые в компьютерных базах данных называются записями и полями.

Основным назначением базы данных является быстрый поиск содержащейся в ней информации и выборка информации по заданному критерию.

Microsoft Excel располагает обширным набором команд, которые позволяют легко обращаться с базами данных. Чтобы воспользоваться возможностями Microsoft Excel для обработки данных, нужно создать базу данных на рабочем листе. Следует выделить ячейку в базе данных и выбирать одну из команд обработки данных во вкладке «Данные». Microsoft Excel автоматически определяет и обрабатывает всю базу. Данные, расположенные в столбцах и строках рабочего листа, обрабатываются как набор полей, образующих записи.

#### 3.2. Команда Форма

Команда «Форма» изначально недоступна на ленте, для работы с командой можно вызывать ее через строку поиска или добавить команду на ленту (см. Лабораторная работа Excel №1).

С помощью команды Форма можно вывести форму данных, которая представляет собой окно диалога, используемое для просмотра, изменения, добавления и удаления записей базы данных, или для поиска конкретных записей на основе определяемых критериев поиска.

Поля соответствуют каждому столбцу в списке. Все поля, доступные для редактирования, появляются в окне редактирования.

*Таблица 10.21. Назначения клавиш в команде ФОРМА*

Кнопка	Назначение
Добавить	Позволяет ввести новую запись в базу данных. Вводимые данные будут добавлены как новая запись в конец базы
Удалить	Удаляет выведенную запись; остальные записи базы сдвигаются. Удаленные записи не могут быть восстановлены
Вернуть	Восстанавливает отредактированные поля в выведенной записи, удаляя произведенные изменения. Если нужно восстановить запись, то это необходимо сделать перед нажатием клавиши ENTER или перед переходом к другой записи.
Назад	Выводит предыдущую запись в базе
Далее	Выводит следующую запись в базе
Критерии	Выводит окно диалога, в котором можно ввести критерии или условия для отыскания нужного подмножества записей
Закреть	Закрывает форму данных
Правка	Возвращает к типу формы данных по умолчанию. Доступна только тогда, когда нажата кнопка Критерии

Полоса прокрутки позволяет прокручивать записи в списке и показывает примерную позицию выводимой записи базы данных. При помощи бегунка на полосе прокрутки и при помощи стрелок на ее концах можно перемещаться внутри базы. Индикатор номера записи сообщает номер выведенной записи и общее количество записей в базе. Номер записи заменяется на окно «Создать», если Вы уже находитесь за концом базы.

### 3.3. Сортировка записей

С помощью команды «Сортировка» и копек «Сортировка от А до Я» и «Сортировка от Я до А» группы «Сортировка и фильтр» вкладки «Данные» можно упорядочить строки в базе данных в соответствии с содержимым определенных столбцов. Предположим, например, что база данных содержит данные о продажах, и имеет столбцы для имени продавца, количества товара, даты заказа и т.п. Можно воспользоваться кнопками «Сортировка от А до Я» и «Сортировка от Я до А» для того, чтобы упорядочить список по именам продавцов, расположить данные по убыванию объемов продаж или в порядке возрастания даты заказа. Для этого нужно выделить сортируемые данные и определить требуемый порядок сортировки, или создать и применить пользовательский порядок сортировки.

Чтобы отсортировать базу данных целиком, нужно лишь выделить одну ячейку из списка и выбрать команду «Сортировка». Microsoft Excel автоматически выберет весь список для сортировки. Microsoft Excel определяет расположение меток столбцов, даже если они занимают две строки, и исключает их из сортировки. Можно использовать метки столбцов для того, чтобы указать столбцы, по которым нужно отсортировать список. Microsoft Excel позволяет также сортировать только выделенные строки или столбцы, или данные только в одной строке или столбце.

После задания данных для сортировки и выбора команды на экране появиться окно (рис. 10.1) диалога, в котором следует задать следующие поля:

- «Сортировать по» позволяет выделить нужный столбец для сортировки. Выбранный столбец называется ключевым.
- «Сортировка» позволяет выбрать параметр, по которому производится сортировка (значения, цвет ячейки, цвет шрифта или значок условного форматирования);
- «Порядок» позволяет задать порядок сортировки. Значение «Сортировка от А до Я» для сортировки от меньшего к большему, по алфавиту или в хронологическом порядке дат. Значение «Сортировка от Я до А» для сортировки от большего к меньшему, в обратном алфавитном или в обратном хронологическом порядке.

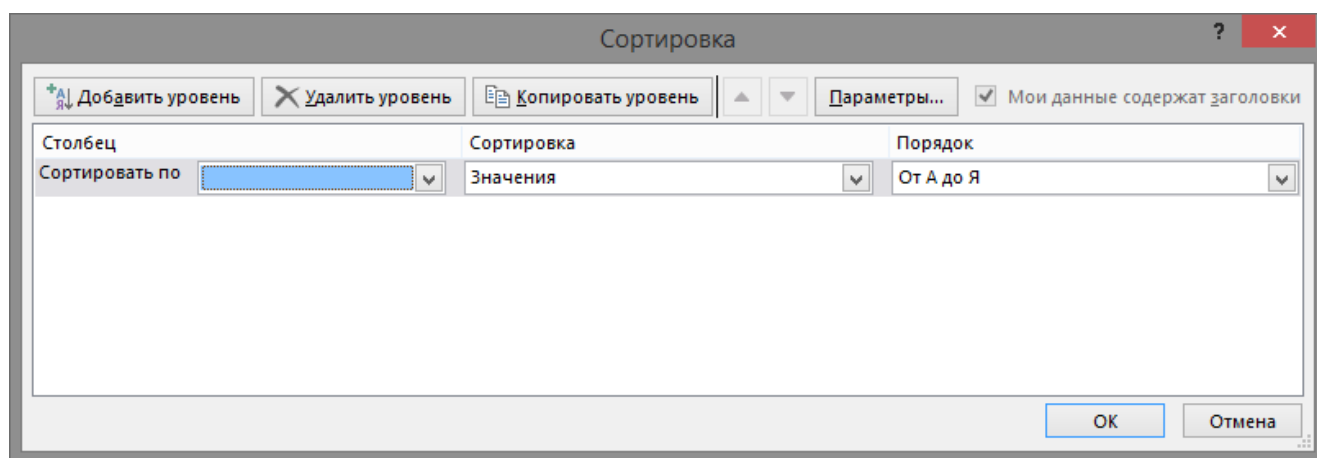


Рис 10.1. Окно настраиваемой сортировки

Кнопка «Добавить уровень» открывает вторую строку, настройки которой дает возможность определить порядок вторичной сортировки для строк, в которых имеются совпадающие элементы.

Нужно устанавливать заданное значение в поле «Сортировка» в каждом окне для определения упорядочения данных.

Строка Меток Столбцов-Определяет, имеется ли в сортируемой базе строка заголовков, которую нужно исключить из сортировки. Если база содержит метки столбцов, то выберите переключатель «Мои данные содержат заголовки» в положение «установлено», а если меток нет, то выберите переключатель «снято».

Microsoft Excel использует следующие основные принципы при сортировке:

- 1) если сортировка ведется по одному столбцу, то строки с одинаковыми значениями в этом столбце сохраняют прежнее упорядочивание;
- 2) строки с пустыми ячейками в столбце, по которому ведется сортировка, располагаются в конце сортируемого списка;
- 3) параметры сортировки -- выбранный столбец, порядок (возрастающий или убывающий) и направление сортировки (сверху вниз или слева направо) -- сохраняются от предыдущего применения сортировки до тех пор, пока их не изменить, не выбрать другую базу данных или не изменить метки столбцов;
- 4) если сортировка ведется по нескольким столбцам, строки с одинаковыми значениями в первом ключевом столбце сортируются в порядке, определяемом вторым ключевым столбцом, строки с одинаковыми значениями в первых двух ключевых столбцах сортируются по третьему столбцу.

«Параметры» выводит окно диалога «Параметры Сортировки», в котором Вы можете:

- выбрать опцию «Учитывать регистр» для более точного поиска;
- выбрать как будет осуществляться сортировка сортировать строки или столбцы диапазона.

Если результат сортировки не тот, которого ожидали, обратите внимание на тип сортируемых данных. Убедитесь, что все числа введены как цифровые данные или как текст. Следует ввести все данные в одном столбце либо как числа, либо как текст.

### 3.4. Фильтрация или выборка данных

С помощью фильтра можно отыскать и использовать нужное подмножество данных в базе. В отфильтрованной базе выводятся на экран только те строки, которые содержат определенные значения или отвечают некоторым критериям выборки. При этом прочие строки будут временно скрыты. Microsoft Excel предоставляет возможность использовать в группе «Сортировка и фильтр» вкладки «Данные» как команду «Фильтр», так и команду «Дополнительно» если нужно использовать сложный критерий для выборки данных.

#### 3.4.1. Применение «Фильтр»

Команда «Фильтр» (Данные-Сортировка и фильтр-Дополнительно) помещает кнопки раскрывающихся списков (кнопки со стрелкой) непосредственно в строку с метками столбцов, с их помощью можно выбрать элементы базы, которые следует вывести на экран. Например, можно вывести на экран все строки, содержащие некоторое значение в столбце, скажем, "все строки, которые содержат дату заказа 11.12.97 в столбце Дата Заказа".

Можно также применять пользовательские критерии сравнения для фильтрации данных в базе. Фильтр отображается при нажатии на кнопку выпадающего списка, появляющегося при наведении на первую строку . Для этого в списке следует выбрать пункт «Текстовые фильтры». На экран выведется выпадающий список, в котором можно выбрать «Настраиваемый фильтр...» (рис. 10.2). Откроется окно диалога «Пользовательский Автофильтр». В этом окне можно определить до двух критериев сравнения для одного и того же столбца при фильтрации данных. Microsoft Excel

сравнит элементы списка с введенными ранее значениями и выведет лишь строки, удовлетворяющие критерию. Можно также использовать условные операторы И / ИЛИ для объединения или сравнения критериев в одном и том же столбце.

Для определения двух критериев выберите один из следующих вариантов:

- нажмите переключатель "И" для объединения двух критериев в Вашем фильтре. В этом случае выберутся данные, для которых выполняются сразу оба условия.
- нажмите переключатель "ИЛИ" для использования двух различных критериев в Вашем фильтре. В этом случае выберутся данные, для которых выполняются хотя бы одно из условий.

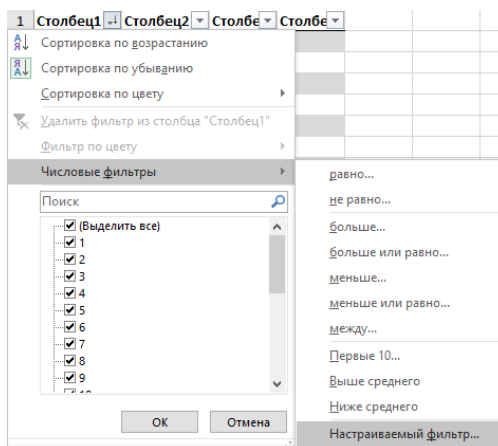


Рис. 10.2. Открытие команды "Настраиваемый фильтр"

### 3.4.2. Применение дополнительного фильтра.

С помощью команды «Дополнительно» можно отыскать и использовать нужное подмножество данных в базе. Расширенные условия вводятся в отдельный диапазон условий на листе над диапазоном ячеек или таблицей, которые требуется отфильтровать. Для этого копируем заголовки исходного списка и вставляем выше. В табличке с критериями для фильтрации оставляем достаточное количество строк плюс пустая строка, отделяющая от исходной таблицы.

В Microsoft Office Excel в качестве источника расширенных условий используется отдельный диапазон условий в диалоговом окне Расширенный фильтр. Так же можно воспользоваться расширенным фильтром (Рис 10.3.)

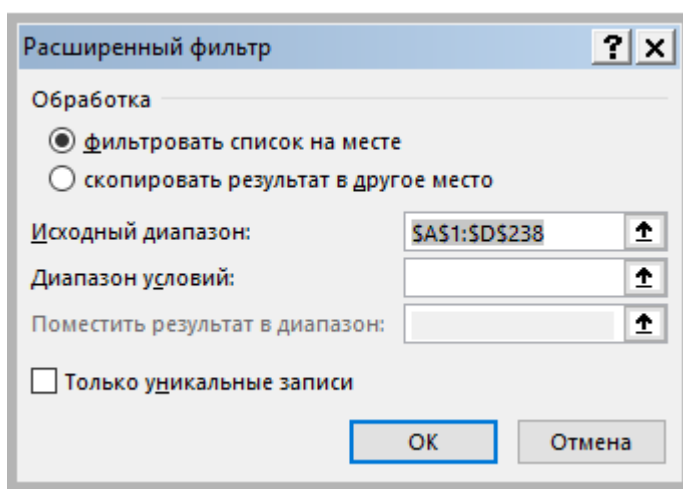


Рис. 10.3. Окно «Расширенный фильтр».

В этом окне можно определить до двух критериев сравнения для одного и того же столбца при фильтрации данных. Microsoft Excel сравнит элементы списка с введенными ранее значениями и выведет лишь строки, удовлетворяющие критерию. Можно также использовать условные операторы И / ИЛИ для объединения или сравнения критериев в одном и том же столбце.

Для определения двух критериев выберите один из следующих вариантов: -Нажмите переключатель "И" для объединения двух критериев в Вашем фильтре. В этом случае выберутся данные, для которых выполняются сразу оба условия.

#### 4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 1) Создать новый лист рабочей книги “База данных” и поместить на нем данные, из Лабораторной работы Excel №4, в виде базы данных. В первой строке таблица должна содержать имена полей. Со второй строки должны размещаться записи.
- 2) Вызвать форму данных для вашей таблицы и отредактировать записи в ней по заданию.  
Выбрать записи по следующим условиям:
  - a) по единственному критерию в текстовом поле
  - b) больше одного из значений в числовом поле
  - c) по первой букве текстового поля
  - d) по двум критериям в числовых полях.
- 3) Отсортировать базу данных в порядке убывания третьего столбца. Одинаковые значения третьего столбца сортировать по возрастанию второго.
- 4) Включить настраиваемый фильтр и отфильтровать записи по следующим параметрам:
  - a) равенство в текстовом поле
  - b) неравенство в числовом поле
  - c) И интервал
  - d) ИЛИ интервал.
- 5) Работа с расширенным фильтром:
  - a) На втором листе создать заготовку для диапазона условий, а затем скопировать туда таблицу с первого листа.
  - b) Создать диапазон условий и проверить корректность его работы.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Что такое база данных?
- 2) Как нужно изменить таблицу чтобы она имела вид базы данных?
- 3) Для чего нужна сортировка записей и как ее осуществить?
- 4) Как задать порядок вторичной сортировки? И как определить ее необходимость?
- 5) Как отсортировать только один столбец в таблице?
- 6) Как осуществить сортировку по строкам?
- 7) Различаются ли верхний и нижний регистр при сортировке?
- 8) Какие параметры нужно установить, чтобы данные выбирались при одновременном выполнении двух условий?
- 9) Какие параметры нужно установить, чтобы данные выбирались при выполнении хотя бы одного из двух условий?
- 10) Что можно сделать с помощью команды «Дополнительно» группы «Сортировка и фильтр»?

## Лабораторная работа EXCEL № 6. Создание сводных таблиц в EXCEL.

1. Цель: ознакомиться с возможностями создания и использования сводных таблиц в Excel.
2. Задачи работы: выполнение приемов формирования, изменения и анализа сводных таблиц.

### 3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. Понятие о сводных таблицах

Для всестороннего и эффективного анализа данных больших таблиц в Excel используются т.н. сводные таблицы (СТ).

Функции работы с СТ относятся к одному из самых мощных инструментов Excel.

Главные достоинства СТ — это представление больших объемов информации в концентрированном и удобном для анализа виде, широкие возможности для группировки данных, а также возможность получения промежуточных и общих итогов, которые помещаются в таблицу автоматически

Применять инструмент СТ рекомендуется для больших таблиц, где имеются различные повторения значений в столбцах и (или) строках.

СТ являются “трехмерными”, т.к. к привычным атрибутам таблиц: строка и столбец, добавляется атрибут – фильтр (на основе исходной таблицы с данными по 12 месяцам, можно создать СТ, содержащую, например, 13 страниц; “открывая”, специальным образом, любую из 12 страниц, можно просмотреть данные какого-то одного месяца, а на 13 странице - суммарные данные за все месяцы сразу).

#### 3.2. Создание сводной таблицы

Для построения и модификации СТ используется команда – «Сводная таблица» группы «Таблицы» вкладка «Вставка», которая открывает диалоговое окно «Создание сводной таблицы» (рис.11.1).

##### 3.2.1. Выбор исходных данных

В окне предлагается выбрать источник данных для построения таблицы. Создать СТ можно на основе данных, находящихся в одном из нижеследующих источников.

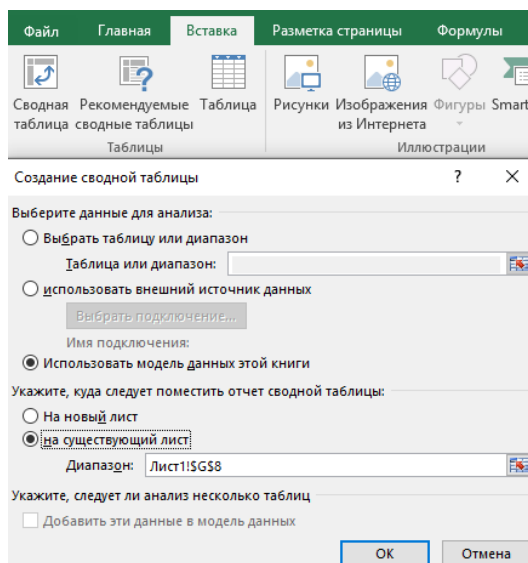


Рис. 11.1. Создание водной таблицы



**В списке или базе данных какого-либо листа Microsoft Excel.** Под списком понимается таблица, имеющая заголовки столбцов только в одной первой строке. Если список содержит общие и промежуточные итоги, их требуется удалить, чтобы не включать в СТ.

**Во внешнем источнике данных,** которым может быть база данных, текстовый файл или любой другой источник, кроме книги Microsoft Excel.

**В нескольких диапазонах консолидации,** т.е. в нескольких областях одного или более листов Excel. При этом списки и листы должны иметь одинаковые заголовки строк и столбцов.

**В другой сводной таблице,** которую можно использовать для создания на ее основе новой СТ. Новая СТ будет связана с теми же исходными данными. При обновлении данных СТ - источника, другая СТ также обновляется. Перед каждым видом источника в диалоговом окне установлен переключатель. Первоначально активизирован наиболее распространенный вариант использования списков при построении СТ. Выбрать другой источник можно, сделав активным соответствующий переключатель. В зависимости от вида источника изменяются последующие этапы работы по созданию СТ.

### 3.2.2. Создание структуры сводной таблицы

После выбора исходных данных необходимо выбрать куда следует поместить сводную таблицу, на выбор предоставляется 2 варианта: «На новый лист» и «На существующий лист» с выбором существующего листа. Когда выбор сделан достаточно утвердить его нажатием кнопки «ОК».

После этого на выбранном листе появится пустая сводная таблица, а справа от рабочей области откроется окно «Поля сводной таблицы» (рис. 11.1). В верхней части окна расположен список полей исходной таблицы для создания сводной. В нижней части окна расположены четыре области, составляющие макет таблицы: строка, столбец, фильтры и значения. создается её структура и определяются ее функции. Для того чтобы создать структуру сводной таблицы необходимо поместить поля из списка в соответствующие области.

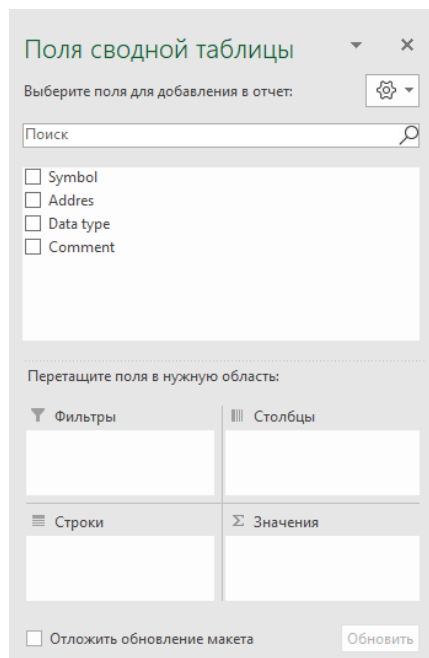


Рис. 11.4. Окно «Поля сводной таблицы»

Размещение полей в определенную область макета выполняется путем их “перетаскивания” при нажатой левой кнопки мыши. Чтобы удалить поле из области макета, его перетаскивают за пределы макета. Удаление поля приведет к скрытию в СТ всех зависимых от него величин, но не повлияет на исходные данные.

Каждое поле в областях столбец, строка, фильтр может размещаться только один раз, а в области данные оно может и повториться с разными итоговыми функциями.

Каждая область макета, куда размещаются поля исходной таблицы, имеет свое назначение, определяющее внешний вид СТ и ее функции:

- **Строка** - поля этой области формируют заголовки строк СТ; если таких полей несколько, то они размещаются в макете сверху вниз, обеспечивая группирование данных СТ по иерархии полей, где для каждого элемента внешнего поля, элементы внутреннего поля повторяются;
- **Столбец** - поля в этой области формируют заголовки столбцов СТ; если таких полей несколько, то они в макете размещаются слева направо, обеспечивая группирование данных СТ по иерархии полей;
- **Фильтры** - поля в этой области выступают в качестве фильтров и позволяют просматривать “на отдельных страницах” данные СТ, соответствующие разным значениям поля, помещенного в эту область. Поля-фильтры в режиме просмотра располагаются на две строки выше основной части СТ в крайнем левом столбце. В соседней справа клетке выводится (Все) и рядом раскрывающаяся стрелка для выбора другого элемента поля; в области фильтр может быть размещено несколько полей, между которыми устанавливается иерархическая связь - сверху вниз. Для просмотра всех значений поле-фильтра на отдельных страницах открываем вкладку «Анализ» в группе «Сводная таблица» нажимаем на кнопку раскрывающегося списка «Параметры» и выбираем команду «Отобразить страницы фильтра отчета»;
- **Значения** - обязательно определяемая область для размещения полей, по которым подводятся итоги, согласно выбранной итоговой функции; размещаемые здесь поля могут быть произвольных типов.

**Примечание:** после создания сводной таблицы Excel автоматически вычисляет промежуточные итоги под каждым элементом внешнего поля строки или столбца при помощи той же функции, которая выбрана для поля данных.

В сводных таблицах можно вычислить и представить 11 различных итоговых функций: Сумма, Счет и другие. Кроме того, для каждого поля области «Значения» можно задать одно из 9 дополнительных вычислений, которые задают способ представления чисел (например, вместо абсолютных значений вывод процентной величины этих значений по отношению к некоторому итогу).

Для настройки параметров полей используются диалоговые окна двух типов с общим названием «Параметры поля», элементы которых позволяют: изменить исходное имя поля, указать тип формируемых итогов по значению поля и др.

### 3.3. Редактирование сводной таблицы

Редактировать СТ можно, для этого достаточно установить курсор в пределах таблицы и нажать ЛКМ после чего происходит «активация» СТ. После этого откроется окно «Поля сводной таблицы» (рис. 11.1), в котором можно изменить сводную таблицу.

Изменению в таблице могут подвергаться структура (добавление новых полей, удаление существующих, изменение местонахождения поля), тип используемой функции и дополнительные вычисления.

Совокупность всех способов редактирования в разных режимах сводится к следующим действиям:

- 1) перетаскивание названия поля в соответствующую область;
- 2) обращение к контекстно-зависимому меню поля;
- 3) двойной щелчок на имени поля, в сводной таблице;

4) командой «Параметры» группы «Сводная таблица» вкладки «Анализ» (Работа со сводными таблицами).

Вкладка «Анализ» (Работа со сводными таблицами), которая предлагает большой набор инструментов для редактирования сводной таблицы, становится доступной при «активации» сводной таблицы.

### **3.4. Форматирование сводной таблицы**

Форматировать сводную таблицу можно как обычную таблицу MS Excel. Так же при «активации» сводной таблицы становится доступной вкладка «Конструктор» (Работа со сводными таблицами) в которой содержатся стили сводной таблицы, позволяющие применить к таблице параметры форматирования выбранного стиля.

## **4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

- 1) Создать СТ из данных заданное к лабораторной работе Excel №6.
  - a) Разместите в макете по одному полю в областях «Строка», «Столбец» и «Значения».
  - b) Для поля области «Значения» задайте итоговую функцию «Среднее».
  - c) Добавить поле в область «Фильтры».
  - d) Проанализировать данные сводной таблицы с различными значениями поля в области «Фильтры».
- 2) Скопировать СТ из пункта 1) и вставить на новый лист.
  - a) Изменить вид итоговой функции для области «Значения» на «Счет».
- 3) На следующем листе создать новую сводную таблицу с 2 полями в области «Строки».
  - a) Изменить тип итога для внешнего поля в области «Строки».
  - b) Выключить общие итоги по столбцам и строкам сводной таблицы.
- 4) На новом листе создать СТ с двумя полями в области «Фильтры».
  - a) Для поля «Значения» задать итоговую функцию и дополнительные вычисления по своему усмотрению.
  - b) Отобразить все страницы одного из полей области «Фильтры» на отдельных листах.
- 5) Для каждой из созданных сводных таблиц применить уникальный стиль форматирования СТ.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1) Как создать СТ
- 2) Как поменять стиль сводной таблицы?
- 3) Какие области составляют макет таблицы?
- 4) Что такое поле-фильтр, как его задать, как использовать?
- 5) Какие способы существуют для изменения структуры СТ?

### Задание к лабораторной работе Excel №6

Таблица 11.22 Вариант 1. Баланс ресурсов мяса и мясопродуктов (в пересчете на мясо), тыс.тонн

Годы	ОБЛАСТИ	Запасы на начало года	Производство	Ввоз, включая импорт	итог	Производственное потребл.	Потери	Вывоз, включая экспорт	Личное потребление	Запасы на конец года
1994	Курганская область	17,8	93,9	5,5	117,2	0,5	0,8	34	68,6	13,3
1994	Оренбургская область	27,5	124,4	11,1	163	1,1	1,5	17,4	127,2	15,8
1994	Пермская область	29,9	136,3	24,9	191,1	0,5	0,6	1,1	164	24,9
1994	Свердловская область	54,1	284,4	17,4	355,9	0,9	1,2	0,5	286,5	66,8
1994	Удмуртская Республика	1236,2	6803,3	1631	9670,5	161,7	68,6	21	8388,9	1030,3
1994	Уральский регион	25,7	158,1	91,8	275,6	0,4	0,7	2,6	250,8	21,1
1994	Челябинская область	18,3	101,3	2,4	122	1,6	0,2	4	100,8	15,4
1994	Республика Башкортостан	199,3	1062,7	211	1473	5,8	5,5	68,8	1213,8	179,1
1994	Остальные области РФ	26	154,3	67,9	248,2	0,8	0,5	9,2	215,9	21,8
1995	Курганская область	13,3	80,6	5,6	99,5	0,3	0,6	18,1	68,4	12,1
1995	Оренбургская область	15,8	120,9	20,6	157,3	1,7	1,4	13,4	127,8	13
1995	Пермская область	24,9	116,3	31,5	172,7	0,2	0,3	0,4	155,1	16,7
1995	Свердловская область	66,8	267,4	12,5	346,7	1,4	1,7	5,5	279,8	58,3
1995	Удмуртская Республика	1030,3	5795,8	2246,9	9073	134,7	46,2	13,3	8086,8	792
1995	Уральский регион	21,1	136,9	107,4	265,4	0,6	0,7	2,3	246	15,8
1995	Челябинская область	15,4	90,3	5,9	111,6	1,7	0,1	7,2	90,9	11,7
1995	Республика Башкортостан	179,1	949,9	251,9	1380,9	6,7	5,5	49,3	1172,8	146,6
1995	Остальные области РФ	21,8	137,5	68,4	227,7	0,8	0,7	2,4	204,8	19
1996	Курганская область	12,1	82,3	4	98,4	0,4	0,6	20,5	67	9,9
1996	Оренбургская область	13	98	16	127	0,7	1,1	7,4	109,2	8,6
1996	Пермская область	16,7	98,9	48,3	163,9	0,2	0,1	4	147,2	12,4
1996	Свердловская область	58,3	263,1	11,7	333,1	0,5	1,7	18,9	252,6	59,4
1996	Удмуртская Республика	795,5	5335,8	2112,9	8244,2	102,4	41,6	34,9	7448,4	616,9
1996	Уральский регион	15,8	134,2	97,7	247,7	0,5	0,6	3,3	230,8	12,5
1996	Челябинская область	11,7	81,9	9,7	103,3	1,5	0,2	6,8	83	11,8
1996	Республика Башкортостан	146,6	873,2	259,7	1279,5	4,5	4,6	66	1077,2	127,2
1996	Остальные области РФ	19	114,8	72,3	206,1	0,7	0,3	5,1	187,4	12,6

Таблица 11.23 Вариант 2. Учет количества деревьев

[4]

№ п.п. деланки	Порода	Возраст, лет	Высота, м	Площадь учета, м <sup>2</sup>	Количество деревьев, шт
1	дуб	2	2,25	25	35
1	дуб	3	0,35	25	109
1	клен	2	0,5	25	6
1	липа	10	2,5	50	3
1	ель	5	0,3	50	5
2	дуб	3	0,35	25	98
2	дуб	5	0,6	10	56
2	дуб	7	0,78	10	22
2	дуб	10	1,1	25	2
2	липа	3	0,41	25	14
3	дуб	10	1,2	25	1
3	ель	7	0,85	15	1
3	клен	15	3	25	2
3	липа	10	2,5	10	4
3	липа	15	3,1	25	4
4	ель	6	0,54	25	3
4	ель	7	0,9	25	2
4	клен	5	1,55	25	1
4	липа	7	1,7	25	5
4	липа	15	3	50	4
5	дуб	3	0,31	25	24
5	клен	2	0,4	10	10
5	клен	5	3	10	7
5	липа	15	3,1	25	21
6	дуб	2	0,23	15	21
6	ель	7	0,85	15	2
6	липа	7	2	30	5
6	липа	10	2,5	25	4
6	липа	11	2,4	25	14

## Список литературы

1. С.В. Симонович «Информатика. Базовый курс» 3-е изд. -: Питер, 2011 г.
2. Ю. Ю. Громов «Информационные технологии» ФГБОУ ВПО «ТГТУ» 2015 г.
3. В. В. Тимухина [и др.] «Информатика : методические указания к лабораторным работам»; под ред. В. В. Тимухиной; Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: УГГУ.



Уральская государственная горно-геологическая академия

ОДОБРЕНО

Методической комиссией  
горно-механического  
факультета

«11» марта 2004 г.

Председатель комиссии

проф. Ситников Н.Б.

## Вычислительные методы и прикладные программы

Конспект лекций курса для студентов очной и заочной форм  
обучения специальности 210200 – «Автоматизация  
технологических процессов и производств»

Часть 2



Леонов Р.Е. Вычислительные методы и прикладные программы. Часть 2. Конспект лекций курса для студентов очной и заочной форм обучения специальности 210200 – «Автоматизация технологических процессов и производств», Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2004. 74с.

Рассмотрены основы работы в системе Matlab, и решение вычислительных задач, используемых при проектировании автоматических систем и производственных процессов, с помощью системы Matlab. Даны примеры решения инженерных математических задач в командном и программном режимах для всех методов, рассмотренных в первой части.

Пособие рассмотрено на заседании кафедры автоматизации и компьютерных технологий 26 февраля 2004 г. (протокол № 5) и рекомендовано для издания в УГГГА.

Рецензент – В.П. Барановский, канд. техн. наук, доцент (УГГГА)

© Леонов Р.Е., 2004  
© Уральская государственная  
горно-геологическая  
академия, 2004



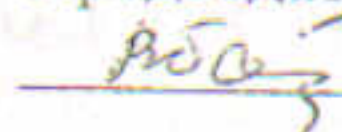
Федеральное агентство по образованию  
ГОУ ВПО  
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией  
горно-механического  
факультета

«1» февраля 2010 г.

Председатель комиссии

 В.П. Барановский

С. В. Пузаткина

## МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

*Методические указания*

по самостоятельной работе студентов очной и заочной форм  
обучения специальности 220301 – «Автоматизация  
технологических процессов и производств (АТП)»  
направления 220300 – «Автоматизированные технологии и  
производства»



Рецензент: *В. П. Барановский*, канд. техн. наук, профессор кафедры АКТ Уральского государственного горного университета

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры автоматизации и компьютерных технологий «26» января 2010 г. (протокол № 4) и рекомендованы для издания в УГГУ.


**Пузаткина С. В.**

П 88      **МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ:** методические указания по самостоятельной работе студентов очной и заочной форм обучения / С. В. Пузаткина. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. – 25 с.

Приведены рабочая программа и методические указания по самостоятельному изучению дисциплины, варианты контрольных работ с краткими примечаниями по их выполнению.



Министерство образования и науки России  
ФГБОУ ВПО  
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО  
Методической комиссией  
горно-механического факультета  
« 10 » апреля 2014г.  
Председатель комиссии  
 В. П. Барановский

С. В. Ситдикова

## МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Сборник тестовых вопросов и заданий  
для студентов направления  
220700 (15.03.04) «Автоматизация  
технологических процессов и производств»  
очной и заочной форм обучения



Рецензент: *В. П. Барановский*, канд. техн. наук, профессор кафедры  
АКТ Уральского государственного горного университета

Сборник тестовых вопросов и заданий рассмотрен на заседании кафедры  
автоматики и компьютерных технологий «31» марта 2014 г. (протокол № 6) и  
рекомендован для издания в УГГУ.

**Ситдикова С. В.**

С 41 **МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ:** сборник  
тестовых вопросов и заданий / С. В. Ситдикова. Екатеринбург: Изд-во  
УГГУ, 2014. 88 с.

Приведены 360 заданий и вопросов (с возможными вариантами  
ответов), которые преподаватель может использовать для проверки  
усвоения и текущего контроля знаний студентов, а студенты – для  
самопроверки при изучении дисциплины «Метрология, стандартизация и  
сертификация».

© Ситдикова С. В., 2014

© Уральский государственный  
горный университет, 2014




Уральская государственная горно-геологическая академия

ОДОБРЕНО  
Методической комиссией  
горно-механического факультета

20 апреля 2004г.

Председатель комиссии

 доц. Н.Б.Ситников

И. С. Бобин

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ

*Конспект лекций*  
по дисциплине «Моделирование систем»  
для студентов специальности  
210200 – «Автоматизация технологических  
процессов и производств (АТП)»

Часть 1



Бобин И.С. Моделирование систем: Конспект лекций по дисциплине «Моделирование систем» для студентов специальности 210200 – «Автоматизация технологических процессов и производств». Часть 1. Екатеринбург: Изд-во УГТГА, 2004. 53 с.

Первая часть конспекта лекций посвящена теоретическим основам имитационного моделирования систем. Рассмотрены основные виды имитационных моделей: физические, масштабированные, аналоговые, математические, цифровые. Приведены главные подходы к созданию и использованию моделей. Дана последовательность решения задач при составлении математического описания систем, экспериментировании на моделях, использовании результатов моделирования. Приведены примеры моделей типовых динамических звеньев.

Особое внимание уделено возможности упрощения моделей сложных систем при обеспечении их необходимой точности.

Конспект лекций рассмотрен на заседании кафедры автоматизации и компьютерных технологий 13 апреля 2004 г. (протокол № 6) и рекомендован для издания в УГТГА.

Рецензент – В. П. Барановский, канд. техн. наук, доцент кафедры АКТ УГТГА

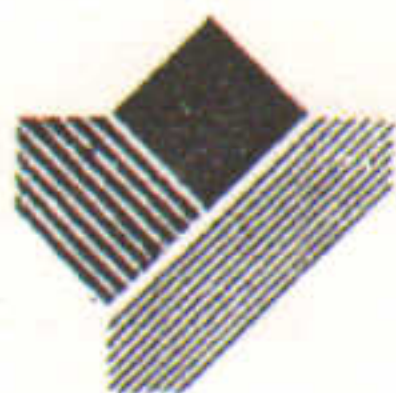
© Бобин И.С., 2004

© Уральская государственная  
горно-геологическая  
академия, 2004

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	4
<b>1. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ .....</b>	<b>5</b>
1.1. Общие положения .....	5
1.2. Определение понятия «модель» .....	6
1.3. Функции моделей .....	7
1.4. Классификация имитационных моделей .....	9
1.5. Недостатки имитационного моделирования .....	11
1.6. Структура имитационных моделей .....	12
<b>2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ .....</b>	<b>15</b>
2.1. Общие положения .....	15
2.2. Классификация математических моделей .....	16
2.3. Основные этапы процесса математического моделирования .....	17
2.4. Формулирование проблемы .....	18
2.5. Введение допущений и ограничений .....	18
2.6. Формализация модели и исследование математической задачи ..	21
2.7. Использование принципа декомпозиции .....	22
2.8. Адекватность и полезность моделей .....	23
2.9. Экспериментирование на модели и использование результатов ..	25
<b>3. АНАЛОГОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ .....</b>	<b>26</b>
3.1. Общие положения .....	26
3.2. Общий метод решения дифференциальных уравнений .....	27
3.3. Решение дифференциальных уравнений методом канонической формы .....	29
3.4. Решение дифференциальных уравнений методом вспомогательной переменной .....	31
3.5. Линейные решающие блоки АВМ .....	32
3.6. Масштабирование переменных .....	36
<b>4. ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ .....</b>	<b>42</b>
4.1. Численный метод Эйлера .....	42
4.2. Численный метод Рунге-Кутты .....	48
4.3. Цифровые модели типовых динамических звеньев .....	50
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>52</b>





Министерство образования Российской Федерации

**Уральская государственная  
горно-геологическая академия**

И.С.Бобин, В.П.Барановский, М.Г.Фиалко

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ**

Указания к выполнению курсовой работы

Екатеринбург, 2003

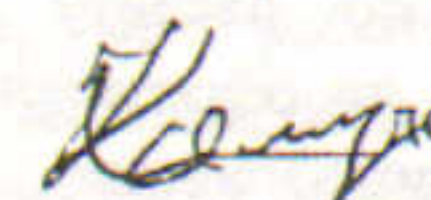


Уральская государственная горно-геологическая академия

ОДОБРЕНО  
Методической комиссией  
горно-механического  
факультета

12 МАРТА 2003г.

Председатель комиссии

 доц. А.Я. Комаров

Задания, методические указания по выполнению и инструкция по оформлению курсовой работы по дисциплине «Моделирование систем» для студентов специальности 210200 – «Автоматизация технологических процессов и производств» (АТП)

2-е издание, дополненное



И.С.Бобин, В.П.Барановский, М.Г.Фиалко Задания, методические указания по выполнению и инструкция по оформлению курсовой работы по дисциплине «Моделирование систем» для студентов специальности 210200 – «Автоматизация технологических процессов и производств» – 2-е изд., дополненное. – Екатеринбург: Изд. УГГГА, 2003.– 29 с.

В указаниях приведены варианты заданий по выполнению курсовой работы. Рассматриваются линейные непрерывные автоматические системы, содержащие объект управления со сложной алгоритмической структурой и управляющее устройство с типовым законом управления.

Указана общая последовательность выполнения курсовой работы, даны методические указания по расчёту системы с использованием ЭВМ и приведены рекомендации по оформлению работы. Второе издание дополнено рекомендациями по использованию программного пакета моделирования систем MATLAB для решения поставленных в работе задач.

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры автоматизации и компьютерных технологий 18 февраля 2003 г. (протокол №4). Указания написаны понятным, грамотным языком и рекомендованы для издания в УГГГА.

Рецензент: В.Н.Ефремов, проф., канд.техн.наук

- © Фиалко М.Г., Барановский В.П., 1999
- © Уральская государственная горно-геологическая академия, 1999
- © Бобин И.С., Барановский В.П., Фиалко М.Г., 2003
- © Уральская государственная горно-геологическая академия, 2003





Министерство образования и науки РФ  
ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

ЭЛЕКТРОННОЕ ИЗДАНИЕ УГГУ



М.И. Абдрахманов, М.А. Ельняков

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

Методические указания по выполнению лабораторных работ  
дисциплины «Моделирование систем и процессов» для студентов  
всех форм обучения направления бакалавриата 15.03.04  
«Автоматизация технологических процессов и производств».

Екатеринбург  
2019

Министерство образования и науки РФ

ФГБОУ ВО  
«Уральский государственный горный университет»

**ОДОБРЕНО**

Методической комиссией  
горно-механического факультета  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019г.

Председатель комиссии  
\_\_\_\_\_ В. П. Барановский

**ЭЛЕКТРОННОЕ ИЗДАНИЕ УГГУ**



М.И. Абдрахманов, М.А. Ельняков

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ**

Методические указания по выполнению лабораторных работ  
дисциплины «Моделирование систем и процессов» для студентов  
всех форм обучения направления бакалавриата 15.03.04  
«Автоматизация технологических процессов и производств».

Электронное издание УГГУ

УДК 001.891.57

A139

№ ЭЛЕКТРОННОГО ИЗДАНИЯ \_\_\_\_\_

РЕЦЕНЗЕНТ: *Леонов Р.Е.*, профессор кафедры АКТ Уральского государственного горного университета, канд. техн. наук.

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры автоматике и компьютерных технологий 17 апреля 2019 г. (протокол № 6) и рекомендованы в качестве электронной версии печатного издания в УГГУ.

**М.И. Абдрахманов, М.А. Ельняков**

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ**

Методические указания по выполнению лабораторных работ дисциплины «Моделирование систем и процессов» для студентов всех форм обучения направлений бакалавриата 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»/ М.И. Абдрахманов, М.А. Ельняков; Урал. гос. горный ун-т. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. - 78 с.

### **АННОТАЦИЯ**

Рассмотрено применение программного пакета векторно-матричных расчетов MATLAB для моделирование динамических систем. Рассмотрено взаимодействие пакета MATLAB с высокоуровневым языком программирования Python.

Для студентов направления подготовки бакалавров 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

© М.И. Абдрахманов, М.А. Ельняков 2019

©Уральский государственный горный университет, 2019

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	6
Лабораторная работа № 1 ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ ПУЛЬТЫ ВО ФЛОТОМАШИННЕ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ ВНЗУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ SIMULINK ИЗ ПАКЕТА MATLAB .....	7
Лабораторная работа № 2 ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИВОДА ГОРНОЙ МАШИНЫ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ ВИУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ SIMULINK .....	12
Лабораторная работа № 3 ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ МОДЕЛИ СУШИЛЬНОГО БАРАБАНА С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ ВИЗУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ SIMULINK .....	17
Лабораторная работа № 4 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА CONTROL SYSTEM TOOLBOX ИЗ ПАКЕТА MATLAB .....	26
Лабораторная работа № 5 МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА CONTROL SYSTEM TOOLBOX ИЗ ПАКЕТА MATLAB .....	32
Лабораторная работа № 6 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИЙ СОЕДИНЕНИЯ НЕПРЕРЫВНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ИЗ КОМПЛЕКСА CONTROL SYSTEM TOOLBOX .....	36
Лабораторная работа № 7 АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ НЕПРЕРЫВНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА CONTROL SYSTEM TOOLBOX .....	41
Лабораторная работа № 8 АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ МНОГОКОНТУРНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА CONTROL SYSTEM TOOLBOX .....	46
Лабораторная работа № 9 СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ. ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ НАСТРОЕЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛЯТОРА С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА CONTROL SYSTEM TOOLBOX .....	49
Лабораторная работа № 10 МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ СИСТЕМЫ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ ДРОБНО-РАЦИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИЕЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА СПОМОЩЬЮ РЕШАТЕЛЕЙ ODE23, ODE45 СИСТЕМЫ MATLAB .....	55
Лабораторная работа № 11 МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ СИСТЕМЫ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ ДРОБНО-РАЦИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИЕЙ ЧЕТВЁРТОГО ПОРЯДКА С ПОМОЩЬЮ РЕШАТЕЛЕЙ ИЗ ODE23, ODE45 ПАКЕТА MATLAB .....	62
Лабораторная работа № 12 МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА РАБОЧЕГО ОРГАНА ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИИ ODE ИЗ ПАКЕТА MATLAB .....	64
Лабораторная работа № 13 МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ СИСТЕМЫ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ ДРОБНО-РАЦИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИЕЙ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА, ЧИСЛЕННЫМ МЕТОДОМ ЭЙЛЕРА .....	72



Лабораторная работа № 14 МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ЯЗЫКЕ PYTHON .....	78
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	82

## ВВЕДЕНИЕ

Учебным планом обучения направления бакалавриата 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» и программой дисциплины «Моделирование систем и процессов» предусмотрено обучение студентов решению технических задач с использованием математических моделей систем. В процессе изучения курса студент должен получить навыки построения математических моделей систем и их реализации на аналоговых и цифровых ЭВМ.

С целью закрепления знаний, полученных в процессе изучения лекционного курса, студенты должны выполнить и защитить предлагаемые лабораторные работы. Успешная защита лабораторных работ является этапом промежуточного контроля успеваемости студентов и является необходимым условием допуска студента к итоговому экзамену по дисциплине.

Предлагаемые лабораторные работы выполняются студентами самостоятельно в дисплейной аудитории на персональных ЭВМ с использованием специализированного программного обеспечения. В список оборудования, необходимого для выполнения курса лабораторных работ, входит достаточное количество персональных ЭВМ с установленным пакетом MATLAB для ОС Windows, а также печатающее устройство. Основная часть лабораторных работ связана с изучением инструментов моделирования систем управления Simulink и Control System Toolbox, входящих в пакет MATLAB, поэтому эти программные средства также должны быть обязательно установлены на вычислительных машинах.

Отчёт по лабораторной работе выполняется каждым студентом индивидуально в машинописной форме и должен включать: титульный лист, ответы на контрольные вопросы, листинги составленных программ, полученные результаты в форме графиков и численных значений, выводы. По усмотрению преподавателя, для успевающих и не пропускающих лабораторные занятия студентов, имеется возможность предоставления отчёта по лабораторной работе в устной форме с сопровождением доклада визуальной информацией на дисплее ЭВМ.

Защита лабораторных работ производится студентами по отчёту и контрольным вопросам индивидуально в устной или письменной форме по усмотрению преподавателя.

**Лабораторная работа № 1**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ ПУЛЬТЫ ВО**  
**ФЛОТОМАШИНЕ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ ВИЗУАЛЬНОГО**  
**МОДЕЛИРОВАНИЯ SIMULINK ИЗ ПАКЕТА MATLAB**

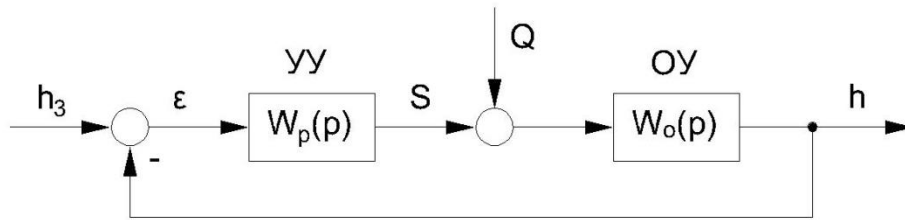
**Цель работы:** ознакомление с инструментальными приложениями программного пакета MATLAB и получение навыков первоначальной работы с системой визуального моделирования SIMULINK. Исследование на ЭВМ динамических свойств объекта (продолжительность 2 часа)

**Краткая теория**

Пакет прикладных программ MATLAB существует уже около трех десятков лет. Название пакета MATLAB происходит от английского словосочетания Matrix Laboratory (Матричная лаборатория). Развитие MATLAB происходило параллельно развитию ЭВМ и к настоящему времени он представляет собой весьма удачное сочетание возможностей математики с последними достижениями в области вычислительной техники. Одно из важных достоинств пакета состоит в том, что работы пользователю достаточно знать о нем ровно столько, сколько требуется для решения конкретной задачи.

Особое место среди инструментальных приложений MATLAB занимает система визуального моделирования SIMULINK, которая может рассматриваться как самостоятельный программный пакет, но работает только при наличии ядра MATLAB и использует многие функции, входящие в его состав. При работе с SIMULINK обязательно и навыки использования других инструментов MATLAB.

В настоящей работе знакомство с возможностями цифрового имитационного моделирования средствами SIMULINK осуществляется на примере простейшей замкнутой системы регулирования уровня пульпы во флотомашине, включающей объект управления (ОУ), представленный в виде инерционного звена 1-го порядка с запаздыванием и управляющее устройство (УУ), представляющее ПИ-регулятор (рис. 1.1). Подробнее замкнутые системы регулирования рассматриваются в лабораторной работе №9.



**Рис. 1.1. Структурная схема системы регулирования уровня пулпы**

В системе регулируется уровень пулпы  $h$  и компенсируются возмущения  $Q$  расхода материального потока через флотомашину путем изменения положения  $S$  регулируемого шибера в разгрузочном кармане флотомашины. Передаточная функция объекта управления (флотомашины)

$$W_o(p) = \frac{K_o}{T_o p + 1} e^{-\tau_o p}, \quad (1.1)$$

где  $K_o$ -коэффициент передачи объекта управления;  $T_o$ -постоянная времени объекта управления;  $\tau_o$ -запаздывание. Данный объект может быть представлен в виде последовательного соединения инерционного звена 1-го порядка с передаточной функцией  $W = K_o / (T_o p + 1)$  и звена запаздывания с передаточной функцией  $W = e^{-\tau_o p}$

Передаточная функция управляющего устройства (ПИ-регулятора)

$$W_p(p) = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_{ин} p} \right), \quad (1.2)$$

где  $K_p$ -передаточный коэффициент регулятора;  $T_{ин}$  - постоянная времени интегрирования. Параметры  $K_p$  и  $T_{ин}$  являются настроечными. Структурная схема ПИ-регулятора представлена на рис. 9.3 (лабораторная работа №9) [1].

#### **Порядок работы:**

1. Изучить краткую теорию.
2. Запустить WINDOWS.
3. Запустить систему MATLAB. После чего на дисплее откроется командное окно системы MATLAB
4. Запустить программный пакет SIMULINK, для чего в командной строке (мигающий курсор) необходимо набрать команду `simulink` и нажать клавишу `Enter`. В результате на дисплее откроется окно программы SIMULINK, содержащее библиотеку блоков пакета
5. В окне SIMULINK выбрать вкладное меню `File` и создать новую модель



6. Сохранить вновь созданную модель через её меню File и вкладку Save под уникальным именем, используя латинские символы и цифры (но не более 8 символов). Например, FLOTO
7. Далее в окне SIMULINK, используя мышь, открыть раздел библиотеки блоков Continuous (Непрерывные системы), после чего найти в отрывшемся окне раздела блок Transfer Fcn, навести на изображение блока указатель мыши и, удерживая левую клавишу мыши, перетащить данный блок в окно в новой модели FLOTO Аналогично перетаскиваем в это же окно блок Transport Delay (Транспортное запаздывание).
8. Открыть раздел Commonly Used Blocks (Блоки общего назначения) выбираем блоки Gain (усилитель), Sum (Сумматор) и, аналогично пункту 7, перетащить в свою модель.
9. Открыть раздел Sources (Источники), выбрать блок Step (ступенчатое воздействие) и перетащить его мышью в окно своей модели
10. Открыть раздел Sinks (Получатели), найти и перетащить мышью в свою модель виртуальный автоматический осциллограф Scope. Теперь, имея все необходимые блоки, можно начинать строить модель системы регулирования.
11. Создать модель объекта управления, используя линейный функциональный блок Transfer Fcn и нелинейный блок Transport Delay. Размножить блок Transfer Fcn на необходимое количество копий можно, передвинув его в окне нашей модели, удерживая правую клавишу мыши. Далее необходимо двойным кликом левой клавиши мыши открыть окно настроек блока Transfer Fcn. Здесь с помощью числовых индексов полиномов числителя Numerator и знаменателя Denominator можно задать ту или иную конфигурацию передаточной функции объекта управления. Нашему объекту управления с передаточной функцией (1.1) соответствует следующая комбинация символов: числитель [ko], знаменатель [To 1]. Подставив нужные числовые индексы в полиномы числителя и знаменателя (см. задание своего варианта в табл. 1.1), выбираем мышью ОК. Задать необходимое запаздывание можно, введя положительное числовое значение  $t_0$  (см. задание своего варианта) в окно настроек блока транспортного запаздывания Time delay. Соединение блоков между собой осуществляется согласно правилам типовых соединений блоков алгоритмических схем систем управления. Соединить входы и выходы блоков можно, используя левую клавишу мыши, зацепляя указателем мыши входные или выходные хвостики блоков. Передаточная функция объекта создана.

12. Аналогичным образом с помощью копии блока Transfer Fcn, усилителя Gain и сумматора Sum собрать управляющее устройство с передаточной функцией (1.2). В окне настроек сумматора задать знак "+" или "-" для каждого используемого входа.
13. Собрать схему модели, соответствующую алгоритмической структурной схеме (см. рис. 1.1), используя созданные ранее модели объекта управления и ПИ-регулятора
14. Получить график переходного процесса по каналу задания  $h_z$ , -  $h$  при единичном ступенчатом воздействии. Для этого к входу  $h_z$  системы регулирования подключается блок Step (Ступенчатое воздействие), в окне настроек блока задаются параметры: время подачи ступенчатого воздействия Step time: 0; начальный уровень сигнала Initial value: 0; конечный уровень сигнала Final value: 1. К выходу  $h$  системы регулирования подключается осциллограф Scope.
15. Процесс запуска модели осуществляется через ее меню Simulation и вкладку Start. Но перед этим необходимо задать параметры процесса через меню Simulation и вкладку Configuration Parameters. Здесь можно выбрать желаемый численный метод интегрирования (Рунге Кутты, Адамса и др.), начальное и конечное время моделирования (Start Time: 0, Stop Time: 20-100 с), шаг интегрирования и др.
16. Оценить качество управления по каналу задания (см. график переходного процесса): определить перерегулирование  $\sigma$ , время переходного процесса  $t_p$ . Показатели качества управления подробнее рассмотрены в лабораторной работе №9.
17. Подобрать на модели настроечные параметры регулятора  $k_p$  и  $T_i$ , обеспечивающие требуемый вид переходного процесса по каналу задания: 20%-ное перерегулирование (см. лабораторную работу №9).
18. Получить график переходного процесса по каналу возмущения  $Q$ - $h$  при единичном ступенчатом воздействии. Для этого к входу  $Q$  системы регулирования подключается блок Step (Ступенчатое воздействие) в окне настроек блока задаются параметры: время подачи ступенчатого воздействия Step time: 0; начальный уровень сигнала Initial value: 0; конечный уровень сигнала Final value: 1. Блок Step, ранее соединенный с входом  $h_z$  отключается от данного входа.
19. Оценить качество управления по каналу возмущения (см. график переходного процесса): определить перерегулирование  $\sigma$ , время переходного процесса  $t_p$ .
20. Представить преподавателю результаты машинного эксперимента-оптимальные значения настроечных параметров ПИ-регулятора:  $k_p$  и  $T_i$ .
21. Ответить на вопросы преподавателя (см. список контрольных вопросов по настоящей работе) [1].

### Варианты заданий

Номер варианта	Коэффициенты передаточных функций звеньев				
	$k_0$	$T_0, c$	$\tau_0, c$	$K_p$	$T_i, c$
1	5.0	30.0	3.0	2.0	10.0
2	2.0	25.0	3.0	6.0	10.0
3	2.0	19.0	4.0	3.0	11.0
4	1.5	15.0	4.0	2.1	7.0
5	1.0	15.0	5.0	3.1	9.0
6	2.0	15.0	3.0	5.0	10.0
7	2.0	19.0	4.0	3.0	11.0
8	1.5	10.0	6.0	1.5	11.0
9	5.5	20.0	8.0	0.7	50.0
10	1.5	5.0	2.0	3.0	9.0

#### Контрольные вопросы:

1. Каково назначение системы MATLAB?
2. Назовите основные особенности системы MATLAB?
3. Какие приложения системы MATLAB предназначены для представления автоматических систем управления и контроля?
4. Как рассчитывается перерегулирование управляемой величины  $h$  по каналам задания  $h_z-h$  и возмущения  $Q-h$ ? Приведите расчетные формулы.
5. Как определяется время регулирования  $t_p$ ?
6. Какие блоки из встроенной библиотеки блоков SIMULINK можно использовать для описания объекта управления - флотомшины?
7. Какие блоки из встроенной библиотеки блоков SIMULINK можно использовать для описания управляющего устройства-ПИ-регулятора?
8. Изобразите расчетную схему модели SIMULINK для автоматической системы регулирования уровня пульпы во флотомашине (см. рис. 1.1).
9. Каким образом задаются коэффициенты передаточных функций в блоке Transfer Fcn?

## Лабораторная работа № 2

### ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИВОДА ГОРНОЙ МАШИНЫ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ ВИУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ SIMULINK

**Цель работы:** закрепление навыков работы с системой визуального моделирования SIMULINK. Исследование на ЭВМ динамических свойств электромеханической системы горной машины (продолжительность 2 часа).

#### Краткая теория

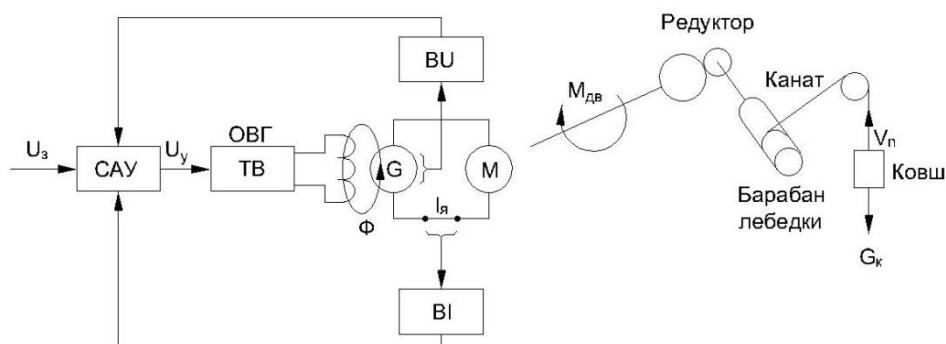
Электромеханические системы приводов главных механизмов большинства горных машин и комплексов для подземной и открытой добычи полезных ископаемых могут быть представлены схемой, приведённой на рис. 2.1.



**Рис. 2.1** Функциональная схема электромеханической системы (ЭМС) привода горной машины

Рассмотрим электромеханическую систему (ЭМС) привода подъёма ковша одноковшового экскаватора (рис. 2.2). Задающее воздействие  $U_3$  подаётся машинистом на вход системы автоматического управления приводом САУ, состоящей из регуляторов скорости вращения двигателя (напряжения) и тока якоря.

Система автоматического управления выполнена по принципу подчинённого регулирования координат электропривода и содержит внутренний контур тока и внешний контур скорости (напряжения). Для этого сформированы две обратные связи: по току и скорости (напряжению) (на рис. 2 - ВU - датчик напряжения).



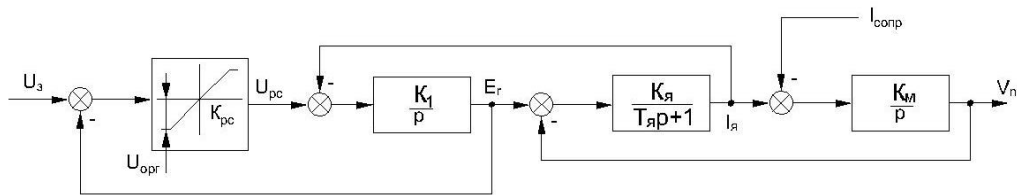
**Рис. 2.2** ЭМС привода подъёма ковша одноковшового экскаватора

Сигнал управления  $U_y$  с выхода САУ подаётся на тиристорный возбудитель генератора, оболочка возбудителя которого создаёт магнитный поток  $\Phi$ . После



появления потока  $\Phi$  на зажимах генератора появляется ЭДС  $E_r$ , которое приводит к появлению тока цепи якоря  $I_a$ . Ток якорной цепи приводит во вращение вал электрической машины постоянного тока и создаёт на нём крутящий момент  $M_{дв}$ , который через механизм, состоящий из редуктора, барабана лебёдки, и через упругое звено (канат) передаётся на рабочий орган (ковш).

С учётом ряда допущений и упрощений алгоритмическая структурная схема ЭМС привода подъёма ковша одноковшового экскаватора приведена на рис. 2.3



**Рис. 2.3 Упрощенная алгоритмическая схема ЭМС привода подъёма ковша одноковшового экскаватора**

На рис. 2.3 использованы следующие обозначения:

$U_3$  – задающее воздействие;  $U_{pc}$  – напряжение на выходе регулятора скорости;  $E_r$  – ЭДС генератора;  $I_a$  – ток якорной цепи;  $I_{сопр}$  – ток, пропорциональный моменту статического сопротивления движению рабочего органа экскаватора;  $V_{п}$  – скорость подъёма ковша;  $K_{pc}$  – коэффициент передачи регулятора скорости;  $U_{opr}$  – максимальное напряжение на выходе регулятора скорости;  $K_1$  – коэффициент передачи последовательно включенных регулятора тока, тиристорного преобразователя и генератора;  $K_я$  – коэффициент передачи звена “якорная цепь”;  $T_я$  – постоянная времени звена якорная цепь;  $K_м$  – коэффициент передачи механической части системы (общей массы).

В структурной схеме допущены следующие допущения:

- 1) Контур тока настроен на модульный оптимум, в результате упрощения передаточная функция последовательно соединённых регулятора тока, тиристорного преобразователя и генератора имеет вид  $W(p) = K_1 / p$ .
- 2) Реальная двухмассовая механическая часть ЭМС замещена эквивалентной одномассовой схемой с бесконечно жесткими связями, поэтому  $W_M(p) = K_M / p$  [1].

## Порядок работы:

1. Изучить краткую теорию.
2. Запустить WINDOWS.
3. Запустить программу MATLAB. После чего на дисплее откроется командное окно системы MATLAB.
4. Запустить программный пакет SIMULINK для чего в командную строку (мигающий курсор) необходимо набрать команду Simulink и нажать Enter. В результате мы увидим окно программы SIMULINK, содержащую библиотеку блоков пакета.
5. В окне SIMULINK выбираем вкладное меню File и создаем новую модель. Сохранить вновь созданную модель через ее меню File и вкладку Save под уникальным именем, используя латинские символы и цифры (но не более 8 символов). Например, EMS2.
6. Для реализации алгоритмической структуры ЭМС (рис. 2.3) необходимы следующие блоки SIMULINK:  
Раздел Continuous: Transfer Fcn (Дробная передаточная функция);  
Раздел Commonly User Blocks: Gain (Усилитель), Saturation (Ограничение выходного сигнала), Sum (Сумматор);  
Раздел Sources: Step (Ступенчатое воздействие);  
Раздел Silks: Scope (Автоматический осциллограф).
7. Перетащить данные блоки, удерживая левую клавишу мыши из соответствующих библиотеки блоков SIMILINK в нашу модель EMS2.
8. Собрать решающую схему модели согласно рис. 2.3. Реализовать регулятор скорости в виде пропорционального звена с ограничением выходного сигнала можно с помощью последовательного соединения блока Gain, устанавливающего необходимый коэффициент передачи регулятора скорости  $K_{рс}$  и блока Saturation, которое задает минимальное ( $-U_{огр}$ ) и максимальное ( $+U_{огр}$ ) ограничения выходного сигнала при единичном коэффициенте передачи.
9. Получить графики переходных процессов выходных переменных исследуемой динамической системы: ЭДС генератора  $E_{Г}(t)$ , тока якорной цепи  $I_{я}(t)$ , скорости подъема ковша  $V_{п}(t)$ , при подаче и без подачи возмущающего воздействия  $E_{Г}(t)$ ,  $I_{я}(t)$ ,  $V_{п}(t)$  – при  $I_{сопр} = I_{сопр. зад}$ .

Величины  $U_3$  и  $I_{\text{сопр}}$  задать в модели с помощью блоков Step. Для контроля наблюдаемых величин  $E_{\Gamma}(t)$ ,  $I_{\text{я}}(t)$ ,  $V_{\text{п}}(t)$  использовать три автоматических осциллографа Scope. Запуск модели осуществить через меню Simulation и вкладку Start. Перед запуском задать начальное и конечное время моделирования (Start Time: 0, Stop Time: 5-10с) через меню Simulation и вкладку Configuration Parameters.

10.Объяснить взаимозависимость графиков  $E_{\Gamma}(t)$ ,  $I_{\text{я}}(t)$ ,  $V_{\text{п}}(t)$  с точки зрения физики процессов, протекающих в электроприводе экскаватора. Оценить влияние на вид графиков тока сопротивления  $I_{\text{сопр}}$ .

11.Оценить влияние сигнала регулятора скорости на ограничения максимального значения тока якорной цепи  $I_{\text{я}}$ . Для этого нужно вывести на экран осциллографа Scope сигнал  $I_{\text{я}}(t)$  и получить графики переходных процессов:

- 1) при  $U_{\text{огр}}$  равному заданному значению;
- 2) при  $U_{\text{огр}}$  равному половине заданного значения.
- 3) при  $U_{\text{огр}}$  равному бесконечно большой величине ( $>1000$ ).

12.Сделать выводы по итогам выполнения лабораторной работы.

13.Ответить на вопросы преподавателя (см. список контрольных вопросов по настоящей работе) [1].

Таблица 2.1

### Варианты заданий

Номер варианта	Коэффициенты передаточных функций звеньев							
	$K_{\text{рс}}$	$K_1$	$K_{\text{я}}$	$T_{\text{я}}$	$K_{\text{м}}$	$U_3$ отн. ед.	$U_{\text{огр}}$ отн. ед.	$I_{\text{сопр}}$ отн. ед.
1	5.0	2.5	8.0	0.3	2.2	50.0	$\pm 50.0$	21.0
2	10.0	1.5	6.0	0.15	0.5			20.0
3	11.0	1.8	3.0	0.11	2.0			17.0
4	9.0	2.0	5.0	0.1	1.7			30.0
5	9.0	1.75	7.0	0.11	1.3			27.0
6	8.0	2.0	5.0	0.25	0.2			15.0
7	3.0	1.5	3.0	0.21	1.6			33.0
8	12.0	0.7	5.0	0.12	1.0			16.0
9	10.0	1.2	5.0	0.13	0.9			25.0
10	8.0	1.5	6.0	0.25	0.1			35.0

### Контрольные вопросы:

1. Назовите особенности и поясните возможности системы SIMULINK из пакета MATLAB?
2. Каковы преимущества системы SIMULINK перед другими средствами MATLAB?
3. Назовите основные разделы библиотеки блоков системы SIMULINK из пакета MATLAB (английские и русские названия).
4. Какие обособленные агрегаты можно выделить в электроприводе подъема ковша одноковшового экскаватора? Приведите функциональную схему электропривода подъема ковша.
5. К какому типу управляющих систем можно отнести систему автоматического управления (САУ) электропривода подъема ковша?
6. Сколько контуров управления включает САУ электропривода подъема ковша? Какие это контуры управления?
7. КАК задать время моделирования для модели SIMULINK?
8. Каким образом в САУ электропривода подъема ковша реализовано ограничение величины тока якорной цепи? Почему необходимо ограничивать ток якорной цепи электропривода? Какой блок из встроенной библиотеки SIMULINK для этого используется?
9. Какие допущения введены в математическую модель электропривода подъема ковша и зачем это сделано? Приведите упрощенную алгоритмическую структурную схему.
10. Объясните взаимозависимость графиков  $E_T(t)$ ,  $I_A(t)$ ,  $V_{II}(t)$ . Оцените влияние тока сопротивления  $I_{сопр}$  на общий вид графиков.
11. Каким образом в модели SIMULINK возможно отобразить на экране переходный процесс, протекающий в системе управления? Какие блоки из встроенной библиотеки SIMULINK для этого используются?
12. Каким образом в модели SIMULINK можно одновременно увидеть на экране несколько графиков переходных процессов?



### Лабораторная работа № 3

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ МОДЕЛИ СУШИЛЬНОГО БАРАБАНА С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ ВИЗУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ SIMULINK

**Цель работы:** получение навыков составления многоуровневых моделей в системе визуального моделирования SIMULINK. Исследование на ЭВМ динамических свойств сушильного барабана (продолжительность 2 часа).

### Краткая теория

Барабанная газовая сушилка является установкой непрерывного действия и конструктивно состоит из сушильного барабана, источника получения сушильного агента (топ калорифер и т. д.), вентилятора-дымососа для подачи агента и перемещения его в сушилке и транспортных устройств для подачи материала в и выдачи его из неё.

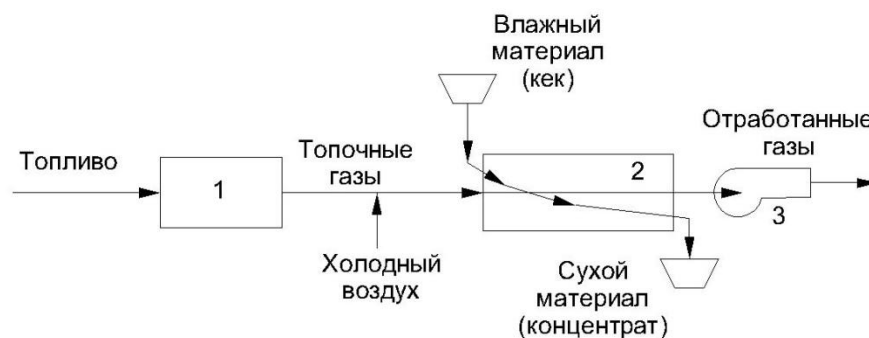


Рис. 3.1. Схема барабанной сушильной установки:

1 – источник тепла; 2 – сушильный барабан; 3 – вентилятор

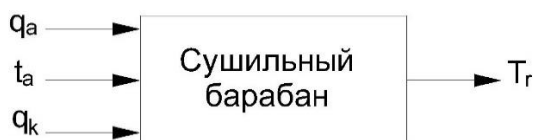
Для сушки минерального сырья применяются, как правило, барабанные сушилки с прямым теплообменом (рис. 3.1), в которых происходит непосредственное соприкосновение материала с горячими газами по прямоточной схеме (материал и газы в сушилке движутся параллельно и в одном направлении).

Важнейшим технологическим параметром процесса сушки минерального сырья является влажность продуктов. Прямое непрерывное измерение данного параметра связано с существенными техническими сложностями. Поэтому довольно часто применяют косвенные методы определения влажности продуктов сушки. Так установлено, что влажность продуктов сушки напрямую зависит от температуры отходящих из сушилки газов. Таким образом, измеряя температуру отходящих газов, можно косвенно контролировать влажность продуктов сушки. Измерение температуры отходящих газов технически не представляет сложности. Поэтому

сушильный барабан как управляемый объект может характеризоваться следующими технологическими параметрами (рис. 3.2).

*Входные:* производительность барабана по кеку  $q_k$ ; расход сушильного агента (смеси топочных газов и холодного воздуха)  $q_a$ ; температура сушильного агента  $t_a$ .

*Выходные:* температура отходящих газов  $T_r$ ;



**Рис. 3.2. Структурная схема сушильного барабана**

Как управляемый объект сушильный барабан характеризуется значительными инерционностью и транспортным запаздыванием. Он работает как теплообменник, в котором должна быть обеспечена передача тепла от газов материалу, и как транспортное устройство, которое должно пропускать заданное количество материала. Динамические характеристики, полученные экспериментально, показывают, что сушильный барабан – это объект с ярко выраженными распределёнными свойствами по его длине. Поэтому построение динамической математической модели барабана возможно только на основе дифференциальных уравнений в частных производных по времени и по длине барабана. Использование таких уравнений в инженерной практике затруднительно.

При построении моделей сложных объектов стремятся к упрощениям. Упрощение может осуществляться двумя путями: 1) пренебрежение деталями, что связано с потерей точности модели, сужением области применения; 2) использование идеи декомпозиции сложного объекта, в этом случае сохраняются все достоинства сложной модели, но облегчается ее составление и использование.

Суть принципа декомпозиции заключается в том, что если отдельные подпроцессы единого процесса разделены во времени, а в аппарате или процессе можно выделить несколько специфических зон, то задача описания сводится к математическому описанию отдельных частей или зон, т. е. составлению моделей отдельных частей. Последним этапом является решение обратной задачи декомпозиции – стыковки моделей отдельных элементов в единую модель.

Таким образом, в нашем случае компромиссным вариантом является распределённое математическое описание барабана, основанное на принципе декомпозиции, когда весь объём сушильного барабана по его длине разбивается на равные зоны, в которых происходящие тепловые процессы описываются с помощью

обычных дифференциальных уравнений низкого порядка, коэффициенты которых представляют собой сосредоточенные параметры системы. Такая совокупность простых моделей позволяет с достаточной для инженерных расчётов точностью представить тепловые процессы во всём объёме сушильного барабана.

Однако, поскольку любая модель - лишь некий образ реального объекта, характеризующий его не полностью, неизбежно расхождение поведения объекта и его модели. Поэтому каждая модель перед использованием должна быть проверена на адекватность.

Под адекватностью следует понимать точность прогноза по модели поведения реальной системы, выраженную в количественных показателях.

Во многих случаях количественная оценка адекватности невозможна, а иногда и не требуется. Например, если моделируется проектируемый объект и получить экспериментальные данные для проверки негде. В таких случаях "допустима проверка, в ходе которой достигается приемлемый уровень уверенности исследователя в правильности предсказанного по модели поведения системы. Проверка выполняется на качественном уровне и включает два этапа: 1. Проверка модели на абсурдные решения. Если решения предсказуемы, модель можно считать адекватной объекту. 2. Если поведение модели непредсказуемо, нужно убедиться в его законности, проверив правильность исходных предположений, допущений и ограничений. Затем, в случае их непротиворечивости, проверить правильность преобразования информации в самой модели (формулы, уравнения, алгоритмы, программы) и делаются окончательные выводы.

В работе предлагается разбить барабан на три равных по длине отрезка, и составить математическое описание каждого из них. Затем из трёх элементарных однотипных моделей (блоков) скомпоновать модель сушильного барабана в целом.

Описание тепловых процессов на каждом элементарном участке барабана производится на основе уравнений теплового баланса, В установившемся режиме приток и расход тепла в исследуемом элементе объёма барабана равны.

С учётом упрощений и допущений передаточная функция элементарного участка барабана с достаточной точностью представляется в виде инерционного звена 1-го порядка:

$$W(p) = \frac{Y(p)}{X(p)} = \frac{K}{Tp+1}, \quad (3.1)$$

где  $Y(p)$  - температура отходящих газов  $T_g$ ;  $X(p)$  – начальная температура сушильного агента  $t_a$  ;

Коэффициент передачи в передаточной функции. (3.1) определяется из выражения:

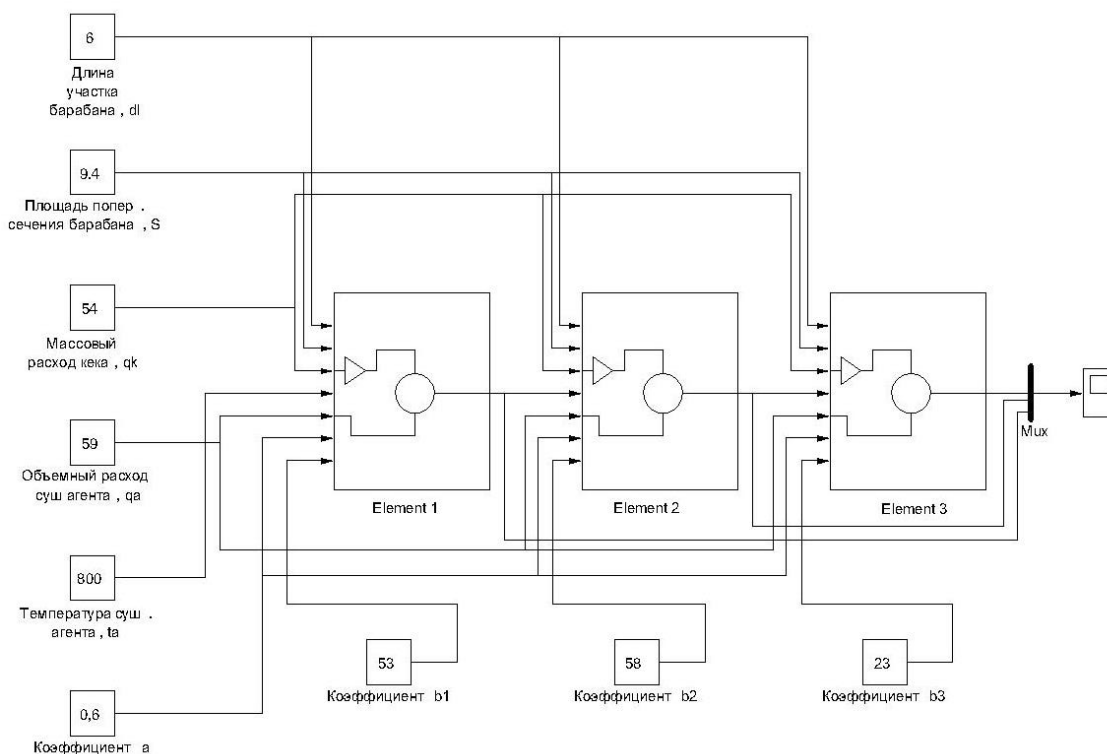
$$K = \frac{|a \cdot q_a \cdot t_a - b \cdot q_k|}{a \cdot q_a}; \quad (3.2)$$

Постоянная времени в передаточной функции. (3.1) определяется по формуле:

$$T = \frac{\Delta l S}{q_a}, \quad (3.3)$$

где  $q_a$ —объёмный расход сушильного агента, м<sup>3</sup>/с;  $t_a$  – начальная температура агента, К;  $q_k$  – массовый расход кека, кг/с;  $T_r$  – конечная температура сушильного агента, К;  $\Delta l$ – длина исследуемого участка барабана, м;  $S$  – площадь поперечного сечения барабана, м<sup>2</sup>;  $a, b$  - постоянные коэффициенты.

На основе указанного подхода в системе моделирования Simulink строится распределённая имитационная модель, представляющая собой блочную конструкцию, в которой последовательно связанные программные модули Element 1, Element 2, Element 3 имитируют соответствующие участки барабана. Пример распределенной модели сушильного барабана приводится на рис. 3.3.



**Рис. 3.3. Распределенная модель сушильного барабана, созданная в системе визуального моделирования SIMULINK**



Внутренняя алгоритмическая структура модулей Element 1, Element 2, Element 3 построена в соответствии с передаточной функцией (3.1) и с использованием выражений (3.2) и (3.3) [1].

#### **Порядок работы:**

1. Изучить краткую теорию.
2. Запустить WINDOWS.
3. Запустить систему MATLAB.
4. Запустить программный пакет SIMULINK, для чего в командной строке (мигающий курсор) необходимо набрать команду Simulink и нажать клавишу Enter.
5. В окне SIMULINK выбрать вкладное меню File и создать новую модель.
6. Сохранить вновь созданную модель через её меню File и вкладку Save под уникальным именем, используя латинские символы и цифры (но не более 8 символов). Например, SUSHKA3.
7. Для реализации верхнего уровня модели сушильного барабана (см. рис. 3.3) необходимо открыть раздел Ports & Subsystems библиотеки блоков SIMULINK и перетащить из него, удерживая левую клавишу мыши, в нашу модель SUSHKA блок Subsystem (Подсистема). Переименуйте блок Subsystem в Element1. Кроме названного блока, для реализации верхнего уровня модели потребуются блоки: Constant (Постоянная величина) из раздела Sources (Источники), Mux (Объединитель сигналов) из раздела (Блоки коммутации сигналов) и Scope Signal Routing (Автоматический осциллограф) из раздела Sinks (Получатели). Поместите их на поле модели SUSHKA3 рядом с блоком Element 1.
8. Подготовить блок подсистемы Element 1 для построения нижнего уровня модели сушильного барабана. Для этого необходимо войти во внутреннее рабочее поле блока Element 1, совершив двойной клик левой клавишей мыши по изображению этого блока. Необходимо увеличить количество входных портов In подсистемы Element 1 до количества неиспользуемых технологических параметров модели сушильного барабана (7 параметров) методом копирования. Полезно подписать к какому технологическому параметру относится каждый входной порт, для чего вместо имени порта in1, In2, , In 7 написать название вводимого через данный порт технологического параметра. Полезно подписать также выходной порт, для чего вместо имени порта Out1 написать название выходного параметра модели сушильного барабана T. (температура отходящих газов). Поместить во внутреннее рабочее поле блока Element1 следующие блоки библиотеки SIMULINK: Раздел Continuous (Непрерывные системы): Integrator (Интегратор); Раздел Math Operations

(Математические операции): Abs (Модуль сигнала), Sum (Сумматор сигналов), Divide (Делитель сигналов), Product (Произведение сигналов); Раздел User Defined Functions (Функции пользователя): Fcn (Произвольная функция); Раздел Sources (Источники): Constant (Постоянная величина).

9. Реализовать полностью нижний уровень модели – построить внутреннюю модель элементарного участка барабана Element1 на основе передаточной функции (3.1) и выражений (3.2), (3.3). Важно, что параметры передаточной функции (3.1) – коэффициент передачи  $K$  и постоянная времени  $T$  не являются постоянными величинами, а зависят от технологических показателей процесса сушки. В ходе экспериментирования на модели оператор меняет технологические показатели, что требует каждый раз автоматического пересчёта параметров  $K$  и  $T$ . Алгоритм автоматического пересчёта параметров  $K$  и  $T$  передаточной функции (3.1) по выражениям (3.2) и (3.3) реализуется с помощью математических блоков встроенной библиотеки Simulink во внутреннем рабочем поле блока Element1. Источниками величин для расчета  $K$  и являются входные порты блока Element1. Технологические параметры задаются вне блока Element 1, информация передаётся внутрь блока через входные порты так как это показано на рис. 3.3. После создания математической модели расчёта параметров  $K$  и  $T$  необходимо. В рабочем поле блока Elemental сформировать модель инерционного звена первого порядка передаточной функцией (3.1) на базе структурной схемы, изображенной на рис. 3.4.

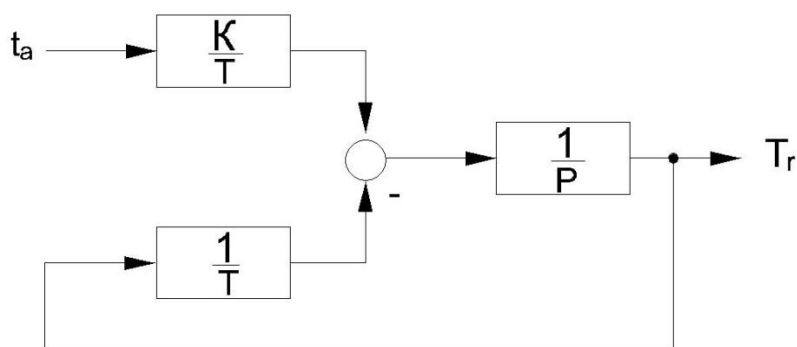


Рис. 3.4. Структурная модель инерционного звена 1-го порядка

10. Проверить на адекватность модель элементарного участка сушильного барабана Element 1, для чего необходимо закрыть внутреннее рабочее поле блока Element 1 и выйти в рабочее поле внешней модели SUSHKA3. На блоке Element 1 мы видим появившиеся хвостики входов и выходов (рис. 3.3), необходимо подключить к соответствующим входом Element 1 блоки Constant, и задать величины технологических параметров численно, полезло подписать каждый блок Constant, к

какому технологическому параметру он относится. К единственному выходу блока Element 1 подключить осциллограф Scope. Сохранить модель SUSHKA3 и запустить через её меню Simulation и вкладку Start. Если результаты моделирования противоречивы и не оправдывают наши ожидания (не соответствуют физическому смыслу процессов при сушке сырья), отладить расчётную схему внутренней модели Element 1. В противном случае перейти к выполнению пункта 11.

11. Построить схему модели верхнего уровня - полной модели сушильного барабана. (см. рис. 3.3). Для чего создать две копии блока Element 1. Связать последовательно блоки Element 1, Element 2, Element 3 по температуре отходящих газов (выходной параметр каждого предыдущего блока является входным параметром  $t$  а для последующего). Выходные сигналы всех блоков Element объединить через блок Mix и вывести на осциллограф Scope.

12. Получить графики переходных процессов по каналу  $ta - T$ . Процесс запуска модели осуществляется через меню Simulation и вкладку Start. Задать параметры процесса через вкладку Configuration Parameters. Задать начальное и конечное время интегрирования (Start Time: 0, Stop Time: 10-15 с).

13. Изменить параметры и (поочерёдно) на 20 % в большую и меньшую сторону. Оценить влияние расхода сушильного агента и кека на динамику изменения температуры отходящих газов на выходе каждого элемента распределённой модели. Сделать выводы.

14. Установлено, что оптимальная влажность продуктов сушки достигается при температуре отходящих газов находящейся в диапазоне от 75 °C до 85 °C. Необходимо установить оптимальный технологический режим на модели сушильного барабана, найдя наилучшие значения параметров.

15. Представить преподавателю результаты машинного эксперимента – оптимальные значения технологических параметров

16. Ответить на вопросы преподавателя (см. список контрольных вопросов по настоящей работе) [1].

**Варианты заданий**

Номер варианта	Параметры барабанной сушилки									
	$\Delta l$ , м	$l$ , м	$S$ , м	$q_a$ , м <sup>3</sup> /с	$t_a$ , °С	$q_k$ , кг/с	$a$	$b_1$	$b_2$	$b_3$
1	6	18	9,4	63	800	42	0,63	353,5	58,6	23,6
2	4	12	6,3	52		30				
3	6	18	9,4	59		54				
4	4	12	6,3	31		30				
5	6	18	9,4	65		70				
6	4	12	6,3	33		54				
7	6	18	9,4	60		45				
8	4	12	6,3	43		37				
9	6	18	9,4	50		49				
10	6	18	9,4	71		61				

**Примечания:**

$\Delta l$  – длина исследуемого участка барабана, м;  $l$  – полная длина барабана, м;  $S$  – площадь поперечного сечения барабана,  $q_a$  – объёмный расход сушильного агента, м<sup>3</sup>/с;  $t_a$  – начальная температура агента, °С;  $q_k$  – массовый расход сырого материала (кека), кг/с;  $a$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  – постоянные безразмерные коэффициенты.

**Контрольные вопросы:**

1. Что представляет собой барабанная газовая сушилка минерального сырья? Кратко поясните принцип работы этого агрегата.
2. Какими входными выходными технологическими параметрами характеризуется сушильный барабан?
3. Каковы отличительные особенности сушильного барабана как управляемого объекта?
4. Каким образом можно существенно упростить математическое описание исследуемой системы? Перечислите основные подходы.
5. Какой подход позволяет существенно упростить математическое описание сушильного барабана без снижения точности модели?
6. В чем заключается принцип декомпозиции сложного объекта?
7. Сколько иерархических уровней включает расчётная модель SIMULINK для сушильного барабана? Охарактеризуйте эти уровни.
8. Как сформировать многоуровневую модель в системе SIMULINK?

9. Как влияет расход сушильного агента (топочных газов) и чека (сырого материала) на температуру отходящих из барабана газов?
10. Объясните физический смысл запаздывания переходного процесса по температуре отходящих из барабана газов.
11. Что понимается под адекватностью модели?
12. Каким образом можно оценить на качественном уровне адекватность Модели сушильного барабана? Поясните основные шаги.
13. Какой технологический параметр процесса сушки является самым важным? Как осуществляется непрерывный контроль этого параметра?
14. Какой технологический режим барабанной газовой сушилки является оптимальным в нашем случае?
15. Какие значения технологических параметров и являются оптимальными для Вашего варианта задания?



## Лабораторная работа № 4

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА CONTROL SYSTEM TOOLBOX ИЗ ПАКЕТА MATLAB

**Цель работы:** получение навыков составления математического описания динамических моделей, представленных в виде структурных схем, с помощью комплекса Control System Toolbox из пакета MATLAB (продолжительность 2 часа).

#### Краткая теория

Большое значение для специалистов в различных предметных областях знаний имеют алгоритмы и функции пакета MATLAB, объединяемые в комплексы предметно-ориентированных функций. Эти комплексы носят общее название TOOLBOXES – наборы инструментов.

Комплекс предметно-ориентированных функций, предназначенный для анализа и синтеза линейных стационарных (с неизменными параметрами) динамических систем, получил название Control System Toolbox. Настоящий комплекс не может быть использован для анализа динамических систем с нелинейными характеристиками или систем с изменяющимися в процессе моделирования параметрами.

Работа с комплексом Control System Toolbox возможна как в форме диалога пользователя с системой через командную строку MATLAB, так и в форме запуска предварительно подготовленной пользователем последовательности команд-программы, записанной в виде М-файла.

В настоящей работе рассматриваются возможности комплекса Control System Toolbox создавать математические описания динамических систем. Известно, что непрерывные динамические системы могут быть представлены:

1. Полиномиальными передаточными функциями

$$W(p) = \frac{B(p)}{A(p)} = \frac{b_1 p^{n-1} + b_2 p^{n-2} + \dots + b_n p^0}{a_1 p^{m-1} + a_2 p^{m-2} + \dots + a_m p^0}, \quad (4.1)$$

где В и А – полиномы, характеризующие числитель и знаменатель передаточной функции; p – оператор Лапласа.

2. Передаточными функциями с явно выраженными нулями и полюсами

$$W(s) = K \frac{Z(s)}{P(s)} = K \frac{(s-z_1)(s-z_2)\dots(s-z_n)}{(s-p_1)(s-p_2)\dots(s-p_n)}, \quad (4.2)$$

где  $P$  и  $Z$  – множества, содержащие полюса  $(p_1, p_2, \dots, p_n)$  и нули  $(z_1, z_2, \dots, z_n)$  передаточной функции;  $s$  – оператор Лапласа;  $K$  – общий коэффициент передачи.

3. Векторно-матричным описанием в терминах теории пространств состояний

$$\frac{dx}{dt} = Ax + Bu; \quad (4.3)$$

$$y = Cx + Du,$$

где  $x$  – вектор состояния динамической системы;  $y$  – вектор наблюдаемых переменных;  $u$  – вектор управляющих воздействий;  $A, B, C, D$  – матрицы состояния, управления и наблюдения.

Комплекс Control System Toolbox (CST) позволяет создавать математическое описание линейных динамических систем (как непрерывных, так и дискретных) вида (4.1), (4.2) или (4.3) на основе их структурных схем. Для этого, в частности, применяется специализированная функция CONNECT.

Выражение **system connect (sys, Q, inputs, outputs)** позволяет получить математическое описание динамической системы **system** на основе математического описания её отдельных блоков **sys**, матрицы связей **Q** и канала управления, задаваемого векторами **inputs** и **outputs**.

Подход к описанию динамической системы, основанный на использовании функции CONNECT, предполагает следующие шаги:

1. Определить переменные, описывающие отдельные блоки структурной схемы;
2. Представить все блоки структурной схемы полиномиальными передаточными функциями вида (4.1), (4.2) или векторно-матричными описаниями вида (4.3); описание в форме передаточной функции вида (4.1) формируется с помощью функции TF из комплекса CST, предполагающей формирование векторов коэффициентов числителя и знаменателя передаточной функции аналогично блоку Transfer Fcn из пакета SIMULINK. Векторно-матричное описание вида (4.3) формируется с помощью функции SS из комплекса CST.
3. Пронумеровать все блоки структурной схемы по порядку так, чтобы каждый блок имел свой уникальный номер.

4. Объединить все блоки структурной схемы в единый блок *sys*, имеющий *n* входов и *n* выходов (*n* – количество блоков системы) с помощью функции APPEND из комплекса CST.
5. Задать связи между блоками в полном соответствии со структурной схемой, для чего необходимо сформировать матрицу связей *Q*. В матрице связей *Q* каждому входу динамической системы поставлена в соответствие строка, в которой первый элемент содержит номер входа, а последующие - информацию о соединении данного входа с выходами блоков схемы с учетом знака. Количество строк матрицы *Q* определяется количеством входов (количеством блоков), количество столбцов определяется наибольшим количеством связей, зафиксированных одним из блоков структурной схемы;
6. Задать необходимый канал воздействия с помощью векторов входов *inputs* и выходов - *outputs*. Векторы *inputs* и *outputs* содержат соответственно, номер (номера) желаемых входов и выходов;
7. Получить математическое описание *system* по заданному каналу с учетом всех связей между блоками на основе функции CONNECT. Аргументами функции CONNECT являются: математическое описание без учета связей между блоками *sys*, матрица связей *Q*, векторы входов *inputs* и выходов *outputs*, полученные выше.

Рассмотрим пример составления математического описания линейной непрерывной динамической системы с помощью функции CONNECT из комплекса Control System Toolbox. На рис. 4.1 представлена структурная схема динамической системы.

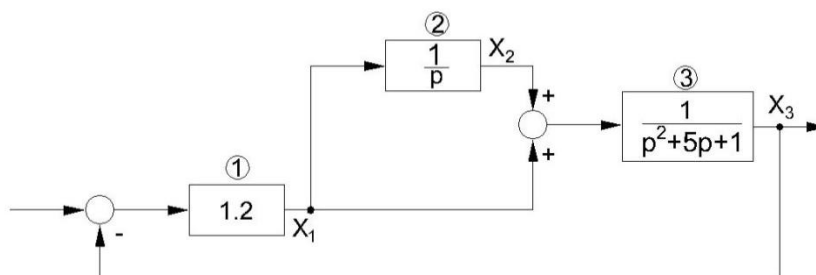


Рис. 4.1. Структурная схема динамической системы

Математическое описание динамической системы (см. рис. 4.1) на основе функции CONNECT может быть выполнено следующим образом:

1. Пронумеруем блоки структурной схемы (см. рис. 4.1).
2. Опишем блоки структурной схемы в форме полиномиальных передаточных функций вида (4.1):

```
sys1= tf ( [1.2], [1] );
```

```
sys2 = tf ( [1], [1 0] );
```

```
sys3 = tf ( [1], [1 5 1]);
```

3. Объединим все блоки структурной схемы

```
sys = append(sys1, sys2, sys3);
```

4. Зададим матрицу связей между блоками системы (см. рис. 4.1)

```
Q= [1 -3 0;
```

```
2 1 0;
```

```
3 2 1];
```

Номера  
блоков

Номера и знаки выходов блоков, с которыми соединяется  
входа блоков, указанного в первом столбце

5. Назначим управляющие входы

```
inputs = (1); (управление подаётся на вход 1-го блока)
```

6. Назначим наблюдаемые выходы

```
outputs = [3]; (наблюдается выход 3-го блока)
```

7. Сформируем математическое описание системы вида (4.1) по заданному каналу с учётом всех связей

```
system = connect (sys, Q, inputs, outputs);
```

Таким образом, создано математическое описание линейной динамической системы (см. рис. 4.1).

8. Получим график переходного процесса (переходную характеристику системы) при подаче на вход системы единичного ступенчатого воздействия.

Воспользуемся для этого функцией STEP

```
step (system, [0:.1:40])
```

9. Преобразуем передаточную функцию вида (4.1) в векторноматричное описание вида (4.3)

```
syss = ss(system);
```

10. Выполним обратное преобразование

```
systf=tf(syss);
```

**Порядок работы:**

1. Изучить краткую теорию.
2. Запустить WINDOWS.
3. Запустить систему MATLAB. После чего на дисплее откроется командное окно системы MATLAB.
4. Через вкладку New из меню File командного окна системы MATLAB создать новый М-файл.
5. Сохранить созданный файл через меню File и вкладку Save, например, под именем CST4.
6. Озаглавить файл CST4, набрав в его окне шапку комментария:

**% CST4 - М-файл математического описания линейной**

**% непрерывной динамической системы с помощью функции**

**% CONNECT из комплекса Control System Toolbox.**

Комментарии записываются над строкой программы или в этой же строке справа от текста программы, перед текстом комментария всегда ставится символ %.

7. Выполнить шаги 1-10 алгоритма математического описания, указанного выше и записать на языке MATLAB программу, его реализующую. Строчки алгоритма, выделенные жирным шрифтом, являются строками программы на языке MATLAB. Необходимо набрать их в окне нашего М-файла в той же последовательности.

Строки программы не нумеруются и выполняются системой MATLAB последовательно в порядке их записи в тексте М-файла. Важно не допускать лишних пробелов в тексте программы.

8. Вновь сохранить М-файл.
9. Выполнить М-файл CST4 через вкладку Run меню Debug файла CST4, или набрав имя нашего М-файла без расширения \*.m в командной строке MATLAB. На экране появится графическое окно с графиком переходного процесса.
10. Вывести на экран передаточную функцию системы по заданному каналу, набрав в командной строке MATLAB имя переменной system и нажав Enter. Другой вариант вывода передаточной функции на экран - удалить точку с запятой в конце строки вызова функции CONNECT, сохранить М-файл и запустить его вновь. Определить порядок передаточной функции системы.
11. Аналогичным образом вывести на экран векторно-матричное описание системы syss и преобразованную из него передаточную функцию systf. Сравнить выражение передаточных функций system и systf. Сделать выводы.



12. Убедиться в корректности нашего математического описания с помощью приложения SIMULINK. Для чего необходимо создать S-модель динамической системы (см. рис. 4.1) и получить график переходного процесса по заданному каналу при подаче на управляющий вход единичного ступенчатого воздействия.
13. Сравнить графики, полученные в Control System Toolbox и SIMULINK. Сделать выводы.
14. Ответить на вопросы преподавателя (см. список контрольных вопросов по настоящей работе) [1].

**Контрольные вопросы:**

1. Поясните назначение комплекса CONTROL SYSTEM TOOLBOX из пакета MATLAB?
2. Какие формы математического описания непрерывных динамических систем позволяет реализовывать комплекс CONTROL SYSTEM TOOLBOX?
3. Какая функция CONTROL SYSTEM TOOLBOX предназначена для создания математического описания непрерывных динамических систем?
4. Какие шаги необходимо выполнить для составления математического описания в CONTROL SYSTEM TOOLBOX?
5. Каким образом задаются связи между блоками структурной схемы системы в модели CONTROL SYSTEM TOOLBOX?
6. Каким образом задается канал воздействия в модели CONTROL SYSTEM TOOLBOX?
7. Как можно сохранить и запустить модель CONTROL SYSTEM TOOLBOX?
8. Как вывести на экран математическое описание системы (передаточную функцию или векторно-матричное описание) в модели CONTROL SYSTEM TOOLBOX?
9. С помощью каких функций CONTROL SYSTEM TOOLBOX осуществляется преобразование передаточной функции системы в векторно-матричное описание?
10. Каким образом можно задать или изменить время моделирования в приложениях CONTROL SYSTEM TOOLBOX и SIMULINK?
11. Каким образом можно проверить корректность созданного в модели CONTROL SYSTEM TOOLBOX математического описания динамической системы?

## Лабораторная работа № 5

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА CONTROL SYSTEM TOOLBOX ИЗ ПАКЕТА MATLAB

**Цель работы:** закрепление навыков моделирования динамических систем с помощью комплекса Control System Toolbox (продолжительность 2 часа).

#### **Краткая теория**

Продолжим изучение прикладных функций из комплекса Control System Toolbox, начатое в лабораторной работе № 4, следующими функциями:

Функция **STEP** осуществляет расчёт переходной характеристики непрерывной линейной динамической системы.

Выражение **step(sys,T)** строит график переходного процесса при единичном ступенчатом воздействии, где *sys* - математическое описание динамической системы, *T* - вектор времени, задаваемый в форме [0:1:30], отображает переходный процесс с модельным временем от 0 до 30 секунд с шагом 0,1 секунды. Если вектор времени *T* не задан **step(sys)**, то время моделирования автоматически определяется системой MATLAB из условия завершения переходного процесса.

Функция **IMPULSE** осуществляет расчёт импульсной переходной характеристики непрерывной линейной динамической системы. Выражение **impulse(sys,T)** строит график переходного процесса при единичном импульсном воздействии, где *sys* - математическое описание динамической системы, *T* - вектор времени. Если вектор времени *T* не задан **impulse(sys)**, то время моделирования автоматически определяется системой MATLAB из условия завершения переходного процесса.

Функция **BODE** осуществляет расчёт логарифмических частотных характеристик непрерывных линейных динамических систем.

Выражение **bode(sys)** определяет и отображает одновременно логарифмические частотные характеристики ЛАЧХ и ФЧХ для непрерывной системы, заданной математическим описанием *sys*. Диапазон частот *W* выбирается автоматически, хотя может быть и задан **bode(sys,W)**.

Команда **PAUSE** приостанавливает выполнение М-файла.

Выражение **pause** приводит паузу в работе системы и ожиданию нажатия любой клавиши для продолжения, **pause (n)** - приостанавливает работу системы MATLAB на *n* секунд для восприятия графической информации [1].

### Порядок работы:

1. Изучить краткую теорию лабораторных работ № 4 и № 5.
2. Запустить систему MATLAB.
3. Через вкладку New из меню File командного окна системы MATLAB создать новый М-файл.
4. Сохранить созданный файл через меню File и вкладку Save, например, под именем CST5.
5. Озаглавить созданный М-файл CST5, набрав в его окне следующую шапку комментария:

**% CST5 - М-файл математического описания линейной**

**% непрерывной динамической системы с помощью функции**

**% CONNECT из комплекса Control System Toolbox.**

6. Составить на языке MATLAB программу математического описания динамической системы на основе алгоритмической структурной схемы, изображенной на рис. 5.1. При этом необходимо применить подход, основанный на использовании функции CONNECT. В качестве примера математического описания можно рассмотреть лабораторную работу № 4.
7. Добавить в текст программы строку, обеспечивающую построение переходной характеристики динамической системы по заданному каналу (использовать функцию STEP). Заданный канал управления, индивидуальный для каждого варианта задания, приводится ниже в табл. 5.1.

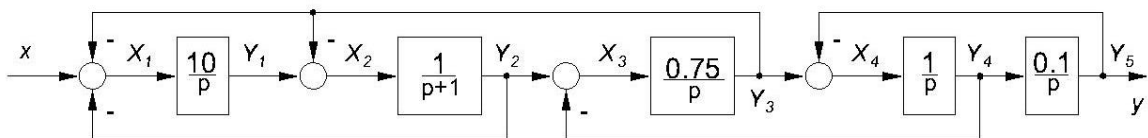


Рис. 5.1. Структурная схема динамической системы

8. Сохранить и выполнить М-файл CST5 через вкладку Run M-file меню Debug его рабочего окна, или набрав имя нашего М-файла без расширения \*.m в командной строке MATLAB. На экране появится графическое окно с графиком переходного процесса по заданному каналу.
9. Убедиться в корректности созданного математического описания с помощью приложения SIMULINK. Сравнить графики переходных процессов, полученных в CST и SIMULINK. Сделать выводы.

10. Вывести на экран выражение передаточной функции системы по заданному каналу.
11. Преобразовать передаточную функцию системы в векторно-матричное описание в переменных состояния и вывести его на экран.
12. Добавить в текст программы строку, обеспечивающую построение импульсной переходной характеристики по заданному каналу.
13. Добавить в текст программы строку, обеспечивающую построение логарифмических частотных характеристик. Для последовательного вывода графической информации на экран необходимо использовать команду PAUSE после каждой графической функции. Скорректируйте с учетом этого текст программы.
14. Сохранить и выполнить М-файл CSTS. Оценить по графикам динамические и частотные свойства системы и сделать выводы.
15. Ответить на вопросы преподавателя (см. список контрольных вопросов по настоящей работе) [1].

Таблица 5.1

#### Варианты заданий

Номер варианта	Заданные каналы управления	
	Основной канал	Дополнительный канал
1	$X_1-Y_2$	$X_1-Y_4$
2	$X_1-Y_3$	$X_1-Y_2$
3	$X_1-Y_1$	$X_1-Y_5$
4	$X_1-Y_5$	$X_1-Y_2$
5	$X_1-Y_4$	$X_1-Y_3$
6	$X_2-Y_2$	$X_2-Y_5$
7	$X_2-Y_3$	$X_2-Y_4$
8	$X_2-Y_5$	$X_2-Y_2$
9	$X_2-Y_4$	$X_2-Y_1$
10	$X_2-Y_1$	$X_2-Y_2$

#### Контрольные вопросы:

1. В какой строке Вашей программы создано математическое описание динамической системы управления? Выделите строку указателем мыши в тексте программы
2. Какая переменная является носителем математического описания динамической системы в Вашей программе? Выделите переменную указателем мыши в тексте программы.

3. Какая функция CONTROL SYSTEM TOOLBOX является основной (базовой) при составлении настоящего математического описания?
4. Перечислите последовательность шагов составления математического описания динамической системы в CONTROL SYSTEM TOOLBOX?
5. Для чего предназначена и как составляется матрица связей  $Q$  в программе Вашей модели?
6. Какая функция CONTROL SYSTEM TOOLBOX предназначена для расчета и построения переходной характеристики динамической системы?
7. Какая функция CONTROL SYSTEM TOOLBOX предназначена для расчета и построения импульсной переходной характеристики динамической системы?
8. Какая функция CONTROL SYSTEM TOOLBOX предназначена для расчета и построения логарифмических частотных характеристик динамической системы?
9. Как возможно последовательно вывести на экран несколько графических окон при одном прогоне программы? Какие команды системы MATLAB для этого используются?
10. С помощью каких функций CONTROL SYSTEM TOOLBOX осуществляется преобразование векторно-матричного описания системы в передаточную функцию?
11. Как возможно вывести на экран выражение передаточное функции системы?
12. Каким образом возможно задать или поменять канал воздействия в Вашей модели?
13. Как возможно вывести на экран векторно-матричное описание системы?
14. Как поступить, если Вам необходимо рассмотреть несколько каналов воздействия одновременно?



**Лабораторная работа № 6**  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИЙ СОЕДИНЕНИЯ НЕПРЕРЫВНЫХ**  
**ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ИЗ КОМПЛЕКСА**  
**CONTROL SYSTEM TOOLBOX**

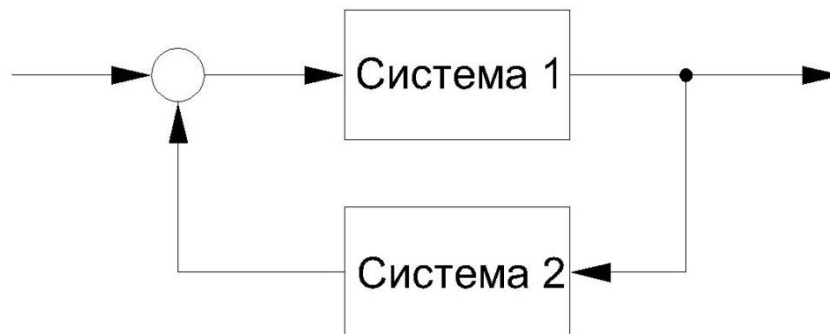
**Цель работы:** получение навыков использования функций пакета CONTROL SYSTEM TOOLBOX для соединения непрерывных динамических систем (продолжительность 2 часа).

**Краткая теория**

В предыдущих лабораторных работах № 4-5 рассматривается подход к математическому описанию динамических систем с использованием функции CONNECT комплекса CONTROL SYSTEM TOOLBOX из пакета MATLAB

Настоящая работа посвящена изучению альтернативного подхода к математическому описанию динамических систем, основанному на использовании функций замыкания и соединения систем FEEDBACK, PARALLEL и SERIES комплекса CONTROL SYSTEM TOOLBOX из пакета MATLAB.

Функция **FEEDBACK** (встречно-параллельное соединение) используется для получения неединичной или единичной ОС (рис 6.1).



**Рис. 6.1. Встречно-параллельное соединение систем**

Выражение  $sys=feedback(sys1, sys2, sign);$  позволяет рассчитать передаточную функцию  $sys$  замкнутой системы на основе заданных передаточных функций прямой цепи  $sys1$  и обратной цепи  $sys2$  и знака обратной связи  $sign$ . Знак задается параметром  $sign=1$  (положительная ОС) или  $sign=-1$  (отрицательная ОС). В случае замыкания системы единичной ОС необходимо искусственно задать  $sys=tf([1],[1])$ .

Функция **PARRALEL** задает параллельное соединение двух систем (рис 6.2).



Рис. 6.2. Параллельное соединение систем

Выражение  $\text{sys}=\text{parallel}(\text{sys1}, \text{sys2})$ ; рассчитывает передаточную функцию параллельного соединения двух исходных систем.

Функция **SERISES** задает последовательное соединение двух систем (рис 6.3).

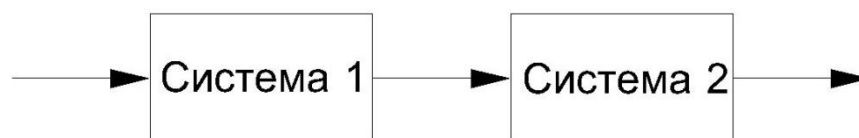


Рис. 6.3. Последовательное соединение

Выражение  $\text{sys}=\text{series}(\text{sys1}, \text{sys2})$ ; рассчитывает передаточную функцию последовательного соединения двух исходных систем.

Перечисленные функции **FEEDBACK**, **PARALLEL** и **SERIES** позволяет производить замыкания и соединения не более двух исходных систем. При использовании настоящих функций, форма математического описания итогового соединения  $\text{sys}$  (векторно-матричное описание или передаточная функция) всегда совпадает с формой описания исходных систем  $\text{sys1}$ ,  $\text{sys2}$ .

Для математического описания несложных систем настоящий подход является более простым и удобным, чем подход, основанный на использовании функции **CONNECT**. Если структурная схема сложна и использует более двух систем, то соединения необходимо выполнять поэтапно, многократно используя необходимые функции соединения. Канал воздействия для сложных систем, содержащих большое количество связей и блоков, задается с помощью правил выполнения типовых соединений динамических систем, известных из курса «Теории автоматического управления». При этом важно выделить прямую и обратную цепь воздействий. Смена

одного канала на другой в настоящем подходе требует составления дополнительной модели, что усложняет процесс моделирования. Таким образом, для сложных многоконтурных динамических систем оптимальным является подход к математическому описанию, основанный на функции CONNECT (см. лабораторные работы №4, №5) [1].

### Порядок работы:

1. Изучить краткую теорию.
2. Запустить WINDOWS.
3. Запустить систему MATLAB, после чего на дисплее откроется командное окно системы MATLAB.
4. Через вкладку New из меню File командного окна системы MATLAB создать новый M-файл.
5. Сохранить созданный файл через меню File и вкладку Save под именем CST6 (например).
6. Озаглавить созданный файл, набрав в его окне следующую шапку:  
**% CST6 – M-файл соединения линейных динамических  
% систем с помощью функций комплекса Control System  
% Toolbox.**
7. Составить описание в форме передаточной функции по заданному каналу воздействия (см. табл. 6.1) для динамической системы, структурная схема которой изображена на рис. 6.4, с помощью функций FEEDBACK, PARRALEL, SERIES комплекса Control System Toolbox.

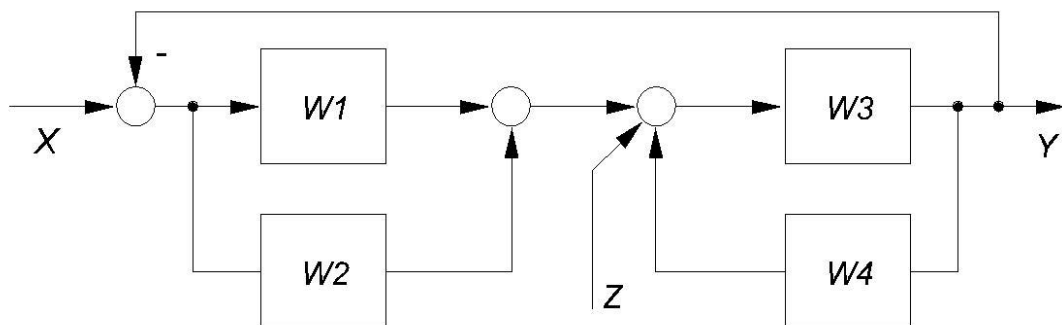


Рис. 6.4. Структурная схема динамической системы

Для этого необходимо разработать программу поэтапного соединения звеньев динамической системы и получения, в конечном итоге, эквивалентной передаточной

функции системы по заданному каналу. Выражения передаточных функций промежуточных и конечного соединений автоматически выводить на экран.

8. Рассчитать и построить график переходного процесса замкнутой системы с эквивалентной передаточной функцией при единичном ступенчатом воздействии (переходную характеристику системы). Программа, реализующая пункты 7 и 8, записывается в файле CST6.m

9. После создания программы сохранить M-файл.

10. Выполнить M-файл через вкладку Run M-file меню Debug его рабочего окна, или, набрав имя M-файла без расширения \*.m, в командной строке MATLAB.

11. Проанализировать выражения передаточных функций промежуточных и конечного соединений

12. Проверить соответствие полученного математического описания исходной структурной схеме с помощью системы SIMULINK.

13. Ответить на вопросы (см. список контрольных вопросов по настоящей работе.)

[1].

Таблица 6.1

### Варианты заданий

Номер варианта	Выражение передаточных функций звеньев динамической системы	Заданный канал управления
1	$W1=1/(2p), W2=1/(p+1), W3=0.1/p, W4=0.1/(2p+1)$	X-Y
2	$W1=11/(3p), W2=2/(0.2p+1), W3=1/p, W4=0.1(2p+1)$	Z-Y
3	$W1=0.5/p, W2=2/(2p+1), W3=0.1/p, W4=0.1/(p+1)$	X-Y
4	$W1=1/p, W2=1/(p+1), W3=0.01/p, W4=0.1/(p+1)$	Z-Y
5	$W1=0.4, W2=2/(10p^2+5p+1), W3=0.1/p, W4=11/(p+1)$	X-Y
6	$W1=1/(2p), W2=0.1/(p^2+3p+1), W3=10/p, W4=0.05$	Z-Y
7	$W1=1/p, W2=18/(3p+1), W3=0.01/p, W4=0.01/(20p+1)$	X-Y
8	$W1=0.16/p, W2=1/(3p+1), W3=0.1/p, W4=1/(p+1)$	Z-Y
9	$W1=0.3/(2p+1), W2=0.1/p, W3=1/p, W4=0.02/(10p^2+p+1)$	X-Y
10	$W1=0.01/(p^2+5p+1), W2=1/(p+1), W3=0.1/p, W4=0.1/(10p+1)$	X-Y

### **Контрольные вопросы:**

1. Какие подходы к составлению математического описания динамических систем существуют в комплексе CONTROL SYSTEM TOOLBOX из пакета MATLAB. Расскажите об этих подходах, назовите их преимущества и недостатки.
2. Какая функция CONTROL SYSTEM TOOLBOX используется для параллельного соединения двух динамических систем? Поясните возможности и способы вызова этой функции.
3. Какая функция CONTROL SYSTEM TOOLBOX используется для последовательного соединения двух динамических систем? Поясните особенности и способы вызова этой функции.
4. Какая функция CONTROL SYSTEM TOOLBOX используется для встречно-параллельного соединения двух динамических систем? Поясните возможности и способы вызова этой функции.
5. Каким образом можно поменять канал управления при получении эквивалентной передаточной функции системы с использованием функций CONTROL SYSTEM TOOLBOX, указанных в вопросах 2-4?
6. Какие динамические системы не могут быть описаны с помощью средств CONTROL SYSTEM TOOLBOX?
7. Как задать знак ОС при использовании функции CONTROL SYSTEM TOOLBOX из вопроса 4?



## Лабораторная работа № 7

### АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ НЕПРЕРЫВНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА CONTROL SYSTEM TOOLBOX

**Цель работы:** получение навыков использования функций пакета CONTROL SYSTEM TOOLBOX для моделирования и анализа устойчивости непрерывных динамических систем (продолжительность 2 часа).

#### Краткая теория

Одной из важнейших характеристик автоматической системы управления, наряду с точностью, является устойчивость. Причем, если показатели точности определяют степень полезности и эффективности системы, то от устойчивости зависит работоспособность системы. Неустойчивая система не работоспособна и может привести управляемый объект в аварийное состояние.

Устойчивость автоматической системы - это свойство системы возвращаться в исходное состояние равновесия после прекращения воздействия, выведшего систему из этого состояния. Неустойчивая система не возвращается в исходное состояние равновесия, а непрерывное удаляется от него.

Для анализа устойчивости автоматических систем используют особые правила проверки – критерии устойчивости. Критерий Найквиста относится к частотным критериям и позволяет судить об устойчивости системы по амплитудно-фазовой частотной характеристике разомкнутого контура системы.

Формулировка критерия Найквиста: «Автоматическая система является устойчивой, если амплитудно-фазовая частотная характеристика разомкнутого контура системы не охватывает точку с координатами  $(-1, j0)$ ».

Функция **NYQUIST** обеспечивает анализ устойчивости непрерывных линейных систем с помощью критерия Найквиста.

Выражение **nyquist(sys)**; позволяет получить изображение амплитудно-фазовой характеристики разомкнутого контура (годографа Найквиста) на комплексной плоскости, sys – математическое описание (передаточная функция) разомкнутого контура системы.

Функция **MARGIN** обеспечивает определение запасов устойчивости по амплитуде и фазе.

Выражение **margin(sys)**; отображает в логарифмических координатах частотные характеристики с вертикальными линиями, которыми отмечены запасы устойчивости, sys – математическое описание (передаточная функция) разомкнутого контура системы.

Запас устойчивости по амплитуде  $G_m$  рассчитывается в децибелах, запас устойчивости по фазе  $P_m$  рассчитывается в градусах. Переменная  $Inf$ , иногда появляющаяся в качестве значения запаса устойчивости, означает бесконечно большое число (переполнение разрядной сетки ЭВМ). Переменная  $NaN$  означает нечисловое значение переменной (неопределенность  $0*Inf$ ,  $0/0$  и др.).

Критерий Найквиста удобно использовать для анализа устойчивости систем, содержащих звено чистого транспортного запаздывания.

Функция **PADE** создает описание динамического звена, моделирующего звено запаздывания  $W(p)=e^{-Tp}$ .

Выражения:

**[num. den]=pade(T, n);**

**Sys=tf([num],[den]);** возвращают передаточную функцию  $sys$  звена, которым можно аппроксимировать звено запаздывания,  $T$  – время запаздывания,  $n$  – желаемый порядок точности аппроксимирующей системы (оптимальным часто является значение  $n=10$ ) [1].

#### **Порядок работы:**

1. Изучить краткую теорию.
2. Запустить WINDOWS.
3. Запустить систему MATLAB, после чего на дисплее откроется командное окно системы MATLAB.
4. Через вкладку New из меню File командного окна системы MATLAB создать новый M-файл.
5. Сохранить созданный файл через меню File и вкладку Save под именем CST7(например).
6. Озаглавить созданный файл, набрав в его окне следующую шапку комментария:

```
% CST – M-файл анализа устойчивости линейных  
% динамических систем с помощью функций комплекса  
% Control System Toolbox.
```

7. В созданном M-файле составить математическое описание системы, изображенной на рис. 7.1. Математическое описание выполняется аналогично лабораторной работе №6.

8. Проверить устойчивость системы по критерию Найквиста с помощью функции NYQUIST.

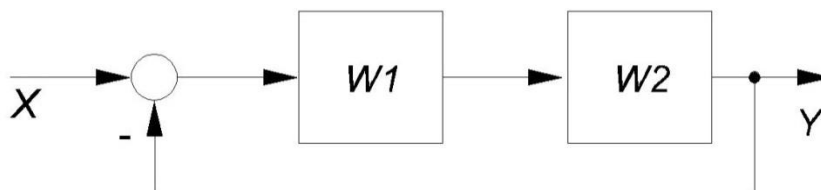


Рис. 7.1. Структурная схема динамической системы

9. Если контур устойчив при заданных параметрах, необходимо определить запас устойчивости контура в амплитуде  $\Delta A$  и по фазе  $\Delta \phi$  с помощью функции MARGIN. Запас устойчивости по амплитуде  $\Delta L$  должен составлять не менее 8 дБ в логарифмических координатах ( $\Delta A$  не менее 0,4 на комплексной плоскости АФЧХ), запас устойчивости по фазе  $\Delta \phi$  должен составлять не менее  $30^\circ$ . Указанные требования являются удовлетворительными для систем промышленной автоматики. Для последовательного отображения результатов графических функций STEP, NYQUIST, MARGIN в одном графическом окне, используйте команду PAUSE.

10. Если контур неустойчив или имеет недостаточные запасы устойчивости, указанные выше запасы должны быть обеспечены корректировкой параметров передаточных функций звеньев без изменения их типа.

11. Получить график переходного процесса замкнутой системы по каналу X-Y при единичном ступенчатом воздействии (график переходной характеристики) с помощью функции STEP. Окончательно убедиться в устойчивости контура анализируя график переходной характеристики системы. Сделать выводы.

12. Предоставить преподавателю результаты анализа устойчивости системы.

13. Ответить на вопросы преподавателя (см. список контрольных вопросов по настоящей работе) [1].

**Варианты заданий**

Номер варианта	Передаточные функции звеньев динамической системы
1	$W1=(2p+1)/(11p+1), W2=e^{-8p}$
2	$W1=4/(64p^2+18p+1), W2=11/(9p+1)$
3	$W1=8/(13p+1), W2=e^{-3p}$
4	$W1=(5p+1)/(p+1), W2=3/(9p^2+12p+1)$
5	$W1=e^{-4p}, W2=12/(p+1)$
6	$W1=(12p+1)/(15p+1), W2=e^{-10p}$
7	$W1=1/(2p+1), W2=2/(p^2+10p+1)$
8	$W1=1/(p^2+2p+1), W2=e^{-8p}$
9	$W1=12/(9p^2+p+1), W2=(10p+1)/(p+1)$
10	$W1=2.4/p, W2=4/(5p^2+15p+1)$

**Контрольные вопросы:**

1. В чем заключается физический смысл понятия устойчивости автоматической системы управления?
2. Сформулируйте критерий Найквиста.
3. Что понимается под термином «разомкнутый контур системы»?
4. В чем заключается процедура анализа устойчивости автоматической системы по критерию Найквиста с использованием системы MATLAB? Перечислите основные шаги.
5. Какая функция комплекса CONTROL SYSTEM TOOLBOX системы MATLAB предназначена для проверки устойчивости автоматической системы по критерию Найквиста? Как воспользоваться этой функцией?
6. Как определить запасы устойчивости системы по АФЧХ её разомкнутого контура?
7. Как определить запасы устойчивости системы по ЛАЧХ и ФЧХ её разомкнутого контура? В каких единицах рассчитываются эти запасы устойчивости?
8. Какие значения запасов устойчивости автоматической системы по амплитуде и фазе считаются удовлетворительными в промышленной автоматике?

9. Какая функция комплекса CONTROL SYSTEM TOOLBOX системы MATLAB предназначена для расчета запасов устойчивости автоматической системы? Как воспользоваться этой функцией?
10. Чему равен запас устойчивости по фазе, если система MATLAB при его машинном расчете выдает результат «Inf»? Это положительный или отрицательный результат анализа устойчивости автоматической системы?
11. Каким образом можно окончательно убедиться в устойчивости автоматической системы, если есть опасения в достоверности проведенной проверки устойчивости по критерию Найквиста?
12. Какая команда системы MATLAB позволяет последовательно отображать несколько временных и частотных характеристик системы в одном графическом окне?



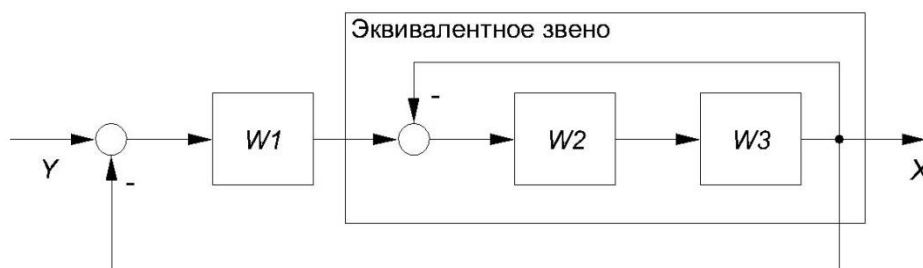
## Лабораторная работа № 8

### АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ МНОГОКОНТУРНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА CONTROL SYSTEM TOOLBOX

**Цель работы:** получение навыков использования функций пакета CONTROL SYSTEM TOOLBOX для моделирования и анализа устойчивости многоконтурных динамических систем (продолжительность 2 часа).

#### Краткая теория:

В настоящей работе требуется произвести анализ устойчивости объекта управления, структурная схема которого изображена на рис. 8.1. Рассматриваемый объект управления состоит из двух выделенных замкнутых контуров (внешний и внутренний контуры). При этом, устойчивость объекта управления в целом будет обеспечена только при соблюдении условия устойчивости каждого из его замкнутых контуров.



**Рис. 8.1. Структурная схема динамической системы**

Лабораторная работа состоит из двух этапов:

На первом этапе анализируется устойчивость внутреннего контура (см. рис. 8.1), представленного последовательным соединением двух звеньев, охваченных отрицательной ОС. Анализ производится по критерию Найквиста по методике, приведенной в лабораторной работе № 7.

На втором этапе по методике анализируется устойчивость внешнего контура (см. рис. 8.1). При этом внутренний контур представляется в виде эквивалентного звена с параметрами, выбранными на первом этапе работы.

### Порядок работы:

1. Изучить краткую теорию лабораторных работ № 7 и № 8.
2. Запустить WINDOWS.
3. Запустить систему MATLAB, после чего на дисплее откроется командное окно системы MATLAB.
4. Через вкладку New из меню File командного окна системы MATLAB создать новый м-файл.
5. Сохранить созданный файл через меню File и вкладку Save под именем CST8 (например).
6. Озаглавить созданный файл, набрав в его окне следующую шапку комментария  
% CST8 - м-файл анализа устойчивости линейных  
% динамических систем с помощью функций комплекса  
% Control System Toolbox.
7. *Этап первый.* В созданном м-файле составить математическое описание внутреннего контура объекта управления (см. рис. 8.1).

Математическое описание выполняется в форме передаточной функции, аналогично лабораторной работе № 7.

8. Проверить устойчивость внутреннего контура системы по критерию Найквиста, используя специализированные функции комплекса CONTROL SYSTEM TOOLBOX
9. Если внутренний контур устойчив при заданных параметрах, необходимо рассчитать запас устойчивости контура по амплитуде  $\Delta A$  и по фазе  $\Delta \Phi$ , используя специализированные функции комплекса CONTROL SYSTEM TOOLBOX. Запас устойчивости по амплитуде  $\Delta L$  должен составлять не менее 8 дБ в логарифмических координатах ( $\Delta A$  не менее 0,4 на комплексной плоскости АФЧХ разомкнутого контура), запас устойчивости по фазе  $\Delta \varphi$  должен составлять не менее  $30^\circ$ .
10. Если внутренний контур неустойчив или имеет недостаточные запасы устойчивости, указанные выше запасы должны быть обеспечены корректировкой параметров передаточных функций звеньев 2 и 3 без изменения их типа.
11. Получить график переходной характеристики замкнутого внутреннего контура и окончательно убедиться в устойчивости внутреннего контура.

12. *Этап второй.* Составить математическое описание внешнего контура объекта управления (см. рис. 8.1). При этом внутренний контур представляется в виде эквивалентного звена с параметрами, выбранными при выполнении пункта 10 настоящей работы.

13. Проверить устойчивость внешнего контура объекта по критерию Найквиста аналогично пункту 8 настоящей работы [1].

#### **Контрольные вопросы:**

1. К каким критериям устойчивости относят критерий Найквиста?
2. В чем заключается условие устойчивости многоконтурной автоматической системы?
3. Какие этапы включает анализ устойчивости многоконтурной автоматической системы по критерию Найквиста? Опишите эти этапы.
4. Какую характеристику автоматической системы необходимо рассчитать и построить для анализа устойчивости по критерию Найквиста?
5. Чему равен запас устойчивости по амплитуде, если система MATLAB при его машинном расчете выдает результат «Inf»? Это положительный или отрицательный результат анализа устойчивости автоматической системы?
6. Какие действия можно предпринять по повышению устойчивости автоматической системы на её модели?
7. О чем говорят отрицательные значения запасов (или одного из запасов) устойчивости автоматической системы?

## **Лабораторная работа № 9**

### **СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ. ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ НАСТРОЕЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛЯТОРА С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА CONTROL SYSTEM TOOLBOX**

**Цель работы:** получение навыков использования пакета CONTROL SYSTEM TOOLBOX для синтеза замкнутых систем управления и определения на модели оптимальных настроечных параметров регулятора (продолжительность 2 часа).

#### **Краткая теория**

Замкнутыми называются автоматические системы управления, имеющие замкнутую цепь воздействий (обратную связь) при помощи которой на вход управляющего устройства передается контрольное значение управляемой величины (контрольное воздействие). Структурная схема замкнутой системы управления приведена на рис. 9.2.

Управляющее воздействие в замкнутой системе формируется в зависимости от величины и знака отклонения управляемой величины от ее заданного значения  $\varepsilon = x_z(t) - x(t)$ , которое называется сигналом ошибки (сигналом рассогласования).

Таким образом, в замкнутых системах контролируется непосредственно управляемая величина и тем самым учитывается влияние на нее всех возможных возмущений. Этим обеспечивается высокая точность регулирования замкнутых систем.

Однако замкнутые системы не лишены и недостатков. Так из-за наличия замкнутой цепи воздействий в этих системах могут возникать колебания, которые делают систему неработоспособной. Кроме того, для замкнутых систем характерна некоторая «медлительность», возникающая вследствие того, что влияние возмущений система «почувствует» не сразу, а только после отклонения управляемой величины на выходе, вызванного этим возмущением. Такая «медлительность» замкнутых систем снижает эффективность управления. И всё же, преимущества замкнутых систем управления являются столь весомыми, что эти системы получили широкое повсеместное распространение.

Качество автоматической системы в теории автоматического управления принято характеризовать совокупностью ее статических, и динамических свойств, предопределяющих точность поддержания управляемой величины на заданном

уровне в установившихся и переходных режимах. Эти свойства системы, выраженные в количественной форме, называют показателями качества управления.

Прямые показатели качества определяют по графику переходного процесса, возникающего в системе при ступенчатом воздействии. К прямым показателям качества относят:

*Перерегулирование  $\sigma$*  равно отношению первого максимального отклонения  $A_1$  управляемой величиной  $x(t)$  от ее установившегося значения  $x(\infty)$  к этому установившемуся значению,

$$\sigma = \frac{x_m - x(\infty)}{x(\infty)} \cdot 100\% = \frac{A_1}{x(\infty)} \cdot 100\% \quad (9.1)$$

Для переходных процессов, вызванных возмущающим воздействием, перерегулирование определяется как отношение второго (отрицательного) отклонения  $A_2$  к первому отклонению  $A_1$ ,

$$\sigma = \frac{A_2}{A_1} \cdot 100\% \quad (9.2)$$

*Время переходного процесса,  $t_n$*  – минимальное время, за которое управляемая величина  $x(t)$  выходит на установившийся уровень  $x(\infty)$  в статическом режиме после подачи ступенчатого воздействия. При этом переходный процесс считается завершившимся, если управляемая величина  $x(t)$  отклоняется от своего установившегося значения не более чем на 5 %.

В настоящей работе рассматривается система управления сложным объектом, структурная схема которого изображена на рис. 9.1. Структурная схема замкнутой системы управления приводится на рис. 9.2. Система управления состоит из объекта управления (ОУ) и регулятора (УУ), охваченных отрицательной ОС.

Управляемая величина объекта  $X$  зависит от управляющего воздействия  $U$  и возмущающего воздействия  $Z$ . Требуемое изменение величины  $X$  определяется задающим воздействием  $X_3$ .

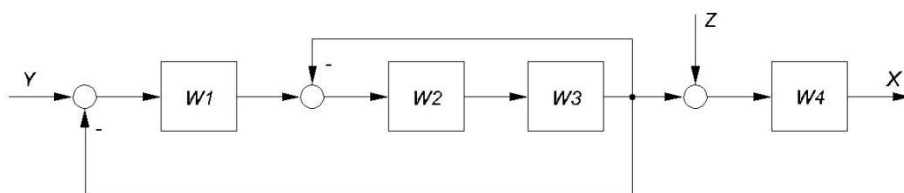


Рис. 9.1. Структурная схема объекта управления (ОУ)



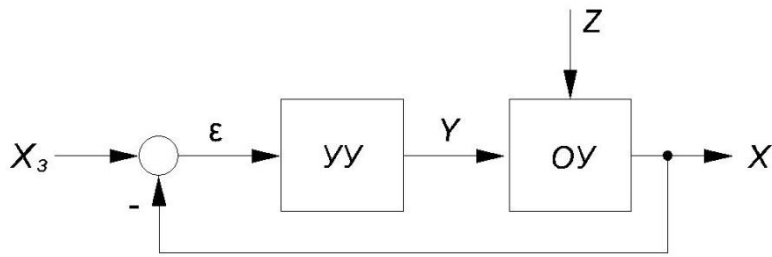


Рис. 9.2. Структурная схема замкнутой системы управления

Управляющее устройство, изображенное на рис. 9.3, реализует пропорционально-интегральный (ПИ) закон регулирования и описывается передаточной функцией

$$W_p(p) = k_p \left( 1 + \frac{1}{pT_i} \right), \quad (9.3)$$

где  $k_p$  – передаточный коэффициент регулятора,  $T_i$  – постоянная времени интегрирования, с.

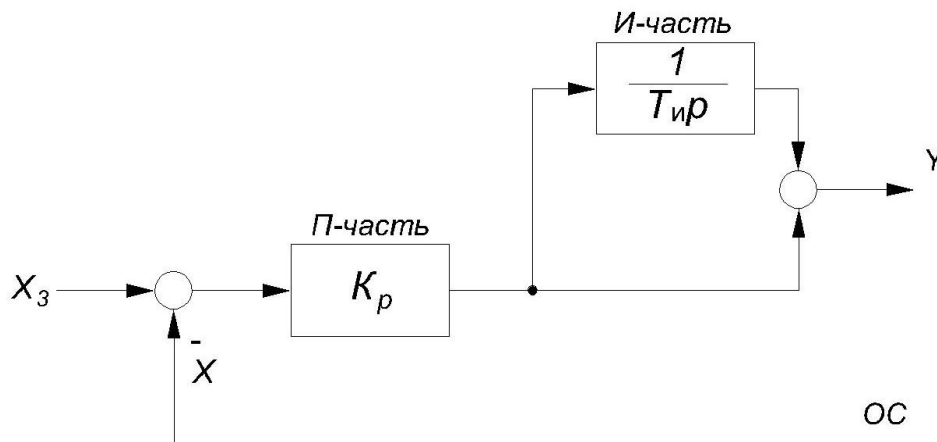


Рис. 9.3. Структурная схема ПИ-регулятора (УУ)

#### Порядок работы:

1. Изучить краткую теорию.
2. Запустить WINDOWS.
3. Запустить систему MATLAB. После чего на дисплее откроется командное окно системы MATLAB.
4. Через вкладку New из меню File командного окна системы MATLAB создать новый М-файл.
5. Сохранить созданный файл через меню File и вкладку Save, например, под именем CST91.
6. Озаглавить созданный файл CST91, набрав в его окне следующую шапку:

8. **% CST91 - М-файл создания модели объекта управления % с помощью функций комплекса Control System Toolbox.**

7. *Этап первый - создание модели объекта управления.*

В созданном М-файле составить математическое описание объекта управления (рис. 9.1). Модель должна воспроизводить заданную алгоритмическую структуру объекта. Используется подход к математическому описанию систем, основанный на функции CONNECT (аналогично лабораторным работам № 4-5).

8. Получить графики переходных процессов объекта по каналам задания  $Y-X$  и возмущения  $Z-X$ , являющиеся реакцией объекта на единичное ступенчатое воздействие (переходных характеристик объекта). Проанализировать вид полученных переходных характеристик.

9. *Этап второй - создание модели замкнутой системы управления.*

Аналогично пунктам 4-6 настоящей работы создать новый М-файл и озаглавить его, например:

**% CST92 - М-файл создания модели замкнутой системы**

**% управления с помощью функций комплекса Control**

**% System Toolbox.**

10. В созданном М-файле составить математическое описание замкнутой системы управления (см. рис. 9.2, 9.3). Модель должна воспроизводить заданную алгоритмическую структуру системы управления. Используется подход к математическому описанию систем, основанный на функции CONNECT. В качестве исходных настроечных параметров ПИ-регулятора примем  $K_P = 1$  и  $T_I = 10$ .

11. Получить графики переходных процессов замкнутой системы управления по каналам задания  $X_3-X$  и возмущения  $Z-X$ , при подаче единичного ступенчатого воздействия (переходных характеристик | системы управления). Проанализировать вид полученных переходных характеристик.

12. *Этап третий - поиск оптимальных настроечных параметров регулятора, обеспечивающих требуемый вид переходного процесса - процесс с 20 %-м перерегулированием.* Начнем поиск оптимальных настроечных параметров, с исходных значений:  $K_P = 1$  и  $T_I = 10$  с. При несоответствии вида переходных процессов по одному или обоим каналам управления требованиям настоящей работы ( $\sigma = 20\%$ ), необходимо путем ручного подбора на модели найти оптимальные настройки  $K_{P \text{ опт}}$  и  $T_{I \text{ опт}}$ . Настройки, оптимальные процессу по каналу задания, могут не являться такими для процесса по каналу возмущения, поэтому

окончательный выбор настроечных параметров всегда является компромиссом. Диапазоны изменения настроечных параметров регулятора и шаг изменения параметров в настоящей работе не ограничены. При приближении вида переходного процесса к требуемому, целесообразно перейти в «режим точной настройки», т.е. очень аккуратно (десятые-тысячные доли единиц) варьировать настроечные параметры.

13. При достижении заданного перерегулирования по обоим каналам воздействия ( $\sigma=20\%$ ) необходимо количественно оценить длительность переходного процесса,  $t_p$  и произвести уточнение оптимальных, с точки зрения минимальной длительности  $t_p$  значений настроечных параметров регулятора.

14. Проверить полученные результаты с помощью приложения SIMULINK.

15. Сделать выводы. Результатом работы является полное выполнение первого, второго и третьего этапов с представлением преподавателю соответствующих графиков переходных процессов и численных значений оптимальных настроечных параметров  $K_{p\text{ опт}}$  и  $T_{и\text{ опт}}$  а также численных значений показателей качества управления  $\sigma$  и  $t_p$ .

16. Ответить на вопросы преподавателя (см. список контрольных вопросов по настоящей работе) [1].

Таблица 9.1

### Варианты заданий

Номер варианта	Выражения передаточных функций динамического объекта управления
1	$W1=(2p+1)/(11p+1), W2=0.1/p, W3=e^{-8p}, W4=4/(62p^2+16p+1)$
2	$W1=1/(63p^2+16p+1), W2=0.1/p, W3=e^{-5p}, W4=(p+1)/(12p+1)$
3	$W1=1.5/(11p^2+9p+1), W2=0.5/p, W3=e^{-2p}, W4=5/(13p+1)$
4	$W1=1/(25p+1), W2=e^{-5p}, W3=2/(33p^2+10p+1), W4=3/(3p+1)$
5	$W1=1/(34p+1), W2=0.1/p, W3=e^{-2p}, W4=3/(27p^2+13p+1)$
6	$W1=1/(63p^2+16p+1), W2=1/(25p+1), W3=e^{-5p}, W4=(p+1)/(12p+1)$
7	$W1=(14p+1)/(12p+1), W2=e^{-7p}, W3=0.1/p, W4=2/(10p^2+5p+1)$
8	$W1=0.1/(21p^2+11p+1), W2=(12p+1)/(13p+1), W3=e^{-4p}, W4=1/p$
9	$W1=(4p+1)/(23p+1), W2=0.2/p, W3=e^{-3p}, W4=5/(34p^2+10p+1)$
10	$W1=1.9/(34p^2+21p+1), W2=e^{-8p}, W3=1/(34p+1), W4=(4p+1)/(5p+1)$

### **Контрольные вопросы:**

1. Охарактеризуйте замкнутые системы управления. В чем главная особенность замкнутых систем? Расскажите о преимуществах и недостатках замкнутых систем управления.
2. Что понимается под качеством автоматической системы управления?
3. Что понимается под прямыми показателями качества управления?
4. Как рассчитать перерегулирование переходного процессе?
5. Как найти время переходного процесса?
6. Какими настроечными параметрами обладает ПИ-регулятор?
7. Что понимается под оптимальными значениями настроечных параметров?
8. Какие численные значения настроечных параметров регулятора являются оптимальными для Вашего варианта задания?
9. Какие функции комплекса CONTROL SYSTEM TOOLBOX используются для получения графиков переходных процессов объекта при единичном ступенчатом воздействии по каналам  $Y-X$ ,  $Z-X$  и системы управления по каналам  $X_3-X$ ,  $Z-X$ ?
10. Какой подход использован в настоящей работе для моделирования объекта управления и замкнутой системы управления средствами комплекса CONTROL SYSTEM TOOLBOX?

**Лабораторная работа № 10**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ СИСТЕМЫ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ ДРОБНО-РАЦИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИЕЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА СПОМОЩЬЮ РЕШАТЕЛЕЙ ODE23, ODE45 СИСТЕМЫ MATLAB**

**Цель работы:** получение навыков моделирования на ЭВМ непрерывных динамических систем с помощью встроенных решателей ODE23, ODE45 системы MATLAB (продолжительность 2 часа).

**Краткая теория**

Основная операция, используемая при моделировании динамических систем, – это решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Решение ОДУ осуществляется аппаратными техническими средствами при аналоговом моделировании или программными средствами при цифровом моделировании.

Инструментарий пакетов SIMULINK и MATLAB включает весьма эффективные встроенные средства численного интегрирования - это решатели обыкновенных дифференциальных уравнений ODE. Среди большого количества встроенных функций ODE системы MATLAB одними из наиболее эффективных и точных являются функции ODE23 и ODE45.

Функции **ODE23** и **ODE45** из системы MATLAB предназначены для численного интегрирования на ЭВМ систем ОДУ, т.е. решения так называемой задачи Коши (см. лабораторную работу № 13). Функции ODE23, ODE45 применимы как для решения отдельных дифференциальных уравнений, так и для моделирования сложных динамических систем.

Синтаксис функций ODE23, ODE45:

**[t, Y] = ode32('<имя функции>' t0, tfinal, y0 );**

**[t, y] = ode32('<имя функции>', t0, tfinal, y0 , tol, trace);**

**[t, Y] = ode 45('<имя функции>', t0, tfinal, y0);**

**[t, Y] = ode45('<имя функции>', t0, tfinal, y0 , tol, trace);**

Функция ODE23 интегрирует (т.е. решает) системы обыкновенных дифференциальных уравнений любого порядка сложности, используя формулы численного метода Рунге-Кутты 2-го и 3-го порядка точности.



Функция ODE45 интегрирует (т. е. решает) системы обыкновенных дифференциальных уравнений любого порядка сложности, используя формулы численного метода Рунге-Кутты 4-го и 5-го порядка точности.

Система MATLAB при решении систем ОДУ средствами встроенных функций ODE23, ODE45 позволяет обеспечить любую желаемую точность расчетов. Практическая разница в использовании функции ODE23 или функции ODE45 заключается в том, что для обеспечения одинаковой точности расчётов, функция ODE45 требует меньшего количества шагов численного интегрирования, чем функция ODE23.

Входные параметры функций ODE:

**'<имя функции>'** – строковая переменная, являющаяся именем М-файла, в котором вычисляются правые части системы ОДУ;

**t0** – начальное значение времени;

**tfinal** – конечное значение времени;

**y0** – вектор начальных условий;

**tol** – задаваемая точность, по умолчанию для ODE23  $tol = 1 \cdot 10^{-3}$ , для ODE45  $tol = 1 \cdot 10^{-6}$ , на языке MATLAB это означает ошибку вычислений в пределах  $1 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^{-6}$  соответственно;

**trace** – флаг, регулирующий вывод промежуточных результатов (по умолчанию равен нулю, что подавляет вывод промежуточных результатов).

Выводные параметры функций ODE:

**t** – одномерный массив текущего времени;

**Y** – двумерный массив, представляющий решение системы ОДУ, каждый столбец массива Y соответствует одной переменной, количество моделируемых переменных не ограничено, длина столбцов массива Y соответствует размерности одномерного массива времени t.

Рассмотрим динамическую систему, представленную на рис 10.1 и описываемую передаточной функцией второго порядка вида

$$W(p) = \frac{Y(p)}{X(p)} = \frac{b_0}{a_2 p^2 + a_1 p + a_0} \quad (10.1)$$

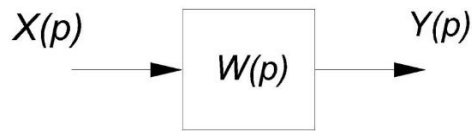


Рис. 10.1. Структура схемы динамической системы

Решим дифференциальное уравнение (10.1) общим методом понижения порядка производной. Для чего преобразуем передаточную функцию (10.1) к виду:

$$Y(p) = \frac{b_0 X(p)}{a_2 p^2 + a_1 p + a_0} \quad (10.2)$$

Перенесем знаменатель в левую часть (10.2) и произведем замену  $Y(p) = \dot{y}$

$$a_2 \ddot{y} + a_1 \dot{y} + a_0 y = b_0 x. \quad (10.3)$$

Решим уравнение (10.3) относительно старшей производной

$$\ddot{y} = \frac{b_0}{a_2} x - \frac{a_1}{a_2} \dot{y} - \frac{a_0}{a_2} y. \quad (10.4)$$

Решение (10.4) можно представить, как блок-схему, изображенную на рис. 10.2.

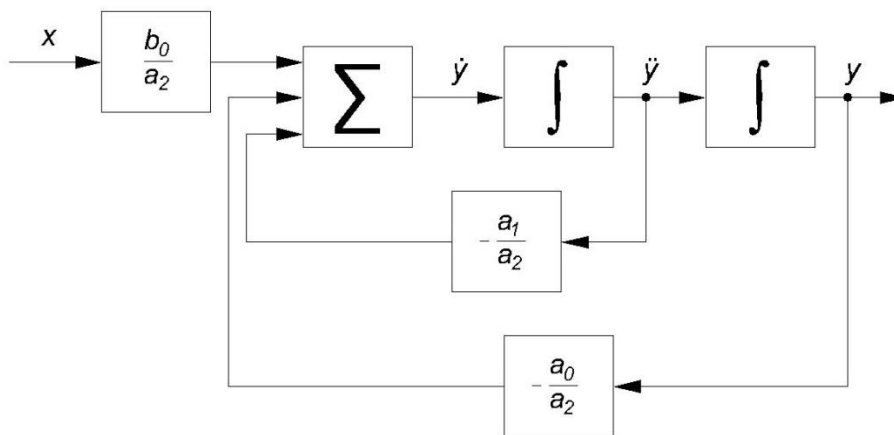


Рис. 10.2. Блок-схему решения дифференциального уравнения (10.1) общим методом понижения порядка производной

Реализовать решение (10.4) и создать цифровую модель системы с передаточной функцией (10.1), позволяют встроенные решатели ОДУ системы MATLAB: ODE23 и ODE45.

Запуск функций ODE требует создания двух М-файлов: во-первых – файла-сценария, в котором задаются начальные условия численного интегрирования, осуществляется вызов функций ODE и представление результатов моделирования;

во-вторых - файла-функции решения правых частей ОДУ, в котором задается математическое выражение решаемой системы ОДУ и алгоритм его численного решения. Данные из файла- функции автоматически передаются в файл сценарий в процессе численного решения ОДУ. Запускается пользователем только файл-сценарий [1].

### **Порядок работы:**

1. Изучить краткую теорию.
2. Запустить WINDOWS.
3. Запустить систему MATLAB, после чего на дисплее откроется командное окно MATLAB.
4. Через вкладку New из меню File командного окна системы MATLAB создать новый M-файл
5. Сохранить созданный файл через меню File и вкладку Save под именем difur10.m (например). Указанный ниже жирным шрифтом текст является строками образной программы цифровой модели, представленной на рис. 10.1.
6. Озаглавить созданный файл-сценарий, набрав в его окне следующую шапку:

```
% DIFUR10 – M-файл создания модели системы по её  
% передаточной функции с помощью решателей ODE  
% системы MATLAB.
```

7. Вызвать функции отчистки рабочей области экрана и оперативной памяти

```
clc, clear
```

8. Выделить глобальные переменные

```
global x a2 a1 a0 b0
```

9. Задать параметры передаточной функции динамической системы в соответствии с Вашим вариантом задания

```
a2= ; a1= ; a0= ; b0= ;
```

10. Задать параметры воздействия в системе

```
% - - - воздействия в системе - - -
```

```
x = 1;
```

11. Зададим начальные условия численного интегрирования

```
% - - - начальные условия - - -  
t0 = 0;      % начальное время  
tfinal = 30; % конечное время  
y0 = [0 0]'; % вектор-столбец начальных условий  
tol = 1.e-3; % точность вычислений  
trace = 1;  %режим отображения результатов.
```

12. Осуществить численное интегрирование

```
% - - - численное интегрирование - - -  
[t, y] = ode23('distro10', t0, tfinal, y0, tol, trace);
```

13. Конечный этап моделирования динамической системы – представление результатов как функции времени  $Y(t)$ . Для чего необходимо воспользоваться графическими командами PLOT, GRID, TITLE, YLABEL, XLABEL. Синтаксис указанных графических команд рассмотрен в лабораторной работе №11.

```
% - - - представление результатов - - -  
plot(t, y(:,2));  
title(' perhodnaya karakteristika '); grid;  
ylabel (' Y(t '); xlabel (' time, s');
```

14. Сохранить созданный М-файл.

15. Создать М-файл (процедуру-функцию) вычисления правых частей дифференциального уравнения аналогично пункту 4.

16. Сохраним М-файл под именем destro10.m (например)

17. Озаглавим созданный М-файл набрав в его окне шапку

```
% DESTRO10.M - файл вычисления правых частей  
% дифференциальных уравнений.
```

18. Задать М-файл как файл-функцию destro10 поместив после строки комментария строку:

```
function yDestro = destro10 (t,y);
```

19. Выделить глобальные переменные, которые будут беспрепятственно передаваться файлом-сценарием файлу-функции и возвращать обратно:

```
% - - - глобальные переменные - - -  
global x a2 a1 a0 b0
```

20. Создавать массив правых частей дифференциальных уравнений, который и будет представлять собой решение (10.5)

```
% --- массив правых частей дифференциальных уравнений ---
yRight = [ b0 .* x - a0 .* y(2,:);          % y(1) = y*
          (y(1,:) - a1 .* y(2,:)) ./ a2];    % y(2) = y
```

21. Сохранить файл и запустим файл-сценарий difur10.m.
22. Оценить вид полученной переходной характеристики.
23. Проверить результат моделирования с помощью SIMULINK.
24. Изменить тип функции на ODE45 и вновь запустить файл-сценарий difur10.m. Сравнить вид переходной характеристики, полученных с помощью функций ODE23 и ODE45.
25. Разбить на примере созданной программы, как составляется модель динамической системы с использованием решателей ODE.
26. Ответить на вопросы преподавателя (см. список контрольных вопросов по настоящей работе) [1].

Талица 10.1

**Варианты заданий**

Номер варианты	Параметры передаточной функций системы
1	$a_2 = 12; a_1 = 5; a_0 = 1; b_0 = 10$
2	$a_2 = 14; a_1 = 3; a_0 = 1; b_0 = 120$
3	$a_2 = 15; a_1 = 7; a_0 = 1; b_0 = 10$
4	$a_2 = 10; a_1 = 5; a_0 = 1; b_0 = 10$
5	$a_2 = 11; a_1 = 4; a_0 = 1; b_0 = 16$
6	$a_2 = 16; a_1 = 12; a_0 = 1; b_0 = 12$
7	$a_2 = 17; a_1 = 9; a_0 = 1; b_0 = 14$
8	$a_2 = 19; a_1 = 12; a_0 = 1; b_0 = 15$
9	$a_2 = 18; a_1 = 10; a_0 = 1; b_0 = 10$
10	$a_2 = 20; a_1 = 11; a_0 = 1; b_0 = 12$



### **Контрольные вопросы:**

1. Для чего необходимо осуществлять решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений?
2. Какие средства для решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений предоставляет система MATLAB? Расскажите, каковы возможности этих средств и как ими пользоваться.
3. В чем состоит различие между функциями ODE23 и ODE45 из пакета MATLAB? При практических расчетах сказывается ли это различие на результатах?
4. От чего это зависит, необходимое количество операций численного интегрирования исходного дифференциального уравнения при составлении цифровой модели?
5. В чем состоит подход к составлению математической модели динамической системы, основанный на использовании функций ODE? Перечислите и опишите основные шаги.
6. Расскажите, как составляется массив правых частей дифференциальных уравнений и какой математический смысл он несет?
7. Что подразумевается под термином «файл-сценарий»? Как задается файл-сценарий в системе MATLAB?

**Лабораторная работа № 11**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ СИСТЕМЫ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ ДРОБНО-РАЦИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИЕЙ ЧЕТВЁРТОГО ПОРЯДКА С ПОМОЩЬЮ РЕШАТЕЛЕЙ ИЗ ODE23, ODE45 ПАКЕТА MATLAB**

**Цель работы:** закрепление навыков решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) с помощью встроенных решателей ODE23, ODE45 системы векторно-матричных расчётов MATLAB (продолжительность 2 часа).

**Краткая теория:**

Команда **PLOT** строит график в линейном масштабе:

**plot(x,y)** соответствует построению обычной функции  $y = f(x)$ , когда одномерный массив  $x$  соответствует значениям аргумента, а одномерный массив  $y$  – значениям функции.

Команда **GRID** наносит координатную сетку:

**grid on** наносит координатную сетку на текущие оси;

**grid off** удаляет координатную сетку;

**grid** выполняет роль переключателя с одной функции на другую.

Команда **TITLE** создаёт заготовки для двух- и трёхмерных графиков:

**title('<текст>')** размещает текст над графиком.

Команды **XLABEL, YLABEL** обозначают оси координат:

**xlabel('<текст>');**

**ylabel('<текст>')** помещают текст вдоль осей графика.

**Порядок работы:**

1. Изучить краткую теорию лабораторных работ № 10 и № 11.
2. Запустить WINDOWS.
3. Запустить систему MATLAB, после чего на дисплее откроется командное окно MATLAB.
4. Через вкладку New из меню файла File командного окна системы MATLAB создать новый M-файл.
5. Сохранить созданный файл через меню File и вкладку Save под именем Difur11.m (например).
6. На основании методики, изложенной в лабораторной работе № 10, создать модель динамической системы описываемой передаточной функцией четвёртого порядка (11.1) и получить переходную характеристику системы.

$$W(p) = \frac{Y(p)}{X(p)} = \frac{b_0}{p^4 + a_3p^3 + a_2p^2 + a_1p + a_0}.$$

7. Оценить вид полученной переходной характеристики.
8. Проверить результаты моделирования с помощью пакета SIMULINK.
9. Изменить тип функции на ODE45 и вновь запустить файл – сценарий Difur11.m. Сравнить вид переходных характеристик, полученных с помощью функций ODE23 и ODE45.
10. Ответить на вопросы преподавателя (см. список контрольных вопросов по настоящей работе) [1].

Таблица 11.1

### Варианты заданий

Номер варианта	Параметры передаточной функции системы
1	$a_3 = 4; a_2 = 5; a_1 = 3; a_0 = 1; b_0 = 5$
2	$a_3 = 5; a_2 = 6; a_1 = 4; a_0 = 1; b_0 = 5$
3	$a_3 = 6; a_2 = 4; a_1 = 3; a_0 = 1; b_0 = 7$
4	$a_3 = 7; a_2 = 5; a_1 = 3.5; a_0 = 1; b_0 = 7$
5	$a_3 = 8; a_2 = 6; a_1 = 4; a_0 = 1; b_0 = 9$
6	$a_3 = 10; a_2 = 6; a_1 = 5; a_0 = 1; b_0 = 9$
7	$a_3 = 11; a_2 = 7; a_1 = 4.5; a_0 = 1; b_0 = 15$
8	$a_3 = 4; a_2 = 5; a_1 = 3; a_0 = 1; b_0 = 15$
9	$a_3 = 5; a_2 = 6; a_1 = 4; a_0 = 1; b_0 = 9$
10	$a_3 = 7; a_2 = 5; a_1 = 3.5; a_0 = 1; b_0 = 5$

### Контрольные вопросы:

1. В чём, главным образом, будет состоять различие между программами моделей системы в лабораторных работах № 10 и № 11?
2. Какие входные параметры задаются при использовании функции ODE из пакета MATLAB? Поясните назначение каждого параметра.
3. Какие выходные параметры возвращает функция ODE из пакета MATLAB? Поясните назначение каждого параметра.
4. Какие графические команды из пакета MATLAB применяются для представления результатов функции ODE?
5. Что подразумевается под термином «процедура-функция»? Как задаётся файл – функция в системе MATLAB?
6. Какая переменная называется глобальной? Как задаётся глобальная переменная в системе MATLAB?
7. Для решения каких обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) не может быть применён общий метод решения ОДУ при помощи понижения порядка производной?
8. Какую математическую операцию необходимо выполнить для решения дифференциального уравнения?

**Лабораторная работа № 12**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА РАБОЧЕГО ОРГАНА**  
**ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИИ ODE ИЗ**  
**ПАКЕТА MATLAB**

**Цель работы:** изучение методики моделирования сложных многоконтурных систем подчинённого регулирования с помощью встроенных решателей ODE23, ODE45 системы векторно-матричных расчётов MATLAB, оценка влияния параметров системы на показатели её работы (продолжительность 2 часа).

**Краткая теория**

Электрический привод рабочего органа экскаватора представляет собой электромеханическое устройство, преобразующие электрическую энергию сети в механическую энергию, приводящую в движение рабочий орган экскаватора (ковш) и управляющую его перемещением. Вследствие того, что механическая мощность, требуемая для перемещения ковша, изменяется в широких пределах, преобразование электрической энергии переменного тока в механическую производится по трём схемам:

1. Схема «генератор – двигатель» (схема Г – Д), в которой электрическая мощность сети преобразуется асинхронным или синхронным двигателем в механическую, а далее в электрическую мощность генератора постоянного тока, имеющего общий вал с двигателем переменного тока. Выходное напряжение генератора зависит от величины тока обмотки возбуждения генератора. Управляет возбуждением генератора тиристорный преобразователь (возбудитель). От генератора питается приводной двигатель постоянного тока, который преобразует электрическую энергию в механическую, приводящую в движение ковш.

2. Схема «тиристорный преобразователь – двигатель» (схема ТП – Д), в которой электрическая энергия сети переменного тока непосредственно преобразуется в электрическую энергию постоянного тока, питающую электрический двигатель.

3. Схема «преобразователь частоты питающей сети – асинхронный двигатель» (схема ПЧ – АД), в которой электрическая энергия переменной сети непосредственно питает асинхронный электродвигатель переменного тока. Управление частотой вращения двигателя осуществляется за счёт изменения частоты переменного напряжения.

Для мощных механизмов главных электроприводов тяжёлых шагающих и карьерных экскаваторов чаще используют Г – Д.

При математическом моделировании в системе Г – Д электропривода рабочего органа одноковшового экскаватора выделяют следующие обособленные агрегаты:

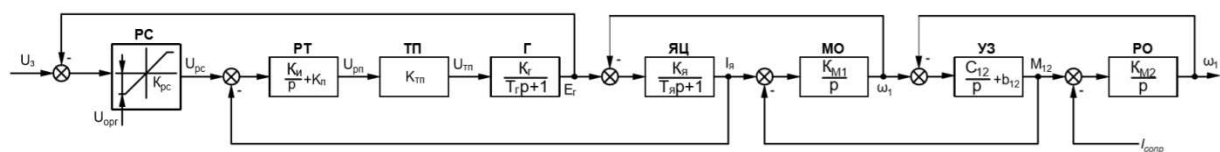
- систему автоматического управления частотой вращения двигателя (САУ);
- преобразователи напряжения для питания электродвигателя – тиристорный преобразователь и генератор;
- приводной электродвигатель с устройством возбуждения;
- механическое оборудование, включающее трансмиссию, лебёдку с блоками;
- рабочий орган – ковш;
- упругое звено – канаты, связывающие механическую часть и рабочий орган.

На рис. 12.1 представлена алгоритмическая структурная схема электромеханической системы (ЭМС) привода рабочего органа экскаватора, построенная по схеме Г – Д. Автоматическая система управления ЭМС представляет двухконтурную систему подчинённого регулирования координат одноковшового экскаватора. Внешним является контур регулирования скорости, внутренним – контур регулирования тока якорной цепи. Регулятор скорости (РС) представляет собой П-регулятор с ограничением выходной величины. Регулятор тока (РТ) представляет собой ПИ-регулятор. Контур тока экскаваторных систем обычно настраивается на оптимум по модулю, обеспечивающий оптимальный по быстродействию процесс при управлении по заданию.

Алгоритмическая структура ЭМС одноковшового экскаватора (см. рис. 12.1) построена по двухмассовой схеме, которая обеспечивает высокую точность модели. Схема предполагает математическое описание двух сосредоточенных масс: первая сосредоточенная масса МО описывает инерционность якоря двигателя и жестко связанных с ним механизмов (редуктора и лебёдки), вторая сосредоточенная масса РО описывает инерционность ковша. Жёсткая связь между сосредоточенными массами отсутствует – они связаны друг с другом посредством упругого звена УЗ (канатов). Двухмассовая схема модели позволяет детально рассмотреть не только установившиеся, но и переходные режимы, связанные с возникновением в ЭМС внутренних колебаний, что выгодно отличает двухмассовую модель ЭМС от



одномассовой, рассмотренной в лабораторной работе №2.



**Рис.12.1. Алгоритмическая структурная схема электропривода рабочего органа экскаватора**

Практическая реализация алгоритмической структурной схемы электромеханической системы одноковшового экскаватора (см. рис. 12.1) на ЭВМ возможна как средствами SIMULINK, так и средствами универсального языка программирования MATLAB с использованием встроенных решений ODE23, ODE45 системы MATLAB. В любом случае для моделирования ЭМС экскаватора предпочтительным является структурный подход к созданию математической модели динамической системы. Структурный подход предполагает, что каждое звено динамической системы моделируется отдельно с учётом всех связей между звеньями системы. К достоинствам структурного подхода следует отнести его физичность, наглядность, простоту изменения коэффициентов и связей отдельных звеньев, большие возможности экспериментирования с моделью. Создание структурных моделей средствами встроенных решателей ODE системы MATLAB открывает для исследователя почти неограниченные возможности моделирования сложнейших динамических систем, недоступные при использовании SIMULINK и CONTROL SYSTEM TOOLBOX, а также позволяет значительно поднять скорость машинных расчётов при сохранении их высокой точности [1].

**Порядок работы:**

1. Изучить краткую теорию.
2. Запустить WINDOWS.
3. Запустить программу MATLAB. После чего на дисплее откроется командное окно системы MATLAB.
4. Через вкладку New из меню File командного окна системы MATLAB создать новый М-файл.
5. Сохраним созданный файл через меню File и вкладку Save, например, под именем EMS12.

6. Озаглавим созданный файл EMS12, набрав в его окне следующую шапку:

```
% EMS12 – М-файл моделирования электропривода рабочего органа  
% одноковшового экскаватора с помощью решателей ODE из системы  
%MATLAB.
```

7. Вызовем функции очистки рабочего поля экрана и оперативной памяти

```
clc  
clear
```

8. Выделим глобальные переменные, которые будут беспрепятственно передаваться файлом-сценарием файлу-функции и обратно

```
global Krs Ki Kp Ktp Kg Tg Ka Ta Km1 C12 b12 Km2 global U Isopr
```

9. Зададим параметры передаточных функций ЭМС

```
Krs = ; Ki = ; Kp = ; Ktp = ; Kg = ; Tg = ;  
Ka = ; Ta = ; Km1 = ; C12 = ; b12 = ; Km2 = ;
```

10. Зададим входные воздействия в системе

```
% --- воздействия в системе ---
```

```
U = 1; Mn = 0.3;
```

11. Зададим начальные условия численного интегрирования

```
% --- начальные условия ---
```

```
t0 = 0; % начальное время  
tfinal = 3.0; % конечное время  
y0 = [0 0 0 0 0 0]'; % вектор начальных условий  
tol = 1.e-3; % точность вычислений  
trace = 1; % режим отображения результатов
```

12. Осуществим численное интегрирование

```
% --- численное интегрирование ---
```

```
[t, y] = ode23('right12', t0, tfinal, y0, tol, trace);
```

13. После того, как функция destro12.m возвратит в файл-сценарий векторы t и y,

необходимо рассчитать вектор M12 представляющий усилие в упругом звене

```
% --- восстановить вектор M12 ---
```

```
M12 = y(:,5) + b12 .* (y(:,4) - y(:,6));
```

14. Конечным этап моделирования динамической системы – является представление результатов как функции времени - Y(t). Для чего воспользуемся графическими командами SUBPLOT, PLOT, GRID, TITLE, XLABEL.

```
% --- представление результатов ---
```

```
subplot(221), plot(t, y(:,4), t, y(:,3), t, M12);  
title(' w1(t), Iя(t), M12(t) '), grid;  
subplot(222), plot(t, y(:,6)); title(' w2(t) '), grid;  
subplot(223), plot(t, y(:,3));  
title(' Iя(t) '), grid, xlabel(' время, с '),  
subplot(224), plot(t, M12);  
title(' M12(t) '), grid, xlabel(' время, с ');
```

15. Сохраним созданный М-файл.

16. Далее необходимо создать М-файл вычисления правых частей дифференциальных уравнений. Для чего повторим пункты 4-5.

17. Сохраним М-файл под именем destro12.m (например).
18. Озаглавим созданный М-файл набрав в его окне шапку
- %DESTRO12.M – файл вычисления правых частей  
% дифференциальных уравнений.**
19. Обозначим М-файл как файл-функцию destro12.m
- function yRight = right12 (t,y);**
20. Выделим глобальные переменные
- % - - - глобальные переменные - - -  
global Krs Ki Kp Ktp Kg Tg Ka Ta Km1 C12 b12 Km2 global U Isopr**
21. Опишем регулятор скорости как нелинейный элемент
- DUrs = (U - y(2,:));  
if DUrs > 1/Krs, Urs = 1;  
elseif DUrs < -1/Krs, Urs = -1;  
else Urs = DUrs \* Krs;  
end;**
22. Опишем ПИ-регулятор тока как сумму пропорциональной и интегральной составляющих напряжения РТ:
- Urtp = Kp .\* (Urs - y(3,:)); % пропорциональная  
% составляющая РТ, Un  
Urt = Urtp + y(1,:); % напряжение РТ, Урт**
23. Опишем тиристорный преобразователь
- Utp = Ktp \* Urt; % напряжение ТП, Утп.**
24. Опишем процессы, протекающие в упругом звене
- Mdis = b12 .\* (y(4,:) - y(6,:)); % полное усилие в УЗ.  
M12 = Mdis + y(5,:); % диссипативные силы в УЗ**
25. Создать массив правых частей дифференциальных уравнений yDestro.
- Массив правых описывает структурные элементы динамической системы, математические модели которых получают с использованием операции интегрирования, а также описывает связи между структурными элементами. Каждая строка массива правых частей означает однократную операцию численного интегрирования.
- % - - - массив правых частей дифференциальных уравнений - - -  
yDestro = [ Ki .\* (Urs - y(3,:)); % y(1) - интегральная  
% составляющая РТ, Ui  
(Kg .\* Utp - y(2,:)) / Tg; % y(2) – ЭДС генератора, Eg  
(Ka .\* (y(2,:) - y(4,:)) - y(3,:)) / Ta; % y(3) - ток якоря, Iя  
Km1 .\* (y(3,:) - M12); % y(4) - частота вращения  
% двигателя,  $\omega_1$   
C12 .\* (y(4,:) - y(6,:)); % y(5) - усилие в упругом  
% звене  
Km2 .\* (M12 - Isopr) ]; % y(6) - скорость второй  
% массы (ковша),  $\omega_2$**
26. Сохраним файл и запустим файл-сценарий destro12.m.
27. Запустить файл-сценарий EMS12.m.

28. Оценить влияние коэффициента передачи  $K_{pc}$  регулятора скорости на форму графиков переходных процессов по току якорной цепи  $I_a$  и скорости второй массы  $\omega_2$ . Для этого получить графики переходных процессов при  $K_{pc}$  равному заданному значению и половине заданного значения.
29. Оценить влияние коэффициента передачи второй массы (ковша)  $K_{M2}$  на длительность переходного процесса по скорости второй массы  $\omega_2$ . Для этого получить графики переходного процесса при  $K_{M2}$  равному заданному значению и удвоенному значению.
30. Сделать выводы по полученным результатам.
31. Ответить на вопросы преподавателя (см. список контрольных вопросов по настоящей работе) [1].

Таблица 12.1

**Варианты заданий**

Номер варианта	Параметры передаточной функции системы
1	$k_{pc}=10; k_H=0.5; k_{\Pi}=1.5; k_{ТП}=3; k_r=1; T_r=1.5 \text{ с}; k_{\text{я}}=12; T_{\text{я}}=0.1 \text{ с}; k_{M1}=7; C_{12}=30; b_{12}=1; k_{M2}=2$
2	$k_{pc}=10; k_H=0.5; k_{\Pi}=1.5; k_{ТП}=2; k_r=0.9; T_r=1.2 \text{ с}; k_{\text{я}}=11; T_{\text{я}}=0.17 \text{ с}; k_{M1}=5; C_{12}=25; b_{12}=1; k_{M2}=1.5$
3	$k_{pc}=10; k_H=0.5; k_{\Pi}=1.5; k_{ТП}=2.5; k_r=1.2; T_r=1.8 \text{ с}; k_{\text{я}}=10; T_{\text{я}}=0.12 \text{ с}; k_{M1}=6; C_{12}=31; b_{12}=1; k_{M2}=1.3$
4	$k_{pc}=10; k_H=0.5; k_{\Pi}=1.5; k_{ТП}=1.6; k_r=0.9; T_r=1.1 \text{ с}; k_{\text{я}}=11.5; T_{\text{я}}=0.18 \text{ с}; k_{M1}=4.7; C_{12}=28; b_{12}=1; k_{M2}=2.1$
5	$k_{pc}=10; k_H=0.5; k_{\Pi}=1.5; k_{ТП}=3.1; k_r=0.8; T_r=2 \text{ с}; k_{\text{я}}=10; T_{\text{я}}=0.2 \text{ с}; k_{M1}=5; C_{12}=30; b_{12}=1; k_{M2}=1.3$
6	$k_{pc}=10; k_H=0.5; k_{\Pi}=1.5; k_{ТП}=3.3; k_r=1.1; T_r=2.1 \text{ с}; k_{\text{я}}=9; T_{\text{я}}=0.2 \text{ с}; k_{M1}=4; C_{12}=23; b_{12}=1; k_{M2}=1.4$
7	$k_{pc}=10; k_H=0.5; k_{\Pi}=1.5; k_{ТП}=2.6; k_r=1.1; T_r=1.6 \text{ с}; k_{\text{я}}=11; T_{\text{я}}=0.12 \text{ с}; k_{M1}=8; C_{12}=29; b_{12}=1; k_{M2}=1.6$
8	$k_{pc}=10; k_H=0.5; k_{\Pi}=1.5; k_{ТП}=3.3; k_r=1; T_r=1.4 \text{ с}; k_{\text{я}}=10.5; T_{\text{я}}=0.1 \text{ с}; k_{M1}=4.5; C_{12}=30; b_{12}=1; k_{M2}=0.9$
9	$k_{pc}=10; k_H=0.5; k_{\Pi}=1.5; k_{ТП}=2.5; k_r=0.8; T_r=1 \text{ с}; k_{\text{я}}=9; T_{\text{я}}=0.15 \text{ с}; k_{M1}=5; C_{12}=30; b_{12}=1; k_{M2}=1.5$
10	$k_{pc}=10; k_H=0.5; k_{\Pi}=1.5; k_{ТП}=2.9; k_r=1; T_r=2.1 \text{ с}; k_{\text{я}}=11; T_{\text{я}}=0.2 \text{ с}; k_{M1}=6; C_{12}=30; b_{12}=1; k_{M2}=1.5$

### **Контрольные вопросы:**

1. Дайте определение понятию «электропривод рабочего органа экскаватора».
2. По каким схемам может преобразоваться энергия в электроприводах рабочего органа одноковшовых экскаваторов? Какая схема чаще всего используется в тяжёлых экскаваторах?
3. Какие основные звенья можно выделить на алгоритмической структурной схеме электропривода рабочего органа экскаватора? Какой физический смысл они несут?
4. Поясните, что понимается под двухконтурной системой подчинённого регулирования электропривода рабочего органа экскаватора? Какие контуры входят в эту схему?
5. Что понимается под термином «ЭМС привода рабочего органа экскаватора»?
6. Какие шаги необходимо выполнить для составления математической модели электропривода рабочего органа экскаватора с помощью встроенных функций системы MATLAB? Поясните эти шаги.
7. Каким образом указанной выше (вопрос 3) математической модели описываются звенья, не содержащих производных по времени?
8. Каким образом указанной выше (вопрос 3) математической модели описываются звенья, содержащих производных по времени?
9. Каким образом указанной выше (вопрос 3) математической модели формируется массив данных правых частей дифференциальных уравнений?
10. Каким образом указанной выше (вопрос 3) математической модели задается нелинейный регулятор скорости?
11. Какие параметры электропривода экскаватора входят в переменную-массив  $y$ ? Поясните эти параметры.
12. Какие переменные, кроме массива  $y$ , возвращает функция ODE из пакета MATLAB?
13. Что понимается в данном математическом описании под термином «первая масса»?
14. Что понимается в данном математическом описании под термином «вторая масса»?
15. В чем преимущество двухмассовой модели электропривода перед одномассовой?
16. Какими преимуществами обладает структурная модель динамической системы перед моделью, полученной методом непосредственного интегрирования?



17. В чем заключаются достоинства структурных моделей, созданных с использованием встроенных решателей ODE?
18. Как влияет коэффициент передачи  $K_{pc}$  регулятора скорости на форму графиков переходных процессов тока якорной цепи  $I_a(t)$  и скорости второй массы  $\omega_2(t)$ ?
19. Как влияет коэффициент передачи  $K_{pc}$  второй массы на длительность переходного процесса скорости второй массы  $\omega_2(t)$ ?

**Лабораторная работа № 13**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ СИСТЕМЫ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ ДРОБНО-РАЦИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИЕЙ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА, ЧИСЛЕННЫМ МЕТОДОМ ЭЙЛЕРА**

**Цель работы:** получение навыков построения на ЭВМ моделей динамических систем с использованием численного метода Эйлера (продолжительность 2 часа).

**Краткая теория**

Цифровое моделирование систем основано на приближенной замене дифференциальных уравнений, описывающих системы, разностными уравнениями с достаточно малым шагом дискретизации по времени.

Любая система нелинейных ОДУ может быть представлена как система 1-го порядка в явной форме Коши:

$$\frac{dy}{dt} = f[t, y(t)], \quad (13.1)$$

где  $y$  – переменная состояния системы;  $t$  – время;  $f[t, y(t)]$  – известная нелинейная функция времени, дифференцируемая в окрестности точки  $(t_0, y_0)$ , соответствующей заданному начальному условию  $y(t_0) = y_0$ .

Самый простой метод приближенного решения (интегрирования) дифференциальных уравнений – метод Эйлера, заключается в том, что для вычисления приближенных значений решения  $y(t)$  в точках  $t_1 = t_0 + \Delta t$ ;  $t_2 = t_0 + 2\Delta t = t_1 + \Delta t$ ; ... ,  $t_n = t_0 + N\Delta t$  ( $\Delta t$  – шаг дискретизации) каждое очередное значение искомого решения на  $i$ -м шаге представляют в виде ряда Тейлора, ограничиваясь первыми двумя членами разложения в ряд:

$$y(t_i) \approx y(t_{i-1}) + f[t_{i-1}, y(t_{i-1})]\Delta t, \quad (13.2)$$

где  $t_i = t_0 + i\Delta t$ ;  $i = 1, 2, \dots, N$ .

Приближенное равенство (13.2) называют разностным уравнением, эквивалентным (с погрешностью дискретизации) исходному дифференциальному уравнению (13.1). Разностные уравнения в явной форме выражают текущие значения  $y(t_i)$  искомого решения через его предыдущие значения  $y(t_{i-1})$ . Процедура последовательного решения уравнения (13.1) в соответствии с алгоритмом (13.2) называется рекуррентной.

Достоинством метода Эйлера является его простота. С другой стороны, погрешность численного решения ОДУ методом Эйлера весьма высока. Причина

ограниченной точности данного метода также кроется в его простоте – численный метод, использующий формулу низкого порядка, ограниченную лишь двумя членами ряда Тейлора, может дать только приближенное решение ОДУ. В этом заключается главный недостаток метода Эйлера.

Решение ОДУ разностным методом Эйлера дает удовлетворительные по точности результаты только в тех случаях, когда шаг интегрирования  $\Delta t$  достаточно мал по сравнению с темпом изменения функции  $f[t, y(t)]$  по времени. Для достижения пятипроцентной погрешности расчетов шаг дискретизации  $\Delta t$  рекомендуется выбрать из соотношения  $\Delta t \leq 0,1 T$ , где  $T$  – Наименьшая постоянная времени динамической системы.

В качестве примера применим метод Эйлера к расчету переходной характеристики динамического звена 3-го порядка с передаточной функцией (13.3)

$$W(p) = \frac{Y(p)}{X(p)} = \frac{b_2 p^2 + b_1 p + b_0}{p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + a_0} \quad (13.3)$$

Первый этап моделирования заключается в подготовке ПФ (13.3) для численного интегрирования на ЭВМ. Решим данное дифференциальное уравнение методом вспомогательной переменной. Для чего преобразуем передаточную функцию (13.3) к виду:

$$Y(p) = \frac{b_2 p^2 + b_1 p + b_0}{p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + a_0} X(p) \quad (13.4)$$

Далее вводится вспомогательная переменная  $u$ , равная входной величине деленной на знаменатель передаточной функции (13.3)

$$u(p) = \frac{X(p)}{p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + a_0} \quad (13.5)$$

Перенесем знаменатель в левую часть и учитывая, что  $up = \dot{u}$ , получим

$$\ddot{u} + a_2 \dot{u} + a_1 u + a_0 u = X(p) \quad (13.6)$$

Решим выражение (13.6) относительно старшей производной по  $u$

$$\ddot{u} = X - a_2 \dot{u} + a_1 u + a_0 u \quad (13.7)$$

Подставим выражение (13.5) в выражение (13.4)

$$Y = (b_2 p^2 + b_1 + b_0)u = b_2 \ddot{u} + b_1 \dot{u} + b_0 u. \quad (13.8)$$

Выражения (13.7) и (13.8) образуют решающую систему

$$\begin{cases} \ddot{u} = X - a_2\ddot{u} - a_1\dot{u} - a_0u \\ Y = b_2u'' + b_1u' + b_0u \end{cases} \quad (13.9)$$

Решение (13.9) можно представить как блок-схему (рис. 13.1)

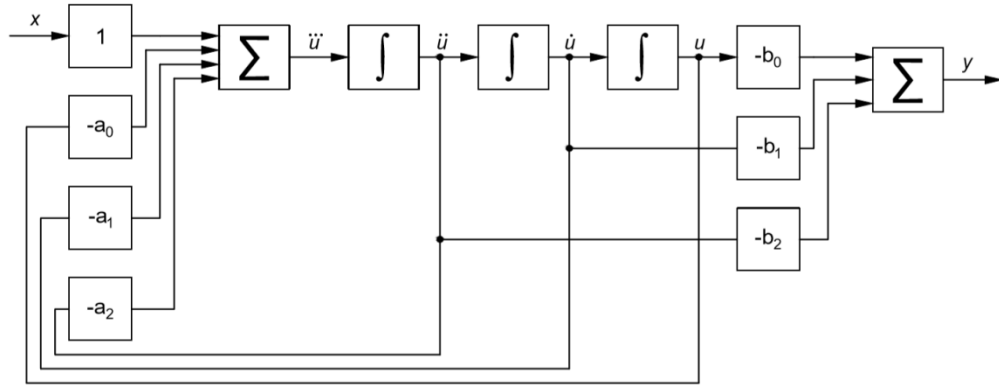


Рис. 13.1. Блок-схема решения дифференциального уравнения

Второй этап моделирования. Далее для составления цифровой модели системы с ПФ (13.3) необходимо на ЭВМ реализовать блок-схему, приведенную на рис. 13.1. Для этого приближенно решим систему уравнений (13.9), используя численный метод Эйлера. Рекуррентный алгоритм численного решения следующий:

1. Численно решить первое уравнение системы (13.9) на первом ( $i - m$ ) шаге алгоритма

$$\ddot{u}(t_i) = X(t_i) - a_2\ddot{u}(t_i) - a_1\dot{u}(t_i) - a_0u(t_i).$$

$$\ddot{u}(t_i) = \ddot{u}(t_{i-1}) + \ddot{u}(t_{i-1})\Delta t; \quad (13.10)$$

$$\dot{u}(t_i) = \dot{u}(t_{i-1}) + \ddot{u}(t_{i-1})\Delta t;$$

$$u(t_i) = u(t_{i-1}) + \dot{u}(t_{i-1})\Delta t;$$

2. После получения значения вспомогательной переменной  $u$  и всех ее производных на первом ( $i - om$ ) шаге алгоритма, необходимо решить второе уравнение системы (13.9), и получить текущее значение выходной координаты системы  $Y(t)$  на этом же шаге алгоритма

$$Y(t_i) = b_2\ddot{u}(t_i) + b_1\dot{u}(t_i) + b_0u(t_i). \quad (13.11)$$

3. Приближенно найти значение выходной координаты  $Y(t)$  на заданном отрезке времени  $(t_0, t)$ , для чего необходимо выполнить выражения (13.10) и (13.11) в цикле по времени на отрезке  $(t_0, t)$  с заданным шагом дискретизации  $\Delta t$  (см.рис.13.2).

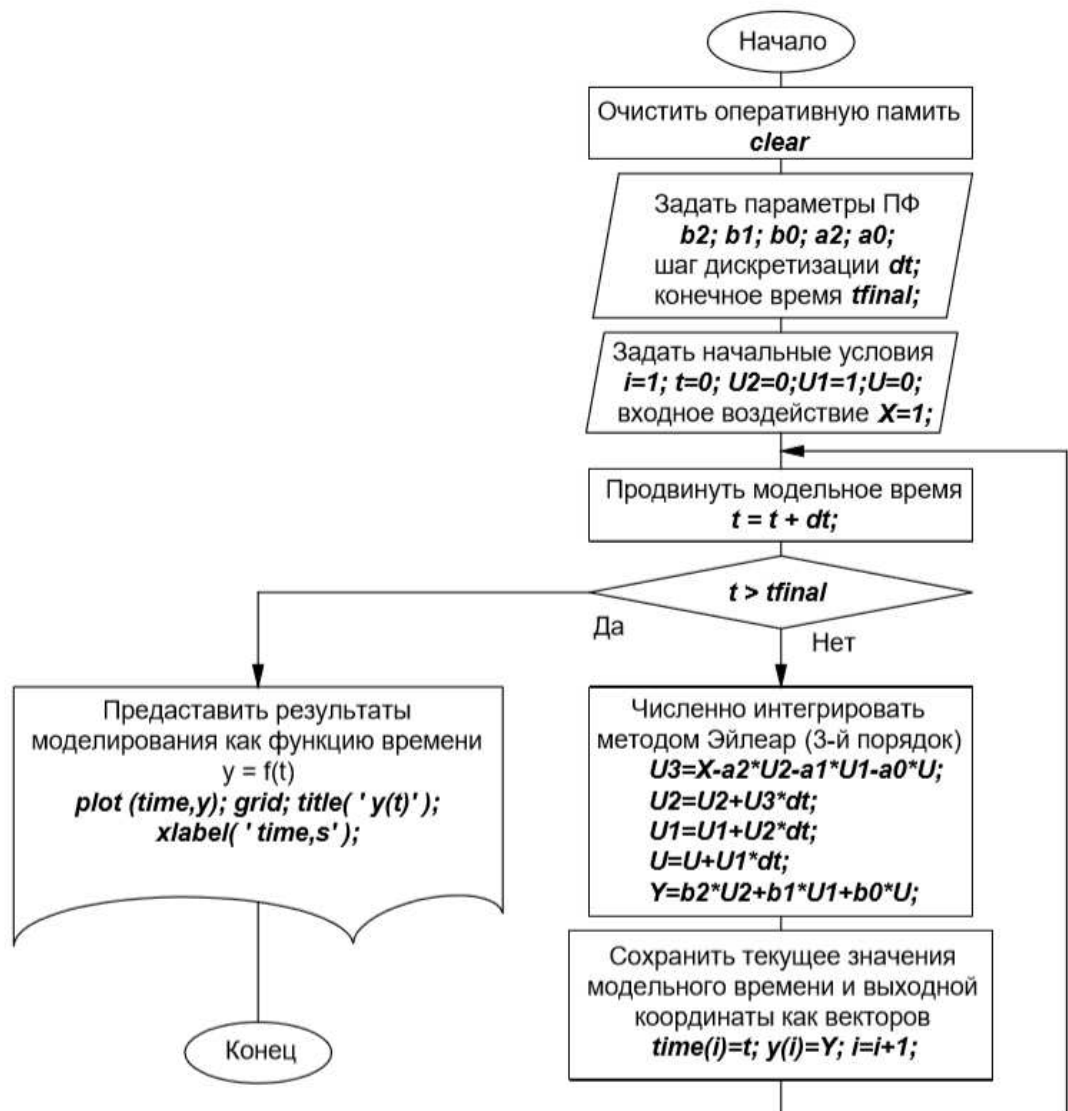


Рис. 13.2 Блок-схема цифрового моделирования системы с передаточной функцией (13.3) численным методом Эйлера

С передаточной функцией (13.3) численным методом Эйлера [1].

#### Порядок работы:

1. Изучить краткую теорию.
2. Запустить Windows.
3. Запустить систему MATLAB.
4. Через вкладку New из меню File командного окна системы MATLAB создать новый М-файл.

5. Озаглавить созданный файл-сценарий, набрав в его окне следующую шапку:

**% DIFUR13 – M-файл создания модели динамической  
% системы по выражению ее передаточной функции с  
% помощью численного метода Эйлера.**

6. Сохранить созданный файл через меню File и вкладку Save под уникальным именем Difur13.m (например).

7. Вызвать из файла-сценария функции очистки рабочего поля экрана CLC и оперативной памяти CLEAR.

8. Следуя методическим указаниям и алгоритму для передаточной функции 3-го порядка, представленному на рис. 13.2, составить на универсальном языке MATLAB программу цифровой модели для динамической системы, описанной передаточной функцией 4-го порядка

$$W(p) = \frac{Y(p)}{X(p)} = \frac{b_2 p^2 + b_1 p + b_0}{p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + a_0} \quad (13.12)$$

Параметры передаточной функции (13.12) приведены ниже в табл. 13.1. Для решения дифференциального уравнения (13.12) использовать метод вспомогательной переменной. Цикл по времени на отрезке  $(t_0 \ t)$  с шагом дискретизации  $\Delta t$  удобнее организовать, используя операторы цикла for..end.

9. Сохранить созданный M-файл.

10. Получить переходную характеристику системы с передаточной функцией (13.12), используя созданную цифровую модель.

11. Проверить математическое описание системы с передаточной функцией (13.12) с помощью приложения SIMULINK.

12. Аналитически определить величину шага дискретизации  $\Delta t$ , обеспечивающую 5%-ную погрешность расчетов для звена с передаточной функцией (13.12).

13. Оценить влияние шага дискретизации  $\Delta t$  на точность представления переходной характеристики, для чего необходимо получить графики  $y(t)$  при  $\Delta t = 0,001 \div 0,8$ с.

14. Ответить на вопросы преподавателя ( см. список контрольных вопросов по настоящей работе) [1].



## Варианты заданий

Номер варианта	Параметры передаточной функции системы
1	$b_3 = 2; b_2 = 3.7; b_1 = 5.2; b_0 = 1; a_3 = 2.6; a_2 = 3.8; a_1 = 2.8; a_0 = 1$
2	$b_3 = 3; b_2 = 5; b_1 = 3.1; b_0 = 1; a_3 = 2.6; a_2 = 3.8; a_1 = 2.8; a_0 = 1$
3	$b_3 = 2; b_2 = 3.7; b_1 = 5.2; b_0 = 1; a_3 = 3.1; a_2 = 4.2; a_1 = 2; a_0 = 1$
4	$b_3 = 4; b_2 = 3.2; b_1 = 4.5; b_0 = 1; a_3 = 2.5; a_2 = 4.2; a_1 = 1.5; a_0 = 1$
5	$b_3 = 3; b_2 = 3.2; b_1 = 4.5; b_0 = 1; a_3 = 2.6; a_2 = 4.1; a_1 = 2.8; a_0 = 1$
6	$b_3 = 4; b_2 = 3.2; b_1 = 5; b_0 = 1; a_3 = 2.6; a_2 = 4.1; a_1 = 2.8; a_0 = 1$
7	$b_3 = 5; b_2 = 3.7; b_1 = 4.5; b_0 = 1; a_3 = 4.7; a_2 = 4.3; a_1 = 3.7; a_0 = 1$
8	$b_3 = 2; b_2 = 5.7; b_1 = 3.2; b_0 = 1; a_3 = 1.8; a_2 = 2.9; a_1 = 4.8; a_0 = 1$
9	$b_3 = 5; b_2 = 4.5; b_1 = 3.1; b_0 = 1; a_3 = 5.3; a_2 = 5.1; a_1 = 4.3; a_0 = 1$
10	$b_3 = 3; b_2 = 4.5; b_1 = 3.1; b_0 = 1; a_3 = 4.6; a_2 = 3.7; a_1 = 4.3; a_0 = 1$

## Контрольные вопросы:

1. Раскройте, в чем состоит суть цифрового моделирования систем ?
2. Что понимается под термином «разностное уравнение»?
3. Чем разностное уравнение отличается от дифференциального?
4. В чем заключается суть метода численного интегрирования Эйлера?
5. Какими достоинствами обладает численный метод Эйлера?
6. В чем заключаются недостатки численного метода Эйлера?
7. Какие шаги необходимо выполнить, чтобы построить цифровую модель динамической системы управления в соответствии с методом Эйлера?
8. Как рекомендуется выбирать величину шага численного интегрирования  $\Delta t$  при использовании метода Эйлера?
9. Как влияет величина шага интегрирования  $\Delta t$  на точность моделирования системы?
10. В чем состоит опасность слишком большого или слишком малого шага интегрирования  $\Delta t$ ?

## Лабораторная работа № 14

# МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ЯЗЫКЕ PYTHON

**Цель работы:** получение навыков решения задач моделирования систем автоматического регулирования на языке программирования Python

### Краткая теория

Язык Python является одним из самых востребованных и развивающихся языков программирования. Основные области применения этого языка — это машинное обучение и анализ данных, разработка интернет сервисов, прототипирование, администрирование компьютерных систем.

Благодаря простому синтаксису и наличию большого количества библиотек, таких как NumPy, Scipy, Sklearn и т.п., он получил широкое распространение в научной среде.

Для моделирования и анализа систем управления, в Python есть библиотека Python Control Systems Library (python-control). Более подробно про ее функционал можно прочитать здесь <https://python-control.readthedocs.io/en/0.8.1/>.

Одним из наиболее богатых по функционалу инструментов для моделирования систем управления является пакет Control System Toolbox (CST) в системе Matlab. Python Control Systems Library позволяет использовать Matlab-совместимый синтаксис, что значительно упрощает работу, если вы уже знакомы с CST.

В рамках данной работы мы напишем программу на Python, которая будет моделировать систему автоматического регулирования, структура которой уже знакома вам по четвертой лабораторной работе (см. рисунок 4.1).

Убедитесь, что пакет Python Control Systems Library установлен на вашем компьютере, для этого запустите IDLE и введите в нем:

```
from control.matlab import *
```

Если в результате получите сообщение:

```
Traceback (most recent call last):  
  File "<pyshell#0>", line 1, in <module>  
    from control.matlab import *  
ModuleNotFoundError: No module named 'control'
```

то это значит, что вам нужно установить Python Control Systems Library.

Для установки библиотеки Python Control Systems Library введите в командной строке Windows следующее:

```
pip install control
```

Для отображения графиков переходных процессов понадобится библиотека Matplotlib.

Для проверки наличия библиотеки введите в IDLE:

```
>>> import matplotlib.pyplot as plt
```

Если ошибок нет, то значит все в порядке, иначе необходимо будет установить matplotlib, для этого в командной строке Windows введите команду:

```
pip install matplotlib
```

### Ход работы

1. Запустите любой текстовый редактор.

2. Введите код, содержащий импорт пакетов Python Control Systems Library и Matplotlib:

```
from control.matlab import *  
import matplotlib.pyplot as plt
```

3. Создайте описание передаточных функций системы.

```
w1 = tf([1.2], [1])  
w2 = tf([1], [1, 0])  
w3 = tf([1], [1, 5, 1])
```

5. Составьте векторно-матричное описание созданных передаточных функций.

```
w1_ss = tf2ss(w1)  
w2_ss = tf2ss(w2)  
w3_ss = tf2ss(w3)
```

6. Постройте полную математическую модель системы с использованием функции connect, для этого:

- сгруппируйте созданные передаточные функции:

```
ws = append(w1_ss, w2_ss, w3_ss)
```

- создайте матрицу связей, входной и выходной векторы:

```
Q = [[1, -3, 0], [2, 1, 0], [3, 1, 2]]  
inputs = [1]
```

```
outputs = [3]
```

- постройте полное математическое описание системы

```
sys_v1 = connect(ws, Q, inputs, outputs)
```

7. Постройте полную математическую модель системы с использованием функции `series`, `parallel` и `feedback`, для этого последовательно выполните следующие операции:

```
w1 = parallel(w2, tf([1], [1]))
```

```
w2 = series(w1, w1, w3)
```

```
sys_v2 = feedback(w2, 1, -1)
```

6. Постройте график переходной характеристики системы, построенной первым и вторым способом:

```
t_v1, y_v1 = step(sys_v1)
```

```
t_v2, y_v2 = step(sys_v2)
```

```
plt.figure(1)
```

```
plt.subplot(211)
```

```
plt.plot(y_v2, t_v2)
```

```
plt.subplot(212)
```

```
plt.plot(y_v1, t_v1)
```

```
plt.show()
```

Для запуска программы сохраните ее в файле с именем `pcs.py` и запустите ее через командное окно Windows:

```
> python pcs.py
```

7. Постройке АФЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ. Определите устойчивость системы и запасы устойчивости по критерию Найквиста.

Для построения АФЧХ, прокомментируйте вывод переходных характеристик системы, это можно сделать, поставив в начале строки символ `#`, после этого добавьте следующие строки:

```
nyquist(w2)
```

```
plt.show()
```

Для построения ЛАЧХ и ЛФЧХ добавьте:

```
bode(we2)
plt.show()
```

Для расчетов запасов устойчивости добавьте:

```
gm, pm, wg, wp = margin(we2)
print("Gm = " + str(gm))
print("Pm = " + str(pm))
```

8. Ответьте на вопросы и сделайте выводы по работе.

### **Контрольные вопросы:**

1. Для каких целей может быть использован язык программирования Python?
2. Почему Python получил распространение в научной среде?
3. Какие отличия вы можете назвать между Control System Toolbox из Matlab и Python Control Systems Library?
4. В каких единицах выводятся запасы устойчивости, рассчитанные с помощью Python Control Systems Library?
5. Зачем в работе используется библиотека Matplotlib?
6. С помощью каких функций Matplotlib выводятся графики переходных процессов?
7. С помощью каких функций Python Control Systems Library можно построить АФЧХ, ЛАЧХ и ЛФЧХ?

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобин, И. С. Моделирование систем: лабораторный практикум / И. С. Бобин; Урал. гос. горный ун-т.– Екатеринбург; Изд-во УГГУ, 2008.– 103 с.
2. Бобин, И. С. Моделирование систем. Часть 1: конспект лекций по дисциплине «Моделирование систем» для студентов специальности 210200 – «Автоматизация технологических процессов и производств» / И. С. Бобин. – Екатеринбург: Изд-во УГГА, 2004.– 53 с.
3. Лутц М. Изучаем Python, 4-е издание. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2011. –1280 с.,
4. Лучано Рамальо. Python. К вершинам мастерства / Пер. с англ. Слинкин А.А. - М.:ДМК Пресс, 2016. - 768 с.Дьяконов, В. П. МАТЛАВ 6: учебный курс / В. П. Дьяконов. – СПб.: Питер, 2001. – 592 с.
5. Лукас, В. А. Теория управления техническими системами: учебное пособие для вузов / А. В. Лукас. – 4-е издание исправленное. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005.– 677 с.
6. Медведев, В. С., Control System Toolbox. МАТЛАВ 5 для студентов / В. С. Медведев, В. Г. Потемкин. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1999. – 478 с.
7. Носырев, М. Б. Расчеты и моделирование САУ главных электроприводов одноковшовых экскаваторов: учебное пособие / М. Б. Носырев, А. Л. Карякин. – Свердловск: Изд-во СГИ, 1987.– 88 с.
8. Потемкин, В. Г. Система МАТЛАВ: справочное пособие / В. Г. Потемкин. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1997. – 350 с.
9. Троп, А. Е. Автоматическое управление технологическими процессами обогатительных фабрик: учебник для вузов / А. Е. Троп, В. З. Козин. Е. В. Прокофьев. – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Недра, 1986.– 303 с.
10. Фиалко, М. Г. Моделирование элементов и систем управления: учебное пособие по дисциплине «Моделирование систем управления» / М. Г. Фиалко, В. П. Барановский.– Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1996. – 65 с.



Федеральное агентство по образованию  
ФГБОУ ВПО  
«Уральский государственный горный университет»

**ОДОБРЕНО**

Методической комиссией  
горно-механического  
факультета УГГУ

« 01 » февраля 2011 г.

*В. В. В.* Председатель комиссии

Е. В. Прокофьев, С. В. Головкова

## СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

*Методические указания*  
по выполнению самостоятельной работы  
студентов специальности  
220301 – «Автоматизация технологических  
процессов и производств» (АГП)  
направления  
220300 – «Автоматизированные технологии  
и производства»  
*очной и заочной форм обучения*



П 78

Рецензент: Барановский В. П., канд. техн. наук, профессор кафедры АКТ  
Уральского государственного горного университета

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры автоматике  
и компьютерных технологий « 29 » ноября 2011 г. (протокол № 3)  
и рекомендованы для издания в УГГУ.

- Прокофьев Е. В., Головкова С. В.**  
П78 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ: методические указания  
по выполнению самостоятельной работы студентов специальности 220301 –  
«Автоматизация технологических процессов и производств» (АТП)  
направления 220300 – «Автоматизированные технологии и производства»  
очной и заочной форм обучения / Е. В. Прокофьев, С. В. Головкова. –  
Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. – 36 с.

В методических указаниях приведены рабочая программа и  
методические указания по самостоятельному изучению дисциплины,  
варианты контрольных работ с краткими примечаниями по их выполнению.

© Прокофьев Е. В., Головкова С. В.,  
2011

© Уральский государственный  
горный университет, 2011



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО

«Уральский государственный горный университет»



Е. В. Прокофьев

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

ЧАСТЬ 1

### АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

*Учебное пособие*

Екатеринбург  
2006



УДК 658.012.011.56.622.71

П78

Прокофьев Е. В.

**П78 Автоматизация технологических процессов и производств. Часть 1.**  
Автоматизация технологических комплексов подготовительных процессов.  
Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – 138 с.

В учебном пособии изложены основные принципы автоматического контроля и управления технологическими комплексами дробления и измельчения. Дана информация о современных технических средствах автоматизации, изложена методика структурной и параметрической идентификации комплекса, приведены примеры реализации систем контроля и регулирования.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 220301 – «Автоматизация технологических процессов и производств» (АТП)

**Рецензенты:** В. Н. Ефремов, канд.техн.наук, доцент каф. АКТ;  
Э. А. Киммельман, канд.техн.наук, зам. генерального  
директора НПО «Уралсистем».

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Уральского государственного горного университета

© Прокофьев Е. В., 2006

© Уральский государственный  
горный университет, 2006



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО

«Уральский государственный горный университет»



**Е. В. Прокофьев**

**Автоматизация технологических процессов  
и производств**

**Часть 2**

**Автоматизация технологического комплекса флотации**

*Учебное пособие*

Екатеринбург

2006



УДК 658.012.011.56.622,71

П78

Прокофьев Е. В.

П78 Автоматизация технологических процессов и производств. Часть 2. Автоматизация технологического комплекса флотации: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. 114 с.

В учебном пособии изложены основные принципы автоматического контроля и управления технологическим комплексом флотации. Дана информация о современных технических средствах автоматизации, изложена методика структурной и параметрической идентификации комплекса, приведены примеры реализации систем контроля и регулирования.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 220301 – «Автоматизация технологических процессов и производств» (АГП)

Рецензенты: В. Н. Ефремов, канд.техн.наук, доцент каф. АКТ;  
Киммельман Э. А., канд.техн.наук, зам. генерального  
директора НПО «Уралсистем».

Печатается по решению Редакционно-издательского совета  
Уральского государственного горного университета

© Прокофьев Е. В., 2006

© Уральский государственный  
горный университет, 2006



Федеральное агентство по образованию и науки РФ  
ГОУ ВПО  
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО  
методической комиссией  
горномеханического  
факультета  
«23» января 2007  
Председатель комиссии  
*И* проф. Ситников Н.Б.

Е.В. Прокофьев

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

*Методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине  
«Автоматизация технологических процессов и производств (в горной  
промышленности)» (АТП) для студентов специальности 220301 –  
«Автоматизированные технологических процессов и производств (в горной  
промышленности)» (АТП) направления 220300 «Автоматизированные  
технологии и производства» всех форм обучения*



Прокофьев Е.В. Автоматизация технологических процессов и производств: Методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств» для студентов специальности 220301 – «Автоматизация технологических процессов и производств (в горной промышленности)» (АГП) всех форм обучения. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 42 с.

В методическом пособии излагаются основные требования к содержанию курсового проекта, указана общая последовательность выполнения, даны методические указания по выполнению расчетов, приведены рекомендации по оформлению курсового проекта.

Методическое пособие по выполнению курсового проекта рассмотрено на заседании кафедры автоматизации и компьютерных технологий 12.12.2006 (протокол № 4) и рекомендовано к изданию в УГГУ.

Рецензент: В.Н. Ефремов, канд. техн. наук, профессор кафедры автоматизации и компьютерных технологий УГГУ

©Прокофьев Е.В., 2007  
©Уральский государственный  
горный университет, 2007



Федеральное агентство по образованию  
ГОУ ВПО  
«Уральский государственный горный  
университет»

ОДОБРЕНО  
Методической комиссией  
Горно-механического факультета  
«25 сентября 2007г.

Председатель комиссии  
ИИ проф. Н. Б. Ситников

Е. В. Прокофьев, В. А. Борисова

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

*Методическое пособие*  
по дисциплинам: «Системы автоматизации  
и управления», «Автоматизация технологических  
процессов и производств»  
для студентов специальности  
220301 - «Автоматизация технологических процессов  
и производств» (АГП) направления  
220300 - «Автоматизированные технологии  
и производства»  
*всех форм обучения*



УДК 658.012.011.56.622.71

П78

Прокофьев Е. В., Борисова В. А.

П78 Автоматизация технологических процессов и производств: Методическое пособие по дисциплинам «Системы автоматизации и управления», «Автоматизация технологических процессов и производств» для студентов специальности 220301 - «Автоматизация технологических процессов и производств» (АТП) направления 220300 - «Автоматизированные технологии и производства» всех форм обучения. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. - 50 с.

В методическом пособии изложены задачи и последовательность выполнения лабораторных и практических работ, методы экспериментального получения статических и динамических характеристик технологических объектов, приводится методика обработки экспериментальных данных и методические указания по выполнению отдельных разделов работы.

Методическое пособие по выполнению практических и лабораторных работ рассмотрено на заседании кафедры автоматики и компьютерных технологий (АКТ) «5» июля 2007 года (протокол № 9) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Рецензент: В. П. Барановский, канд. техн. наук, доцент кафедры АКТ УГГУ

© Прокофьев Е. В., Борисова В. А., 2007  
© Уральский государственный  
горный университет, 2007



ББК 32.973

УДК 681.3

Б12

Бабенко А. Г.

Б12 Цифровые системы управления: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. 325 с.: ил.

ISBN 5-8019-0074-8

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 210200 - «Автоматизация технологических процессов и производств» в качестве основы изучения дисциплины «Цифровые системы управления», справочного пособия и руководства при курсовом и дипломном проектировании.

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры автоматике и компьютерных технологий 24 июня 2004 года (протокол № 8) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Рецензент: зав. каф. автоматике и информационных систем Московского горного университета, д-р техн. наук, профессор Певзнер Л. Д.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета  
Уральского государственного горного университета

ISBN 5-8019-0074-8

© Бабенко А. Г., 2005

© Уральский государственный  
горный университет, 2005



Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Уральский государственный горный университет»

**А. Г. Бабенко**

# **Цифровые системы управления**

Учебное пособие

Утверждено Редакционно-издательским советом  
университета в качестве учебного пособия


Екатеринбург  
2005



Федеральное агентство по образованию  
ГОУ ВПО  
Уральский государственный горный университет

ОДОБРЕНО  
Методической комиссией  
горно-механического  
факультета

« 9 » ноября 2005 г.

Председатель комиссии  
 проф. Н. Б. Ситников

В. Н. ЕФРЕМОВ

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Сборник программированных заданий и вопросов  
по дисциплине «Технические измерения и приборы»  
для студентов всех форм обучения специальности

220301 - «Автоматизация технологических процессов и производств»  
(АТП) всех форм обучения



Ефремов В.Н. Технические измерения и приборы: сборник программированных заданий и вопросов по дисциплине «Проектирование автоматизированных систем» для студентов всех форм обучения специальности 220301 - «Автоматизация технологических процессов и производств» (АГП). Екатеринбург: Издательство УГГУ, 2005. 70 с.

В сборнике приведены 155 заданий и вопросов (с возможными вариантами ответов), которые студенты могут использовать для самопроверки при изучении дисциплины, а преподаватель - для текущего контроля усвоения знаний.

В составлении заданий и вопросов принимал активное участие ассистент-профессора Швейцер Е. Р.

Пособие рассмотрено на заседании кафедры автоматике и компьютерных технологий 29 марта 2005 г. (протокол № 5) и рекомендовано для издания УГГУ.

Рецензент – В. П. Барановский, канд. техн. наук, доцент кафедры АГП УГГУ

© Ефремов В. Н., 2005

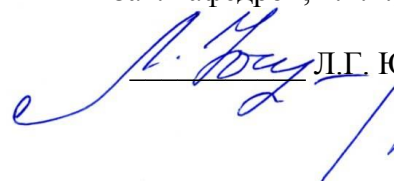
© Уральский государственный  
горный университет, 2005

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.03 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК**

Направление подготовки:

***15.03.04 Автоматизация технологических процессов и  
производств***

Профиль

***Автоматизация и цифровые технологии в горной промышленности***

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Одобен на заседании кафедры

*Иностранных языков и деловой  
коммуникации*

*(название кафедры)*

Протокол № 1 от 19.09.2023 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 осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) (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 *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Письменная контрольная работа является обязательной формой *промежуточной аттестации*. Она отражает степень освоения студентом учебного материала по дисциплине Б1.О.03 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

<i>начальная буква фамилии студента</i>	<i>№ варианта контрольной работы</i>
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*, оборот *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 <i>to be</i> и <i>to have</i>	102-104	6-8
Оборот <i>there+be</i>	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/**have you**?

B: No. You didn't leave it in the car, **did you**/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 deine 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».*

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».



**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**

Направление подготовки:

***15.03.04 Автоматизация технологических процессов и  
производств***

Профиль

***Автоматизация технологических процессов и производств  
в горной промышленности***

Выполнил: Иванов Иван Иванович  
Группа АТПП-24

Преподаватель: Петров Петр Петрович,  
к.т.н, доцент

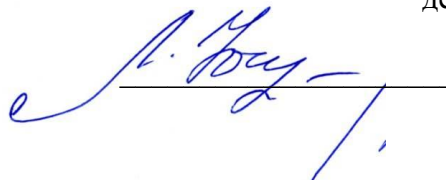
Екатеринбург  
20\_\_

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**УТВЕРЖДАЮ**

Зав. кафедрой иностранных языков и  
деловой коммуникации



к.п.н., доц. Юсупова  
Л. Г.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

### Б1.О.03 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Направление подготовки

***15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств***

Профиль

***Автоматизация и цифровые технологии в горной промышленности***

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Одобрена на заседании кафедры  
Иностранных языков и деловой  
коммуникации  
*(название кафедры)*

Зав. кафедрой



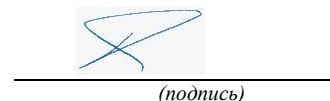
к.п.н., доц. Юсупова Л. Г.  
*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 19.09.2023 г.  
*(Дата)*

Рассмотрена методической комиссией

горно-механического факультета  
*(название факультета)*

Председатель



*(подпись)*

Осипов П. А.  
*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 2 от 20.10.2023 г.  
*(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
однойцевые 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



<b>приемный, усыновленный сын</b>	adopted son
<b>приемная, удочеренная дочь</b>	adopted daughter
<b>приемный ребенок</b>	adopted child
<b>патронатная семья, приемная семья</b>	foster family
<b>приемный отец</b>	foster father
<b>приемная мать</b>	foster mother
<b>приемные родители</b>	foster parents
<b>приемный сын</b>	foster son
<b>приемная дочь</b>	foster daughter
<b>приемный ребенок</b>	foster child
<b>неполная семья (с одним родителем)</b>	single-parent family
<b>родня</b>	the kin, the folks
<b>племянница</b>	niece
<b>племянник</b>	nephew
<b>двоюродный брат</b>	cousin (male)
<b>двоюродная сестра</b>	cousin (female)
<b>двоюродный брат (сестра), кузен (кузина)</b>	first cousin
<b>троюродный брат (сестра)</b>	second cousin
<b>четвероюродный брат (сестра)</b>	third cousin
<b>родня со стороны мужа или жены</b>	in-laws
<b>свекровь</b>	mother-in-law (husband's mother)
<b>свёкор</b>	father-in-law (husband's father)
<b>тёща</b>	mother-in-law (wife's mother)
<b>тесть</b>	father-in-law (wife's father)
<b>невестка, сноха</b>	daughter-in-law
<b>зять</b>	son-in-law
<b>шурин, свояк, зять, деверь</b>	brother-in-law
<b>свояченица, золовка, невестка</b>	sister-in-law
<b>семейное положение</b>	marital status
<b>холостой, неженатый, незамужняя</b>	single
<b>женатый, замужняя</b>	married
<b>брак</b>	marriage
<b>помолвка</b>	engagement
<b>помолвленный, обрученный</b>	engaged
<b>развод</b>	divorce
<b>разведенный</b>	divorced
<b>бывший муж</b>	ex-husband
<b>бывшая жена</b>	ex-wife
<b>расставшиеся, не разведенные, но не проживающие одной семьей</b>	separated
<b>вдова</b>	widow
<b>вдовец</b>	widower
<b>подружка, невеста</b>	girlfriend
<b>друг, парень, ухажер</b>	boyfriend
<b>любовник, любовница</b>	lover
<b>ухажер, жених, подружка, невеста, обрученный</b>	fiance
<b>свадьба</b>	wedding
<b>невеста на свадьбе</b>	bride
<b>жених на свадьбе</b>	(bride)groom
<b>медовый месяц</b>	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 падежных 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:

<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III Дополнение</b>	<b>IV</b>
----------	-----------	-----------------------	-----------

Подлежащее	Сказуемое	Косвенное без предлога	Прямое	Косвенное с предлогом	Обстоятельство
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 смысловая 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 переводиться 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.* Раннее 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	<b>personal</b>	личные
2	<b>possessive</b>	притяжательные
3	<b>demonstrative</b>	указательные
4	<b>indefinite and negative</b>	неопределенные и отрицательные
5	<b>quantifiers</b>	количественные
6	<b>reflexive</b>	возвратные
7	<b>reciprocal</b>	взаимные
8	<b>relative</b>	относительные
9	<b>defining</b>	определятельные
10	<b>interrogative</b>	вопросительные

#### I. Личные (personal) местоимения

Общий падеж		Объектный падеж	
<b>I</b>	я	<b>me</b>	мне, меня
<b>he</b>	он	<b>him</b>	его, ему

<b>she</b>	она	<b>her</b>	ей, о ней
<b>it</b>	оно, это	<b>it</b>	ей, ему, этому
<b>we</b>	мы	<b>us</b>	нам, нас
<b>they</b>	они	<b>them</b>	им, их
<b>you</b>	ты, вы	<b>you</b>	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).**

<b>he</b>	<b>she</b>	<b>it</b>
a boy – мальчик a man – мужчина brother – брат father – отец Nick – Николай Mr Grey – мистер Грей	a girl – девочка a woman – женщина sister – сестра mother – 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 **It's me**, 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	<b>my (toy)</b> - моя (игрушка) <b>his (toy)</b> - его (игрушка) <b>her (toy)</b> - ее (игрушка) <b>its (toy)</b> - его (не о человеке) <b>our (toy)</b> - наша (игрушка) <b>your (toy)</b> - ваша, твоя (игрушка) <b>their (toy)</b> - их (игрушка)	<b>his</b> - его <b>hers</b> - ее <b>its</b> - его (этого) <b>ours</b> - наша <b>yours</b> - ваша, твоя <b>theirs</b> - 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/I have got three apples.** У меня есть 3 яблока,

• Если вы не знаете точное количество, то используйте неопределенное местоимение **some: I have/I 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 неопределенных (что-то):

**some**

**something** – что-то, что-нибудь



<b>any</b>	<b>thing</b>	<b>anything</b> - что-то, что-нибудь
<b>no</b>		<b>nothing</b> - ничего, ничто
<b>every</b>		<b>everything</b> - все
<b>Body/one</b> - для одушевленных (кто-то):		
<b>some</b>		<b>somebody/someone</b> – кто-то, кто-нибудь
<b>any</b>		<b>anybody/anyone</b> - кто-то, кто-нибудь
<b>body/one</b>		
<b>no</b>		<b>nobody / no one</b> - никого, никто
<b>every</b>		<b>everybody /everyone</b> – все, каждый
<p>Местоимение <b>some</b> и основа <b>body</b> должны произноситься и писаться слитно, в противном случае вместо <b>somebody</b> – кто-то, получится <b>some body</b> - какое-то тело,  <b>Something/somebody/someone</b> - в утвердительных предложениях, <b>anything/anybody/anyone</b> - в отрицательных и вопросительных предложениях, <b>nothing/nobody/no one</b> – в отрицательных.  <b>Anything/anybody/anyone</b> - также используются в утвердительных предложениях, но в значении <i>что угодно/кто угодно</i></p>		

<b>somewhere</b> - где-нибудь, куда-нибудь	<b>anywhere</b> - где угодно
<b>nowhere</b> - нигде	<b>everywhere</b> - везде

#### V. Количественные (quantifiers) местоимения

<p><b>Many</b> и <b>much</b> - оба слова обозначают “ много”, С исчисляемыми существительными (теми, которые можно посчитать, можно образовать множественное число) используется слово <b>many</b>, а с неисчисляемыми - слово <b>much</b>.</p>	
<p><b>many girls</b> - много девочек  <b>many boys</b> - много мальчиков  <b>many books</b> - много книжек</p>	<p><b>much snow</b> - много снега  <b>much money</b> - много денег  <b>much time</b> - много времени</p>
<p><b>How many?</b> } сколько?  <b>How much?</b> }</p>	<p><b>How many girls?</b> - Сколько девочек?  <b>How much sugar?</b> - Сколько сахара?  <b>How much sugar?</b> - Сколько сахара?</p>
<p><b>a lot of...</b> - много - используется и с исчисляемыми, girls – много девочек  и с неисчисляемыми существительными <b>a lot of</b>  a lot без (of) используется и без существительного. sugar - много сахара  <b>Сравните:</b> He writes <b>a lot of</b> funny stories. Он пишет много забавных рассказов.  He writes <b>a lot</b>. Он много пишет.</p>	
<p style="text-align: center;"><u>В утвердительных</u> предложениях используйте <b>a lot of</b>.  <u>В отрицательных</u> и в вопросительных <b>many/much</b>,</p> <p style="text-align: center;"><b>Сравните:</b></p> <p>(+) My grandmother often cooks <b>a lot of</b> tasty things. Моя бабушка часто готовит много вкусного.  (-) But we don't eat <b>much</b>. Но мы не едим много. (?) Do you eat much? Вы много едите?  Иногда слова <b>much</b> и <b>a lot</b> являются синонимами слова “часто”:  Do you ski <b>much</b>? Вы много (часто) катаетесь на лыжах? No, not much (= not often). Нет, не часто.</p>	

#### Few, little, a few, a little

С неисчисляемыми существительными используйте слово **little** (мало),  
а с исчисляемыми - **few** (мало).

<p><b>few books</b> - мало книг  <b>few girls</b> - мало девочек  <b>few boys</b> - мало мальчиков</p>	<p><b>little time</b> - мало времени  <b>little money</b> - мало денег  <b>little snow</b> - мало снега</p>
<p><b>little</b> } мало (т.е. надо еще)</p>	<p><b>a little</b> } немного (т.е. пока хватает)</p>

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 each other rather friendly.** Они разговаривали друг с другом довольно дружелюбно.

**They always help one another.** Они всегда помогают друг другу.

### VIII. Относительные (relative) местоимения

Who (whom), whose, which, that

who	Именительный падеж <u>who</u> (подлежащее) <b>The girl <u>who</u> is playing the piano is my sister.</b> Девочка, которая играет на пианино, - моя сестра.
	Объектный падеж <u>whom</u> (дополнение) <b>The man <u>whom</u> I love the best is your brother.</b> Человек, которого я люблю больше всех, - твой брат.
which	Для неодушевленных предметов и животных <b>The flowers <u>which</u> you brought me were pretty nice.</b> Цветы, которые ты мне принес, очень милые.
whose	Для одушевленных существительных <b>This is the man <u>whose</u> book we read yesterday.</b> Это человек, книгу которого мы читали вчера.
	Для неодушевленных существительных <b>We saw the tree <u>whose</u> leaves were absolutely yellow.</b> Мы увидели дерево, листья которого были абсолютно желтыми.
that	Для одушевленных существительных <b>This is the man <u>that</u> we saw yesterday.</b> Это мужчина, которого мы видели вчера.
	Для неодушевленных существительных <b>This is the film <u>that</u> we saw yesterday.</b> Это фильм, который мы видели вчера.

### IX. Определительные (defining) местоимения

#### all

Употребление	Примеры	Перевод
определяет неисчисляемые существительные	He spent <b>all his</b> time fishing on the lake.	Он провел все свое время, ловя рыбу на озере.
определяет исчисляемые существительные	<b>All the</b> boys like football. (the после all!)	Все мальчишки любят футбол.
<b>all = everything</b>	I know <b>all/everything</b> .	Я знаю всё.
<b>all = everybody</b>	<b>All</b> were hungry. <b>Everybody</b> was hungry.	Все были голодны. Все были голодны.
<b>we all = all of us</b> <b>you all = all of you</b> <b>they all = all of them</b>	We <b>all</b> love you very much = <b>All</b> of us love you very much.	Мы все тебя очень любим

#### both

Употребление	Примеры	Перевод
определяет существительные	<b>Both (the/my) friends</b> like football.	Оба моих друга любят футбол
допускается использование артикля вместо указательных местоимений после both	<b>Both these/the men</b> are Russian.	Оба (эти) мужчины - русские.
употребляется вместо существительного	<b>He gave me two apples.</b> <b>Both</b> 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	<b>They both (both of them)</b> came to visit us.	Они оба пришли навестить нас.
в устойчивой конструкции <b>both...and</b> .	<b>Both mother father</b> were at home	И мама, и папа были дома.
в отрицательных предложениях <b>вместо both</b> используется <b>neither</b>	<b>Both of them</b> know English. <b>Neither of them</b> know English.	Они оба знают английский. Ни один из них не знает английского.

#### either/neither

	Употребление	Примеры	Перевод
<b>either</b>	любой из двух (артикль не ставится)	<b>I've got 2 cakes.</b> <b>Take either cake.</b>	У меня 2 пирожных. Возьми любое.
	каждый, оба, и тот, и другой	<b>There are windows on either side of the house.</b>	С обеих сторон дома есть окна.
	заменяет существительное (глагол в ед. числе)	<b>Either of dogs</b> is always hungry.	Любая из собак вечно голодная.
<b>neither</b>	отрицательное местоимение-определение (ни тот, ни другой)	<b>Neither of examples</b> is correct.	Ни один из примеров не верен.
	в констр. <b>neither... nor</b> (ни... ни)	<b>I like neither tea, nor coffee.</b>	Я не люблю ни чай, ни кофе.

#### other, another, the other, the others (другой, другие)

	Употребление	Примеры	Перевод
<b>the other</b>	другой (второй), другой из двух	<b>You've got 2 balls: one and the other.</b>	У тебя 2 мяча: один и другой.
<b>another</b>	другой из многих, еще один	<b>Take another ball.</b>	Возьми другой мяч.

			(Любой, но не этот.)
<b>other</b>	другие (любые), не последние	<b>Take other 2 balls.</b>	Возьми другие 2 мяча. (Из многих.)
<b>the others</b>	другие (определенные)	<b>There are 4 balls: 2 balls are red and the others are blue.</b>	Есть 4 мяча: 2 красных, а другие 2 - синие.

### X. Вопросительные (interrogative) местоимения

<b>what</b>	что	<b>What's this?</b>	Что это?
<b>which</b>	который	<b>Which of them?</b>	Который из них?
<b>who</b>	кто, кого	<b>Who was that?</b>	Кто это был?
<b>whom</b>	кого	<b>Whom did you meet?</b>	Кого ты встретил?
<b>whose</b>	чей	<b>Whose book is it?</b>	Чья это книга?

### Имя существительное. The Noun

Категории	Существительное в русском языке	Существительное в английском языке
Число	<b>Изменяется</b>	<b>Изменяется</b>
Падеж	<b>Изменяется</b>	<b>Не изменяется</b>

### 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 table!  
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	<b>a book - books</b> <b>a cup - cups</b>	<b>книга - книги</b> <b>чашка - чашки</b>
после звонких согласных и гласных -	a name - names a girl - girls	<b>имя - имена</b> <b>девочка - девочки</b>
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 -у: 1) гласная +у	<b>a toy - toys</b> <b>a boy - boys</b>	игрушка - игрушки мальчик - мальчики

2) согласная + у	<b>a family - families</b> <b>a story - stories</b>	<b>семья - семьи</b> <b>история - истории</b>
слово заканчивается на <i>-file</i>	<b>a leaf - leaves</b> <b>a shelf - shelves</b>	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
<b>ox</b>	oxen	<b>бык - быки</b>
<b>tooth</b>	teeth	<b>зуб - зубы</b>

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 than that one - Этот стол больше, чем тот (стол).

These tables 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. .	I can see a little girl.
Т. п. Я люблю гулять с этой девочкой.	I like to play with this girl.
П. п. Я часто думаю об этой девочке.	I often think about this girl.

**Притяжательный падеж. The Possessive Case**

**Образование притяжательного падежа**

	Образование	Примеры	Перевод
существительные в единственном числе	's	<b>bird's house</b> <b>child's ball</b>	домик птички мячик ребенка
существительные во множественном числе (группа исключений)	's	<b>children's bail</b> <b>women's rights</b>	мячик детей права женщин
существительное во множественном числе	'	<b>girls' toy</b> <b>birds' house</b>	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 ball - 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, much, plenty of, too little** 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 **is/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

Упомянув объект впервые, перед ним ставят неопределенный артикль a/an при вторичном 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... I am a... 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 Sesame 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.

### Случай, 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 Netherlands, 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 вопросах *was/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
There was There were	Полная форма There was not There were not	Краткая форма There wasn't There weren't	Was there? 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 I have (got)	Краткая форма I've (got)	Полная форма I have not (got)	Краткая форма I haven't (got)	Have I (got)?
You have (got)	You've (got)	You have not (got)	You haven't (got)	Have you (got)?
He has (got)	He's (got)	He has not (got)	He hasn't (got)	Has he (got)?
She has (got)	She's (got)	She has not (got)	She hasn't (got)	Has she (got)?
It has (got)	It's (got)	It has not (got)	It hasn't (got)	Has it (got)?
We have (got)	We've (got)	We have not (got)	We haven't (got)	Have we (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
I had	Полная форма I did not have	Краткая форма 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
<b>Число</b>	изменяется	не изменяется
<b>Род</b>	изменяется	не изменяется
<b>Падеж</b>	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
<b>- ful</b>	useful doubtful	полезный сомневающийся
<b>- less</b>	helpless useless	беспомощный бесполезный
<b>- ous</b>	famous dangerous	известный опасный
<b>- al</b>	formal central	формальный центральный
<b>- able</b>	eatable capable	съедобный способный

### Приставочный способ образования имен прилагательных

Приставка	Пример	Перевод
<b>un -</b>	<b>uncooked</b> <b>unimaginable</b>	<b>невареный</b> <b>невообразимый</b>
<b>in -</b>	<b>incapable</b> <b>inhuman</b>	<b>неспособный</b> <b>негуманный</b>
<b>il -</b>	<b>illegal</b> <b>illiberal</b>	<b>нелегальный</b> <b>необразованный</b>
<b>im -</b>	<b>impossible</b> <b>impractical</b>	<b>невозможный</b> <b>непрактичный</b>
<b>dis -</b>	<b>dishonest</b> <b>disagreeable</b>	<b>бесчестный</b> <b>неприятный</b>
<b>ir -</b>	<b>irregular</b> <b>irresponsible</b>	<b>неправильный</b> <b>безответственный</b>

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
<b>interested</b> – интересующийся, заинтересованный	<b>interesting</b> - интересный
<b>bored</b> - скучающий	<b>boring</b> - скучный
<b>surprised</b> - удивленный	<b>surprising</b> - 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
<b>cold</b> - холодный	<b>colder</b> - холоднее	<b>the coldest</b> - самый холодный
<b>big</b> - большой	<b>bigger</b> - больше	<b>the biggest</b> - самый большой
<b>kind</b> - добрый	<b>kinder</b> - добрее	<b>the kindest</b> - самый добрый

По этому же способу образуются степени сравнения двусложных прилагательных оканчивающихся на **-y, -er, -ow, -ble**:

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
-----------------------	-----------------------	----------------------

<b>clever</b> — умный <b>easy</b> - простой <b>able</b> - способный <b>busy</b> - занятой	<b>cleverer</b> - умнее <b>easier</b> - проще <b>abler</b> - способнее <b>busier</b> - более занятой	<b>the cleverest</b> - самый умный <b>the easiest</b> - самый простой <b>the ablest</b> - самый способный <b>the busiest</b> - 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:

**large** – **larger** - **the largest** / большой – больше – самый большой  
**brave** – **braver** – **the bravest** / 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** – **bigger** – **biggest** / большой – больше – самый большой  
**hot** – **hotter** – **hottest** / горячий – горячее – самый горячий  
**thin** – **thinner** – **thinnest** / тонкий – тоньше – самый тонкий

Если прилагательное заканчивается на “**y**” с предшествующей согласной, то в сравнительной и превосходной степени “**y**” переходит в “**i**”:

**busy** – **busier** – **busiest** / занятой – более занятой – самый занятой  
**easy** – **easier** – **easiest** / 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
<b>beautiful</b> - красивый <b>interesting</b> – интересный <b>important</b> - важный	<b>more beautiful</b> - красивее <b>more interesting</b> - интереснее <b>more important</b> - важнее	<b>the most beautiful</b> - самый красивый <b>the most interesting</b> - самый интересный <b>the most important</b> - самый важный

### Особые формы

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
<b>good</b> - хороший <b>bad</b> - плохой <b>little</b> - маленький <b>much/many</b> - много <b>far</b> - далекий/далеко <b>old</b> - старый	<b>better</b> - лучше <b>worse</b> - хуже <b>less</b> - меньше <b>more</b> - больше <b>farther/further</b> - дальше <b>older/elder</b> - старше	<b>the best</b> - самый лучший <b>the worst</b> - самый плохой <b>the least</b> - самый маленький, меньше всего <b>the most</b> - больше всего <b>the farthest/furthest</b> - самый дальний <b>the oldest/eldest</b> - 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
<b>beautiful</b> – красивый <b>interesting</b> - интересный	<b>less beautiful</b> - менее красивый	<b>the least beautiful</b> – самый некрасивый

<b>important</b> - важный	<b>less interesting</b> – менее интересный <b>less important</b> - менее важный	<b>the least interesting</b> – самый неинтересный <b>the least important</b> – самый неважный
---------------------------	--	--

#### Другие средства сравнения двух предметов или лиц

Конструкция	Комментарий	Примеры
<b>As...as</b> (такой же, так же)	Для сравнения двух объектов одинакового качества	He is <b>as</b> strong <b>as</b> a lion. Он такой же сильный, как лев. She is <b>as</b> clever <b>as</b> an owl. Она такая же умная, как сова.
<b>Not so...as</b> (не такой, как)	в отрицательных предложениях	He is <b>not so</b> strong <b>as</b> a lion. Он не такой сильный, как лев. She is <b>not so</b> clever <b>as</b> an owl. Она не такая умная, как сова.
<b>The...the</b> (с двумя сравнительными степенями)	показывает зависимость одного действия от другого	<b>The more</b> we are together <b>the happier</b> we are. Чем больше времени мы проводим вместе, тем счастливее мы становимся. <b>The more</b> I learn this rule <b>the less</b> 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

<b>1043</b>	ten forty-three
<b>1956</b>	nineteen fifty-six
<b>1601</b>	sixteen o one
<b>2003</b>	two thousand three
<b>В 2003 году</b>	in two thousand three
<b>1 сентября</b>	the first of September
<b>23 февраля</b>	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. Ноль 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, ноль 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**

<p><b>Mining University</b> – Горный университет;  <b>higher educational institution</b> - высшее учебное заведение;  <b>to provide</b> - зд. Предоставлять;  <b>full-time education</b> - очное образование;  <b>extramural education</b> - заочное образование;  <b>to award</b> – награждать;  <b>post-graduate courses</b> – аспирантура;</p>	<p><b>scientific research centre</b> - центр научных исследований;  <b>master of science</b> - кандидат наук;  <b>capable</b> – способный;  <b>to take part in</b> - принимать участие;  <b>graduate</b> – выпускник;  <b>to dedicate</b> – посвящать;  <b>to carry out scientific work</b> - выполнять научную работу;</p>
<p><b>Faculty of Mining Technology</b> - горно – технологический;  <b>Faculty of Engineering and Economics</b> - инженерно-экономический;  <b>Institute of World Economics</b> – Институт мировой экономики;  <b>Faculty of Mining Mechanics</b> - горно-механический;  <b>Faculty of Civil Protection</b> – гражданской защиты;  <b>Faculty of City Economy</b> – городского хозяйства;</p>	<p><b>Faculty of Geology &amp; Geophysics</b> – геологии и геофизики;  <b>Faculty of extramural education</b> – заочный;  <b>department</b> – кафедра;  <b>dean</b> – декан;  <b>to train specialists in</b> - готовить специалистов;  <b>to consist of</b> - состоять из;  <b>preparatory</b> – подготовительный;  <b>additional</b> – дополнительный;  <b>to offer</b> – предлагать;</p>
<p><b>to house</b> - размещать /ся/;  <b>building</b> – здание;  <b>Rector’s office</b> – ректорат;  <b>Dean’s office</b> – деканат;  <b>department</b> – кафедра;  <b>library</b> – библиотека;  <b>reading hall</b> - читальный зал;  <b>assembly hall</b> - актовый зал;  <b>layout</b> - расположение, план;  <b>administrative offices</b> - административные отделы;</p>	<p><b>computation centre</b> - вычислительный центр;  <b>canteen</b> – столовая;  <b>to have meals</b> – питаться;  <b>hostel</b> – общежитие;  <b>to go in for sports</b> - заниматься спортом;  <b>wrestling</b> – борьба;  <b>weight lifting</b> - тяжелая атлетика;  <b>skiing</b> - катание на лыжах;  <b>skating</b> - катание на коньках;  <b>chess</b> – шахматы;</p>
<p><b>academic work</b> - учебный процесс;  <b>academic year</b> - учебный год;  <b>to consist of</b> - состоять из;  <b>bachelor's degree</b> - степень бакалавра;</p>	<p><b>general geology</b> - общая геология;  <b>foreign language</b> - иностранный язык;  <b>to operate a computer</b> - работать на компьютере;</p>

<p><b>course of studies</b> - курс обучения;  <b>to last</b> - длиться;  <b>term</b> - семестр;  <b>to attend lectures and classes</b> - посещать лекции и занятия;  <b>period</b> - пара, 2 – х часовое занятие;  <b>break</b> - перерыв;  <b>subject</b> - предмет;  <b>descriptive geometry</b> - начертательная геометрия;</p>	<p><b>to take a test (an exam)</b> - сдавать зачет, экзамен;  <b>to pass a test (an exam)</b> - сдать зачет, экзамен;  <b>to fail a test (an exam)</b> - не сдать зачет, экзамен;  <b>to fail in chemistry</b> - не сдать химию;  <b>holidays, vacations</b> - каникулы;  <b>to present graduation paper</b> - представлять дипломные работы;  <b>for approval</b> - к защите;</p>
--	--

*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 нефтегазопромисловых 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 of industrial units and technological complexes - электропривод 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 методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; according to some specializations: geoinformatics – геоинформатика; applied geophysics - прикладная геофизика; structural geophysics - структурная геофизика; geological surveying and exploration of mineral deposits - геологическая съемка и поиски МПИ; geology and mineral exploration - геология и разведка МПИ; prospecting and exploration of underground waters and engineering - геологическая разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания; applied geochemistry, petrology and mineralogy - прикладная геохимия, петрология 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 Mining 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 of 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 hall, 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 / 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. действия, 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 book 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. Billy 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/have known** 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 (shorter 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 play yesterday afternoon. (=They did their homework first and then they went out to play.)

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. (Сейчас 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:... while 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 early earthquake 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. In 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, фитнес клуб  
 a playground – игровая детская площадка  
 a plant/a factory – завод/фабрика  
 a police station – полицейский участок  
 a gas station/a petrol station – заправочная автозаправка, 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 our 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 days in 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

<u>Глаголы</u>	<u>Значение</u>	<u>Примеры</u>
<b>CAN</b>	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 вежливая просьба	Can we go home? — Нам можно пойти домой? Could you <a href="#">tell me</a> what time it is now? – Не могли бы вы подсказать, который сейчас час?
<b>MAY</b>	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 <b>MIGHT (+ perfect infinitive)</b>	You might have told me that. – Ты мог бы мне это сказать.
<b>MUST</b>	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.
<b>SHOULD OUGHT TO</b>	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 <a href="#">зонт</a> .
<b>SHALL</b>	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?
<b>WILL</b>	готовность, нежелание/отказ	The door won't open. — Дверь не открывается.
	вежливая просьба	Will you go with me? – Ты сможешь пойти со мной?
<b>WOULD</b>	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.
<b>NEED</b>	необходимость	Do you need to work so hard? – Тебе надо столько работать?
<b>NEEDN'T</b>	отсутствие необходимости	She needn't go there. — Ей не нужно туда идти.
<b>DARE</b>	Посметь	How dare you say that? – Как ты смеешь такое говорить?

#### Модальные единицы эквивалентного типа

<b>to be able (to) = can</b>	Возможность соверш-я конкрет-го дей-ия в опред. момент	She <b>was able</b> to change the situation then. (Она тогда была в состоянии (могла) изменить ситуацию).
<b>to be allowed (to) = may</b>	Возмож-ть совер-ия дей-ия в наст.-м, прош-ом или буд-ем + оттенок разрешения	My sister <b>is allowed to</b> play outdoors. (Моей сестре разрешается играть на улице).
<b>to have (to) = ought, must, should</b>	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом или буд-ем при опред-х об-вах	They <b>will have to</b> set up in business soon. (Им вскоре придется открыть свое дело).
<b>to be (to) = ought, must, should</b>	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом при наличии опред. планов, распис-ий и т.д.	We <b>are to</b> 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 приходиться, 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 технических 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 <b>can speak</b> French – Он говорит по-французски.	Boris said that he <b>could speak</b> French – Борис сказал, что он говорит по-французски.
Present Continuous » Past Continuous	They <b>are listening</b> to him – Они слушают его	I <b>thought they were listening</b> to him – Я думал, они слушают его.
Present Perfect » Past Perfect	Our teacher <b>has asked</b> my parents to help him – Наш учитель попросил моих родителей помочь ему.	Mary <b>told</b> me that our teacher <b>had asked</b> my parents to help him – Мария сказала мне, что наш учитель попросил моих родителей помочь ему.



Past Simple » Past Perfect	I <b>invited</b> her – Я пригласил ее.	Peter <b>didn't know</b> that I <b>had invited</b> her – Петр не знал, что я пригласил ее.
Past Continuous » Past Perfect Continuous	She <b>was crying</b> – Она плакала	John <b>said</b> that she <b>had been crying</b> – Джон сказал, что она плакала.
Present Perfect Continuous » Past Perfect Continuous	It <b>has been raining</b> for an hour – Дождь идет уже час.	He <b>said</b> that it <b>had been raining</b> for an hour – Он сказал, что уже час шел дождь.
Future Simple » Future in the Past	She <b>will show</b> us the map – Она покажет нам карту.	I <b>didn't expect</b> she <b>would show</b> 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 можем 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.

- James said, 'My boss wants me to go to London tomorrow.'  
James said ...*his*... boss wanted to go to London the following day.
- 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.
- George said, 'I've bought a new car for my mum.'  
George said ... had bought a new car for ... mum.
- Julie said to me, 'I need you to help me with the shopping.'  
Julie told me that ... needed ... to help ... with the shopping.
- John said, 'I'd like to take you out to dinner.'  
John said ... 'd like to take ... out to dinner.
- 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.

- 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* алевроит

**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; *pl* **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; **hypabyssal** - *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; **finest** - *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* sill, пластовая интрузия

**stock** - *n* штوك, небольшой батолит

**vein** - *n* жила, прожилок, пропласток

**band** - *n* слой; полоса; прослойка (*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* изготавливать, 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; **folding** - *n* складчатость, смешение (*пласта*) без разрыва  
**inflare** - *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* прослойка  
**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 (*руды*); выплавлять (*металл*)  
**store** - *v* запасать, хранить на складе; вмещать  
**strata** - *n pl om 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**; засеивать, 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** - *l* почва горной выработки, почва пласта (жилы); **quarry** ~ подошва карьера; пол, настил

**govern** - *v* править, управлять; руководить; определять, обуславливать

**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 (*крепни*); 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* удовлетворять(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 ~*

**hydraulicling** - *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** ~ шламный насос; *v* качать; накачивать; откачивать

**reclamation** - *n* восстановление; осушение; извлечение крепи; ~ **of land** восстановление участка (*после открытых работ*)

**sidecasting** - *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 устройство (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 and 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, Kazakhstan, 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 <b>to speak</b> to you.	Рад поговорить с вами. (Всегда радуюсь, когда говорю с вами).
Continuous	I am glad <b>to be speaking</b> to you.	Рад, что сейчас разговариваю с вами.
Perfect	I am glad <b>to have spoken</b> to you.	Рад, что поговорил с вами.
Perfect Continuous	I am glad <b>to have been speaking</b> to you.	Рад, что уже давно (все это время) разговариваю с вами.
Simple Passive	I am (always) glad <b>to be told</b> the news.	Всегда рад, когда мне рассказывают новости.

Perfect Passive	I am glad <b>to have been told</b> 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	<b>writing</b>	<b>being written</b>
	Perfect	<b>having written</b>	<b>having been written</b>
Participle II (Past Participle)			<b>written</b>

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	<b>writing</b>	<b>being written</b>
Perfect	<b>having written</b>	<b>having been written</b>

**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 (хвалять 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/about** *...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 *if*. *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**

Зав. кафедрой иностранных языков и  
деловой коммуникации



к.п.н., доц. Юсупова  
Л. Г.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Б1.О.03 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Направление подготовки

***15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств***

Профиль

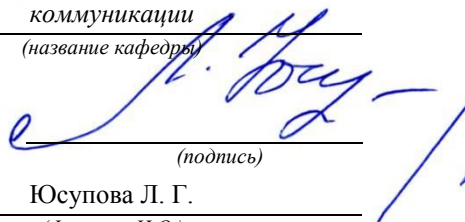
***Автоматизация и цифровые технологии в горной промышленности***

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Одобрена на заседании кафедры

*Иностранных языков и деловой  
коммуникации*  
(название кафедры)

Зав. кафедрой



Юсупова Л. Г.  
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 19.09.2023 г.  
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

*горно-механического факультета*  
(название факультета)

Председатель



Осипов П.А.  
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023 г.  
(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 days in 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 and 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, Kazakhstan, 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*, оборот *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

<b>Название темы</b>	<b>Страницы учебников</b>	
	<i>Агабекян И. П.</i>	<i>Журавлева Р.И.</i>
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 <i>to be</i> и <i>to have</i>	102-104	6-8
Оборот <i>there+be</i>	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 падежных 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:

<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III Дополнение</b>			<b>IV</b>
<b>Подлежащее</b>	<b>Сказуемое</b>	<b>Косвенное без предлога</b>	<b>Прямое</b>	<b>Косвенное с предлогом</b>	<b>Обстоятельство</b>
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 переводиться 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. Раннее 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	<b>personal</b>	личные
2	<b>possessive</b>	притяжательные
3	<b>demonstrative</b>	указательные
4	<b>indefinite and negative</b>	неопределенные и отрицательные
5	<b>quantifiers</b>	количественные
6	<b>reflexive</b>	возвратные
7	<b>reciprocal</b>	взаимные
8	<b>relative</b>	относительные
9	<b>defining</b>	определительные
10	<b>interrogative</b>	вопросительные

#### I. Личные (personal) местоимения

Общий падеж		Объектный падеж	
<b>I</b>	я	<b>me</b>	мне, меня
<b>he</b>	он	<b>him</b>	его, ему
<b>she</b>	она	<b>her</b>	ей, о ней
<b>it</b>	ОНО, ЭТО	<b>it</b>	ей, ему, этому
<b>we</b>	мы	<b>us</b>	нам, нас





<b>every</b>	<b>everything - все</b>
<b>some</b>	<b>Body/one - для одушевленных (кто-то):</b> <b>somebody/someone</b> – кто-то, кто-нибудь
<b>any</b>	<b>anybody/anyone</b> - кто-то, кто-нибудь
<b>no</b>	<b>body/one</b> <b>nobody / no one</b> - никого, никто
<b>every</b>	<b>everybody /everyone</b> – все, каждый
<p>Местоимение <b>some</b> и основа <b>body</b> должны произноситься и писаться слитно, в противном случае вместо <b>somebody</b> – кто-то, получится <b>some body</b> - какое-то тело,  <b>Something/somebody/someone</b> - в утвердительных предложениях, <b>anything/anybody/anyone</b> - в отрицательных и вопросительных предложениях, <b>nothing/nobody/no one</b> – в отрицательных.  <b>Anything/anybody/anyone</b> - также используются в утвердительных предложениях, но в значении <i>что угодно/кто угодно</i></p>	

<b>somewhere</b> - где-нибудь, куда-нибудь	<b>anywhere</b> - где угодно
<b>nowhere</b> - нигде	<b>everywhere</b> - везде

### V. Количественные (quantifiers) местоимения

<p><b>Many</b> и <b>much</b> - оба слова обозначают “много”, с <b>исчисляемыми</b> существительными (теми, которые можно посчитать, можно образовать множественное число) используется слово <b>many</b>, а с <b>неисчисляемыми</b> - слово <b>much</b>.</p>	
<p><b>many girls</b> - много девочек  <b>many boys</b> - много мальчиков  <b>many books</b> - много книжек</p>	<p><b>much snow</b> - много снега  <b>much money</b> - много денег  <b>much time</b> - много времени</p>
<p><b>How many?</b> } сколько?  <b>How much?</b> }</p>	<p><b>How many girls?</b> - Сколько девочек?  <b>How much sugar?</b> - Сколько сахара?  <b>How much sugar?</b> - Сколько сахара?</p>
<p><b>a lot of...</b> - много - используется и с <b>исчисляемыми</b>, и с <b>неисчисляемыми</b> существительными  <b>a lot</b> без (of) используется и без существительного.  <b>Сравните:</b> He writes <b>a lot of</b> funny stories. Он пишет много забавных рассказов.  He writes <b>a lot</b>. Он много пишет.</p>	
<p><u>В утвердительных</u> предложениях используйте <b>a lot of</b>.  <u>В отрицательных</u> и в вопросительных <b>many/much</b>,  <b>Сравните:</b>  (+)  My grandmother often cooks <b>a lot of</b> tasty things. Моя бабушка часто готовит много вкусного.  (-)  But we don't eat <b>much</b>. Но мы не едим много. (?) Do you eat much? Вы много едите?  Иногда слова <b>much</b> и <b>a lot</b> являются синонимами слова “<b>часто</b>”:  Do you ski <b>much</b>? Вы много (часто) катаетесь на лыжах? No, not much (= not often). Нет, не часто.</p>	

### Few, little, a few, a little

С **неисчисляемыми** существительными используйте слово **little** (мало), а с **исчисляемыми** - **few** (мало).

<p><b>few books</b> - мало книг  <b>few girls</b> - мало девочек  <b>few boys</b> - мало мальчиков</p>	<p><b>little time</b> - мало времени  <b>little money</b> - мало денег  <b>little snow</b> - мало снега</p>
<p><b>little</b> } мало (т.е. надо еще)  <b>few</b> }</p>	<p><b>a little</b> } немного (т.е. пока хватает)  <b>a few</b> }</p>

### 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 each other rather friendly.** Они разговаривали друг с другом довольно дружелюбно.

**They always help one another.** Они всегда помогают друг другу.

### VIII. Относительные (relative) местоимения

**Who (whom), whose, which, that**

who	Именительный падеж <b>who</b> (подлежащее) <b>The girl <u>who</u> is playing the piano is my sister.</b> Девочка, которая играет на пианино, - моя сестра.
	Объектный падеж <b>whom</b> (дополнение) <b>The man <u>whom</u> I love the best is your brother.</b> Человек, которого я люблю больше всех, - твой брат.
which	Для неодушевленных предметов и животных <b>The flowers <u>which</u> you brought me were pretty nice.</b> Цветы, которые ты мне принес, очень милые.
whose	Для одушевленных существительных <b>This is the man <u>whose</u> book we read yesterday.</b> Это человек, книгу которого мы читали вчера.
	Для неодушевленных существительных <b>We saw the tree <u>whose</u> leaves were absolutely yellow.</b> Мы увидели дерево, листья которого были абсолютно желтыми.
that	Для одушевленных существительных <b>This is the man <u>that</u> we saw yesterday.</b> Это мужчина, которого мы видели вчера.
	Для неодушевленных существительных <b>This is the film <u>that</u> we saw yesterday.</b> Это фильм, который мы видели вчера.

### IX. Определительные (defining) местоимения

**all**

Употребление	Примеры	Перевод
определяет неисчисляемые	He spent <b>all his</b> time fishing on the	Он провел все свое время,

<b>существительные</b>	lake.	ловя рыбу на озере.
<b>определяет исчисляемые существительные</b>	<b>All the boys like football. (the после all!)</b>	Все мальчишки любят футбол.
<b>all = everything</b>	I know <b>all/everything</b> .	Я знаю всё.
<b>all = everybody</b>	<b>All</b> were hungry. <b>Everybody</b> was hungry.	Все были голодны. Все были голодны.
<b>we all = ail of us</b> <b>you all = all of you</b> <b>they all = ail of them</b>	We <b>all</b> love you very much = <b>All</b> of us love you very much.	Мы все тебя очень любим

### both

Употребление	Примеры	Перевод
определяет существительные	<b>Both (the/my) friends like football.</b>	Оба моих друга любят футбол
допускается использование артикля вместо указательных местоимений после both	<b>Both these/the men are Russian.</b>	Оба (эти) мужчины - русские.
употребляется вместо существительного	<b>He gave me two apples. Both were sweet.</b>	Он дал мне два яблока. Оба были сладкими.
they both = both of them you both = both of you we both = both of us	<b>They both (both of them) came to visit us.</b>	Они оба пришли навестить нас.
в устойчивой конструкции <b>both...and.</b>	<b>Both mother father were at home</b>	И мама, и папа были дома.
в отрицательных предложениях <b>вместо both</b> используется <b>neither</b>	<b>Both of them know English. Neither of them know English.</b>	Они оба знают английский. Ни один из них не знает английского.

### either/neither

	Употребление	Примеры	Перевод
<b>either</b>	любой из двух (артикуль не ставится)	<b>I've got 2 cakes. Take either cake.</b>	У меня 2 пирожных. Возьми любое.
	каждый, оба, и тот, и другой	<b>There are windows on either side of the house.</b>	С обеих сторон дома есть окна.
	заменяет существительное (глагол в ед. числе)	<b>Either of dogs is always hungry.</b>	Любая из собак вечно голодная.
<b>neither</b>	отрицательное местоимение-определение (ни тот, ни другой)	<b>Neither of examples is correct.</b>	Ни один из примеров не верен.
	в констр. <b>neither... nor</b> (ни... ни)	<b>I like neither tea, nor coffee.</b>	Я не люблю ни чай, ни кофе.

### other, another, the other, the others (другой, другие)

	Употребление	Примеры	Перевод
<b>the other</b>	другой (второй), другой из двух	<b>You've got 2 balls: one and the other.</b>	У тебя 2 мяча: один и другой.
<b>another</b>	другой из многих, еще один	<b>Take another ball.</b>	Возьми другой мяч. (Любой, но не этот.)
<b>other</b>	другие (любые), не последние	<b>Take other 2 balls.</b>	Возьми другие 2 мяча. (Из многих.)

<b>the others</b>	другие (определенные)	<b>There are 4 balls: 2 balls are red and the others are blue.</b>	Есть 4 мяча: 2 красных, а другие 2 - синие.
-------------------	-----------------------	--	---

### X. *Вопросительные (interrogative) местоимения*

<b>what</b>	что	<b>What's this?</b>	Что это?
<b>which</b>	который	<b>Which of them?</b>	Который из них?
<b>who</b>	кто, кого	<b>Who was that?</b>	Кто это был?
<b>whom</b>	кого	<b>Whom did you meet?</b>	Кого ты встретил?
<b>whose</b>	чей	<b>Whose book is it?</b>	Чья это книга?

### Имя существительное. The Noun

Категории	Существительное в русском языке	Существительное в английском языке
Число	<b>Изменяется</b>	<b>Изменяется</b>
Падеж	<b>Изменяется</b>	<b>Не изменяется</b>

### The Plural Form of Nouns

Образование множественного числа у английских существительных

Способ образования	Примеры	Перевод
<b>после глухих согласных</b>	<b>a book - books</b> <b>a cup - cups</b>	<b>книга - книги</b> <b>чашка - чашки</b>
<b>после звонких согласных и гласных</b> -	a name - names a girl - girls	<b>имя - имена</b> <b>девочка - девочки</b>
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 -у: 1) гласная +у	<b>a toy - toys</b> <b>a boy - boys</b>	игрушка - игрушки мальчик - мальчики
2) согласная + у	<b>a family - families</b> <b>a story - stories</b>	<b>семья - семьи</b> <b>история - истории</b>
слово заканчивается на -file	<b>a leaf - leaves</b> <b>a shelf - shelves</b>	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
<b>ox</b>	oxen	<b>бык - быки</b>
<b>tooth</b>	teeth	<b>зуб - зубы</b>

### 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 than that one - Этот стол больше, чем тот (стол).  
 These tables are bigger than those ones. - Эти столы больше, чем те (столы).

<b>Со словами one/ones может быть использован артикль, если перед ними стоит прилагательное.</b>	
<b>What apple do you want?</b> Какое ты хочешь яблоко? <b>The red one. Красное.</b>	<b>What apples do you want?</b> Какие яблоки ты хочешь? <b>The red ones. Красные.</b>

Английские существительные не имеют падежных окончаний традиционно выделяют два падежа -общий и притяжательный.

#### Общий падеж

И. п. Эта девочка хорошо говорит по-английски. Р. п. Это собака той девочки. Д. п. Я дал яблоко той девочке. . В. п. Я вижу маленькую девочку. . Т. п. Я люблю гулять с этой девочкой. П. п. Я часто думаю об этой девочке.	This girl speaks English well. It's a dog of that girl. I gave an apple to that girl. I can see a little girl. I like to play with this girl. I 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 ball 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 ball - 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



Упомянув объект впервые, перед ним ставят неопределенный артикль a/an при вторичном 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... I am a... 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 Sesame 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 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 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. 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 Netherlands, 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 вопросах was/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
I was	Полная форма	Краткая форма	Was I?
You were	I was not	I wasn't	Were you?
He was	You were not	You weren't	Was he?
	He was not	He wasn't	

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
There was There were	Полная форма There was not There were not	Краткая форма There wasn't There weren't	Was there? 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
I had	Полная форма I did not have	Краткая форма 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
<b>Число</b>	изменяется	не изменяется
<b>Род</b>	изменяется	не изменяется
<b>Падеж</b>	изменяется	не изменяется

## Образование имен прилагательных

Имена прилагательные бывают: <b>простые и производные</b> К <b>простым</b> 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	useful doubtful	полезный сомневающийся
- less	helpless useless	беспомощный бесполезный
- ous	famous dangerous	известный опасный
- al	formal central	формальный центральный
- able	eatable capable	съедобный способный

#### Приставочный способ образования имен прилагательных

Приставка	Пример	Перевод
un -	uncooked unimaginable	невареный невообразимый
in -	incapable inhuman	неспособный негуманный
il -	illegal illiberal	нелегальный необразованный
im -	impossible impractical	невозможный непрактичный
dis -	dishonest disagreeable	бесчестный неприятный
ir -	irregular irresponsible	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
<b>interested</b> – интересующийся, заинтересованный	<b>interesting</b> - интересный
<b>bored</b> - скучающий	<b>boring</b> - скучный
<b>surprised</b> - удивленный	<b>surprising</b> - 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
<b>cold</b> - холодный	<b>colder</b> - холоднее	<b>the coldest</b> - самый холодный
<b>big</b> - большой	<b>bigger</b> - больше	<b>the biggest</b> - самый большой
<b>kind</b> - добрый	<b>kinder</b> - добрее	<b>the kindest</b> - самый добрый

По этому же способу образуются степени сравнения двусложных прилагательных оканчивающихся на **-y, -er, -ow, -ble**:

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
<b>clever</b> — умный	<b>cleverer</b> - умнее	<b>the cleverest</b> - самый умный
<b>easy</b> - простой	<b>easier</b> - проще	<b>the easiest</b> - самый простой
<b>able</b> - способный	<b>abler</b> - способнее	<b>the ablest</b> - самый способный
<b>busy</b> - занятой	<b>busier</b> - более занятой	<b>the busiest</b> - 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:

**large** – **larger** - **the largest** / большой – больше – самый большой  
**brave** – **braver** – **the bravest** / 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** – **bigger** – **biggest** / большой – больше – самый большой  
**hot** – **hotter** – **hottest** / горячий – горячее – самый горячий  
**thin** – **thinner** – **thinnest** / тонкий – тоньше – самый тонкий

Если прилагательное заканчивается на “y” с предшествующей согласной, то в сравнительной и превосходной степени “y” переходит в “i”:

**busy** – **busier** – **busiest** / занятой – более занятой – самый занятой  
**easy** – **easier** – **easiest** / 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
<b>beautiful</b> - красивый	<b>more beautiful</b> - красивее	<b>the most beautiful</b> - самый красивый
<b>interesting</b> – интересный	<b>more interesting</b> - интереснее	<b>the most interesting</b> - самый интересный
<b>important</b> - важный	<b>more important</b> - важнее	<b>the most important</b> - самый важный

### Особые формы

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
-----------------------	-----------------------	----------------------

<b>good</b> - хороший <b>bad</b> - плохой <b>little</b> - маленький <b>much/many</b> - много <b>far</b> - далекий/далеко <b>old</b> - старый	<b>better</b> - лучше <b>worse</b> - хуже <b>less</b> - меньше <b>more</b> - больше <b>farther/further</b> - дальше <b>older/elder</b> - старше	<b>the best</b> - самый лучший <b>the worst</b> - самый плохой <b>the least</b> - самый маленький, меньше всего <b>the most</b> - больше всего <b>the farthest/furthest</b> - самый дальний <b>the oldest/eldest</b> - 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
<b>beautiful</b> – красивый <b>interesting</b> - интересный <b>important</b> - важный	<b>less beautiful</b> - менее красивый <b>less interesting</b> – менее интересный <b>less important</b> - менее важный	<b>the least beautiful</b> – самый некрасивый <b>the least interesting</b> – самый неинтересный <b>the least important</b> – самый неважный

### Другие средства сравнения двух предметов или лиц

Конструкция	Комментарий	Примеры
<b>As...as</b> (такой же, так же)	Для сравнения двух объектов одинакового качества	He is <b>as strong as</b> a lion. Он такой же сильный, как лев. She is <b>as clever as</b> an owl. Она такая же умная, как сова.
<b>Not so...as</b> (не такой, как)	в отрицательных предложениях	He is <b>not so strong as</b> a lion. Он не такой сильный, как лев. She is <b>not so clever as</b> an owl. Она не такая умная, как сова.
<b>The...the</b> (с двумя сравнительными степенями)	показывает зависимость одного действия от другого	<b>The more</b> we are together <b>the happier</b> we are. Чем больше времени мы проводим вместе, тем счастливее мы становимся. <b>The more</b> I learn this rule <b>the less</b> 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

<b>1043</b>	ten forty-three
<b>1956</b>	nineteen fifty-six
<b>1601</b>	sixteen o one
<b>2003</b>	two thousand three
<b>В 2003 году</b>	in two thousand three
<b>1 сентября</b>	the first of September
<b>23 февраля</b>	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. Ноль 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 / 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. действия, 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 продолжают 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 (shorter 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 play yesterday afternoon. (=They did their homework first and then they went out to play.)

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. (Сейчас 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:... while 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:

<b>Название темы</b>	<b>Страницы учебников</b>	
	<i>Агабекян И. П.</i>	<i>Журавлева Р.И.</i>
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

<b>Глаголы</b>	<b>Значение</b>	<b>Примеры</b>
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 <u>tell me</u> what time it is now? – Не могли бы вы подсказать, который сейчас час?
<b>MAY</b>	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 <b>MIGHT (+ perfect infinitive)</b>	You might have told me that. – Ты мог бы мне это сказать.
<b>MUST</b>	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.
<b>SHOULD OUGHT TO</b>	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 <u>зонт</u> .
<b>SHALL</b>	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?
<b>WILL</b>	готовность, нежелание/отказ	The door won't open. — Дверь не открывается.
	вежливая просьба	Will you go with me? – Ты сможешь пойти со мной?
<b>WOULD</b>	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.
<b>NEED</b>	необходимость	Do you need to work so hard? – Тебе надо столько работать?
<b>NEEDN'T</b>	отсутствие необходимости	She needn't go there. — Ей не нужно туда идти.
<b>DARE</b>	Посметь	How dare you say that? – Как ты смеешь такое говорить?

#### Модальные единицы эквивалентного типа

<b>to be able (to) = can</b>	Возможность соверш-я конкрет-го дей-ия в опред. момент	She <b>was able</b> to change the situation then. (Она тогда была в состоянии (могла) изменить ситуацию).
<b>to be allowed (to) = may</b>	Возмож-ть совер-ия дей-ия в наст.-м, прош-ом или буд-ем + оттенок разрешения	My sister <b>is allowed to</b> play outdoors. (Моей сестре разрешается играть на улице).
<b>to have (to) = ought, must, should</b>	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом или буд-ем при опред-х об-вах	They <b>will have to</b> set up in business soon. (Им вскоре придется открыть свое дело).
<b>to be (to) = ought, must, should</b>	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом при наличии опред. планов, распис-ий и т.д.	We <b>are to</b> 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 приходиться, to fly летать, to 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 технических 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 залогоу. 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 <b>can speak</b> French – Он говорит по-французски.	Boris said that he <b>could speak</b> French – Борис сказал, что он говорит по-французски.
Present Continuous » Past Continuous	They <b>are listening</b> to him – Они слушают его	I <b>thought</b> they <b>were listening</b> to him – Я думал, они слушают его.
Present Perfect » Past Perfect	Our teacher <b>has asked</b> my parents to help him – Наш учитель попросил моих родителей помочь ему.	Mary <b>told</b> me that our teacher <b>had asked</b> my parents to help him – Мария сказала мне, что наш учитель попросил моих родителей помочь ему.
Past Simple » Past Perfect	I <b>invited</b> her – Я пригласил ее.	Peter <b>didn't know</b> that I <b>had invited</b> her – Петр не знал, что я

		пригласил ее.
Past Continuous » Past Perfect Continuous	She <b>was crying</b> – Она плакала	John <b>said</b> that she <b>had been crying</b> – Джон сказал, что она плакала.
Present Perfect Continuous » Past Perfect Continuous	It <b>has been raining</b> for an hour – Дождь идет уже час.	He <b>said</b> that it <b>had been raining</b> for an hour – Он сказал, что уже час шел дождь.
Future Simple » Future in the Past	She <b>will show</b> us the map – Она покажет нам карту.	I <b>didn't expect</b> she <b>would show</b> 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 можем 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	<b>Чему я рад?</b>	
Simple	I am glad <b>to speak</b> to you.	Рад поговорить с вами. (Всегда радуюсь, когда говорю с вами).
Continuous	I am glad <b>to be speaking</b> to you.	Рад, что сейчас разговариваю с вами.
Perfect	I am glad <b>to have spoken</b> to you.	Рад, что поговорил с вами.
Perfect Continuous	I am glad <b>to have been speaking</b> to you.	Рад, что уже давно (все это время) разговариваю с вами.
Simple Passive	I am (always) glad <b>to be told</b> the news.	Всегда рад, когда мне рассказывают новости.
Perfect Passive	I am glad <b>to have been told</b> 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	<b>writing</b>	<b>being written</b>
	Perfect	<b>having written</b>	<b>having been written</b>
Participle II (Past Participle)			<b>written</b>

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	<b>writing</b>	<b>being written</b>
Perfect	<b>having written</b>	<b>having been written</b>

**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 *if*. *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 *I 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** чугу́н; **cast iron** чугу́н, чугу́нная 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 and 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 горных 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 ones 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** - а абиссальный, глубинный; **hypabissal** - а гипабиссальный

**adjacent** - а смежный, примыкающий

**ash** - п зола

**belt** - п пояс; лента; ремень

**body** - п тело, вещество; **solid (liquid, gaseous) bodies** твердые (жидкие, газообразные) вещества; породная масса; массив; месторождение; пласты

**common** - а обычный; общий; *syn* **general**; *ant* **uncommon**

**cool** - в 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; **finer** - *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* саль, 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 them 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 сочетании 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; прослойка (*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 (*машинной*); 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:**

**ТЕКСТ 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 прослойка) 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**; засеять, 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** - *в* вскрывать (*месторождение*); нарезать (*новую лаву, забой*); **opening** - *п* горная выработка; подготовительная выработка; вскрытие месторождения  
**panning** - *п* промывка (*золотоносного песка в лотке*)  
**processing** - *п* обработка; - **industry** обрабатывающая промышленность  
**prove** - *в* разведывать (*характер месторождения или залегания*); доказывать; испытывать, пробовать; **proved** - *а* разведанный, достоверный; **proving** - *п* опробование, предварительная разведка  
**search** - *в* исследовать; (*for*) искать (*месторождение*); *п* поиск; *syn* **prospecting**  
**sign** - *п* знак, символ; признак, примета  
**store** - *в* хранить, накапливать (*о запасах*)  
**work** - *в* работать; вынимать, извлекать (*уголь, руду*); вырабатывать; **workable** - *а* подходящий для работы, пригодный для разработки, рабочий (*о пласте*); рентабельный;  
**working** - *п* 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 (of a deposit)        | е) to make a preliminary estimation      |
| 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 (*залези*); 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 квершлагги  
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
однойцевые 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**

<b>Mining University</b> – Горный университет; <b>higher educational institution</b> - высшее учебное заведение; <b>to provide</b> - зд. Предоставлять; <b>full-time education</b> - очное образование; <b>extramural education</b> - заочное	<b>scientific research centre</b> - центр научных исследований; <b>master of science</b> - кандидат наук; <b>capable</b> – способный; <b>to take part in</b> - принимать участие; <b>graduate</b> – выпускник; <b>to dedicate</b> – посвящать;
---	---

<p>образование;  <b>to award</b> – награждать;  <b>post-graduate courses</b> – аспирантура;</p>	<p><b>to carry out scientific work</b> - выполнять научную работу;</p>
<p><b>Faculty of Mining Technology</b> - горно – технологический;  <b>Faculty of Engineering and Economics</b> - инженерно-экономический;  <b>Institute of World Economics</b> – Институт мировой экономики;  <b>Faculty of Mining Mechanics</b> - горно-механический;  <b>Faculty of Civil Protection</b> – гражданской защиты;  <b>Faculty of City Economy</b> – городского хозяйства;</p>	<p><b>Faculty of Geology &amp; Geophysics</b> – геологии и геофизики;  <b>Faculty of extramural education</b> – заочный;  <b>department</b> – кафедра;  <b>dean</b> – декан;  <b>to train specialists in</b> - готовить специалистов;  <b>to consist of</b> - состоять из;  <b>preparatory</b> – подготовительный;  <b>additional</b> – дополнительный;  <b>to offer</b> – предлагать;</p>
<p><b>to house</b> - размещать /ся/;  <b>building</b> – здание;  <b>Rector’s office</b> – ректорат;  <b>Dean’s office</b> – деканат;  <b>department</b> – кафедра;  <b>library</b> – библиотека;  <b>reading hall</b> - читальный зал;  <b>assembly hall</b> - актовывй зал;  <b>layout</b> - расположение, план;  <b>administrative offices</b> - административные отделы;</p>	<p><b>computation centre</b> - вычислительный центр;  <b>canteen</b> – столовая;  <b>to have meals</b> – питаться;  <b>hostel</b> – общежитие;  <b>to go in for sports</b> - заниматься спортом;  <b>wrestling</b> – борьба;  <b>weight lifting</b> - тяжелая атлетика;  <b>skiing</b> - катание на лыжах;  <b>skating</b> - катание на коньках;  <b>chess</b> – шахматы;</p>
<p><b>academic work</b> - учебный процесс;  <b>academic year</b> - учебный год;  <b>to consist of</b> - состоять из;  <b>bachelor's degree</b> - степень бакалавра;  <b>course of studies</b> - курс обучения;  <b>to last</b> - длиться;  <b>term</b> - семестр;  <b>to attend lectures and classes</b> - посещать лекции и занятия;  <b>period</b> - пара, 2 – х часовое занятие;  <b>break</b> - перерыв;  <b>subject</b> - предмет;  <b>descriptive geometry</b> - начертательная геометрия;</p>	<p><b>general geology</b> - общая геология;  <b>foreign language</b> - иностранный язык;  <b>to operate a computer</b> - работать на компьютере;  <b>to take a test (an exam)</b> - сдавать зачет, экзамен;  <b>to pass a test (an exam)</b> - сдать зачет, экзамен;  <b>to fail a test (an exam)</b> - не сдать зачет, экзамен;  <b>to fail in chemistry</b> - не сдать химию;  <b>holidays, vacations</b> - каникулы;  <b>to present graduation paper</b> - представлять дипломные работы;  <b>for approval</b> - к защите;</p>

*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 of industrial units and technological complexes - электропривод 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 методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; according to some specializations: geoinformatics – геоинформатика; applied geophysics - прикладная геофизика; structural geophysics - структурная геофизика; geological surveying and exploration of mineral deposits - геологическая съемка и поиски МПИ; geology and mineral exploration - геология и разведка МПИ; prospecting and exploration of underground waters and engineering - геологическая разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания; applied geochemistry, petrology and mineralogy - прикладная геохимия, петрология 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 – универсам
- 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, фитнес 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; *pl* **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; **finer** - *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* sill, пластовая интрузия

**stock** - *n* штوك, небольшой батолит

**vein** - *n* жила, прожилок, пропласток

**band** - *n* слой; полоса; прослойка (*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* изготавливать, 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; **folding** - *n* складчатость, смешение (*пласта*) без разрыва  
**inflare** - *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* прослойка  
**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 (*руды*); 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**; засеивать, 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** - *l* почва горной выработки, почва пласта (жилы); **quarry** ~ подошва карьера; пол, настил

**govern** - *v* править, управлять; руководить; определять, обуславливать

**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* удовлетворять(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; нагрывать; *n* породный отвал, терриконик; *syn spoil ~, waste ~*

**hydraulicling** - *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** ~ шламный насос; *v* качать; накачивать; откачивать

**reclamation** - *n* восстановление; осушение; извлечение крепи; ~ **of land** восстановление участка (*после открытых работ*)

**sidecasting** - *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; обрушаться(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* подъемная 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 embarrassing 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 Diplomat 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 you 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 born in 1873 in Tambov. In 1892 he finished school with honours<sup>1</sup> 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 subjects<sup>2</sup> 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 Sulim 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 chairs<sup>5</sup> 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; *суп* **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 foundation<sup>1</sup> 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 establish<sup>3</sup> 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 considered<sup>5</sup> 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* алевроит  
**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.<sup>1</sup> 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) алевроит 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; *pl* **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 предложения 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** - *в* изготавливать, производить; *суп* **produce**

**mudstone** - *п* аргиллит

**purpose** - *п* цель; намерение; *суп* **aim, goal**

**shale** - *п* 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. Укажите, 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; **folding** - *n* складчатость, смешение (*пласта*) без разрыва

**inflare** - *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 (*руды*); выплавлять (*металл*)

**store** - *v* запасать, хранить на складе; вмещать

**strata** - *n pl om 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 и 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, обуславливать

**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 in 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 thickness 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 are 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 квершлагги
  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* удовлетворять(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	<b>A4</b>
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	<b><i>Иванова Мария Ивановна</i></b> 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 sea 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 km<sup>2</sup>. 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-file 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 signs 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 is 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, etc., 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.

<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Характеристика оценочного средства</i>	<i>Методика применения оценочного средства</i>	<i>Наполнение оценочного средства в КОС</i>	<i>Составляющая компетенции, подлежащая оценке</i>
<b>Экзамен:</b>				
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 УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**

**Б1.О.10 ФИЗИКА**

Направление подготовки:

**15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Специализация:

**Автоматизация и цифровые технологии в горной промышленности**

форма обучения: очная, заочная, очно-заочная

год набора: 2024

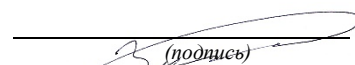
Автор: Зайцев Д.В., д.ф.-м.н.

Одобрена на заседании кафедры

Физики

(название кафедры)

Зав. кафедрой

 (подпись)

Зайцев Д.В.

(Фамилия И.О.)

№ 16 от 28 сентября 2023 г.

(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  
2023

## Содержание

Требования к оформлению отчета по лабораторным работам.....	4
Определение плотности твердого тела правильной геометрической формы.....	5
Определение скорости полёта пули при помощи баллистического маятника.....	10
Определение момента инерции системы тел.....	15
Динамическое определение массы с помощью инерционных весов.....	21
<i>Определение модуля Юнга твердых тел динамическим методом .....</i>	<i>26</i>
Определение модуля сдвига по крутильным колебаниям.....	32
Определение массы моля и плотности воздуха.....	38
Определение отношения теплоемкости газа при постоянном давлении к теплоемкости газа при постоянном объеме.....	42
Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом отрыва кольца.....	48
Определение коэффициента динамической вязкости жидкости по методу Стокса.....	54
Литература.....	61



Студенты должны приходить на лабораторные занятия, изучив руководство к лабораторной работе, с заготовкой отчета содержащей пункты 1 – 6 .Таблицы в заготовке отчета заполняются по мере выполнения работы. Полученные данные необходимо показать преподавателю для проверки.

### **Требования к оформлению отчета по лабораторным работам**

Отчет по лабораторным занятиям должен содержать следующее :

1. фамилию и инициалы студента, индекс группы, дату выполнения работы;
2. наименование выполняемой работы;
3. цель работы, краткую теорию, основные расчетные формулы;
4. характеристики используемых приборов сводятся в таблицу «Используемые приборы»:

Таблица

Наименование прибора	Пределы измерения прибора	Цена наименьшего деления

5. эскиз или схема установки;
6. таблицу результатов измерений;
7. расчет искомой величины;
8. расчет погрешностей;
9. запись окончательного результата в виде:

$$a = \langle a \rangle \pm \langle \Delta a \rangle$$

10. анализ результатов и краткие выводы, содержащие сравнение полученных результатов с табличными значениями.

### Лабораторная работа № 1

Определение плотности твердого тела правильной геометрической формы

*Цель работы : определение плотности твердого тела правильной геометрической формы, ознакомление с устройством и правилами работы с измерительными инструментами.*

### Краткая теория

Плотность определяется отношением массы однородного тела к его объему :

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1.1)$$

т.е. плотность численно равна массе единицы объема тела.

В данной работе исследуемое тело имеет форму цилиндра, следовательно, объем его выразится формулой

$$V = \frac{\pi d^2}{4} h, \quad (1.2)$$

где  $d$  – диаметр,

$h$  – высота цилиндра.

Подставляя это значение в уравнение ( 1.1. ), получим выражение для вычисления плотности :

$$\rho = \frac{4m}{\pi d^2 h}, \quad (1.3)$$

Из полученного соотношения ( 1.3 ) следует, что для определения  $\rho$  нужно измерить значения  $m, d, h$  .

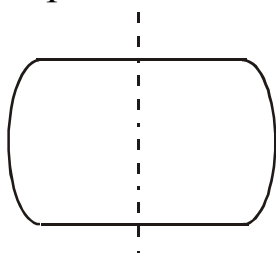
### Выполнение работы.

Приборы и материалы: весы, штангенциркуль, микрометр, исследуемое тело ( цилиндрической формы ).

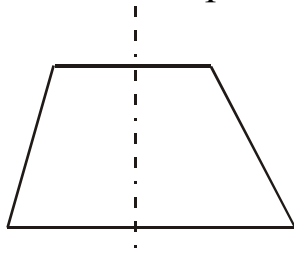
### Порядок выполнения работы.

1. Взвешивают тело на весах . Правила взвешивания приложены к весам. Результат заносят в таблицу 1.1.

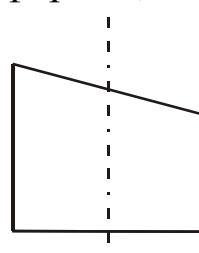
2. Известно , что исследуемое тело вращения ( цилиндр ) , невозможно изготовить идеальной формы. При механической обработке детали возникают погрешности формы , например :



Бочкообразность



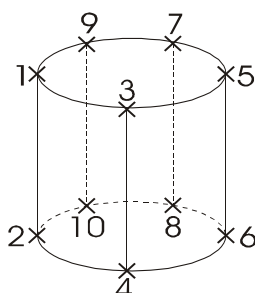
Конусность



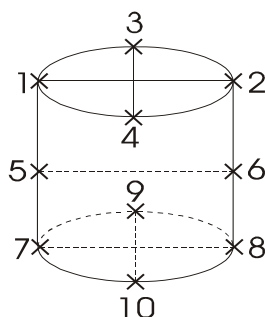
Не параллельность  
оснований

Поэтому для точного определения объема образца  $V$  , при планировании эксперимента важно правильно выбрать сечения для снятия размеров  $d$  и  $h$  .

Например : при определении  $h$  рекомендуется последовательно поворачивая образец проводить измерения длин образующих 1-2, 3-4, 5-6, 7-8, 9-10 .



При определении диаметра  $d$  рекомендуется проводить измерения в следующем порядке 1-2, 3-4, 5-6, 7-8, 9-10 :



При дальнейшей обработке результатов измерений, средняя арифметическая величина размеров  $h$  и  $d$  считается наиболее близкой к истинной .

Штангенциркуль

Штангенциркули позволяют производить отсчет линейных размеров с точностью до 0,05 мм. Штангенциркулем измеряют высоту тела. Для этого зажимают цилиндр между ножками штангенциркуля и по положению нуля нониуса отсчитывают по линейке – (масштабу) целое число миллиметров. Далее смотрят, какое деление нониуса совпадет с каким делением масштаба .

Пример : на рис.1.1 нуль нониуса перешел за 40 мм масштаба и 6 деление нониуса совпадает с одним из делений масштаба. Следовательно, высота цилиндра 40,30 мм.



Рис.1.1. Штангенциркуль

### Микрометр

Прибор для измерения линейных размеров. На барабане микрометра нанесено 50 делений, следовательно для получения значения точности измерений указанной на приборе ( 0,01 мм) каждый миллиметр нижней шкалы поделен пополам рисками верхней шкалы :  $\frac{0,5\text{мм}}{50\text{дел.}} = 0,01\text{мм.}$

При проведении измерений :

а) Если кромка барабана не перешла за риску верхней шкалы , то размер = число делений нижней шкалы + число делений шкалы барабана.

б) Если кромка барабана перешла за риску верхней шкалы , то размер = число делений нижней шкалы + 0,5 мм + число делений шкалы барабана. Пример (рис.1.2). Микрометром измеряют диаметр тела. Измеряемое тело зажимают между опорной пятой и винтом ( рис.1.2 ) . На головке винта находится трещетка, за которую и следует вращать винт. По линейной шкале отсчитывают деление, за которое перешла кромка барабана. На рис.1.2 это 11,50 мм.

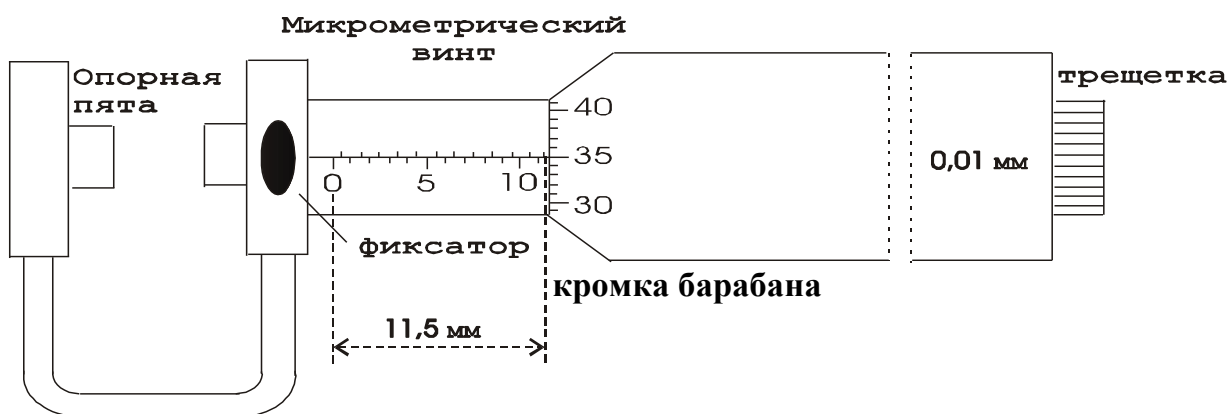


Рис.1.2 Микрометр

Затем определяют деление барабана, которое совпало с продольным штрихом линейной шкалы (35 деление на рис.1.2)

Следовательно, так как каждое деление барабана равно 0,01 мм, диаметр цилиндра будет :  $11,50 \text{ мм} + 0,35 \text{ мм} = 11,85 \text{ мм}$ .

2. Высоту и диаметр цилиндра измеряют пять раз. Из пяти результатов измерений находят среднее значения величины и вычисляют погрешности. Результаты измерений и вычислений записываются в таблицу 1.1.

При подсчете средней величины погрешности, значения погрешностей берутся по модулю, т.к. согласно нормальному распределению Гаусса равновероятно получение положительной либо отрицательной погрешности. При последующем суммировании с учетом знака результат будет равен 0, что не соответствует действительности.

При записи окончательного результата следует учитывать, что точность не может превышать точность результатов, полученных при измерениях.

Таблица 1.1  
Результаты измерений

Измерения	$h, \text{ мм}$	$\Delta h, \text{ мм}$	$d, \text{ мм}$	$\Delta d, \text{ мм}$	$m, \text{ г}$	$\Delta m, \text{ г}$
1						
2						
3						
4						

5						
средние значения	$\bar{h} =$	$\overline{\Delta h} =$	$\bar{d} =$	$\overline{\Delta d} =$		

Плотность тела рассчитывается по формуле ( 1.3 ), в которой для величин диаметра и высоты берутся средние значения из таблицы 1.1.

### Вычисление погрешностей и окончательный результат

Относительная погрешность определения плотности:

$$E_{\rho} = \frac{\overline{\Delta \rho}}{\bar{\rho}} = \frac{\Delta m}{m} + 2 \frac{\overline{\Delta d}}{\bar{d}} + \frac{\overline{\Delta h}}{\bar{h}} . \quad (1.4)$$

Абсолютная погрешность:

$$\overline{\Delta \rho} = E_{\rho} \bar{\rho} . \quad (1.5)$$

Окончательный результат :

$$\rho = \bar{\rho} \pm \overline{\Delta \rho} . \quad (1.6)$$

Сравнением полученного результата с табличными значениями плотности твердых тел определяют материал из которого изготовлен цилиндр.

Записывают выводы.

### Контрольные вопросы

1. Что называется плотностью тела ?
2. Вывести расчетную формулу определения плотности цилиндра.
3. Пояснить порядок выполнения работы.
4. Какие измерения в данной работе относятся к прямым , какие к косвенным ?
5. Как вычисляются абсолютная и относительная погрешности при многократных и однократных измерениях ?
6. Вывести формулу для относительной погрешности при определении плотности тела в данной работе.
7. Сравните относительные погрешности прямых измерений в данной работе. Неточность измерений какой величины (  $m$  ,  $h$  или  $d$  ) дает наибольший вклад в погрешность определения плотности ?

## **Определение скорости полёта пули при помощи баллистического маятника**

*Цель работы : Определение скорости полёта пули при помощи баллистического маятника.*

### **Краткая теория**

Скорость полёта пули обычно достигает значительной величины: у духового ружья она составляет 150-200 м/с ,а у боевой винтовки 1000 м/с. Поэтому прямое измерение скорости т.е. определение времени, за которое пуля проходит известное расстояние, требует специальной аппаратуры. Много проще измерить скорость пули косвенными методами, среди которых широко распространены методы, основанные на неупругом соударении, т.е. соударении, в результате которого сталкивающиеся тела соединяются вместе и продолжают движение как целое.

Пусть летящая пуля испытывает неупругий удар со свободным неподвижным телом значительно большей массы. После удара тело и пуля начинают двигаться вместе, причём их скорость во столько раз меньше скорости пули, во сколько раз масса пули меньше массы тела (этот результат легко получить с помощью закона сохранения количества движения). Если теперь определить сравнительно небольшую скорость тела с пулей, то легко можно вычислить и скорость полёта пули.

Используемый в настоящей работе баллистический маятник представляет собой небольшую цилиндрическую коробку, заполненную вязким веществом (глиной с глицерином или пластилином) и укреплённую на стержне жёстко соединённом с осью вокруг которой маятник может совершать свободные колебания.

Со стороны пушки коробка маятника открыта и пуля проникания внутрь застревает в вязкой среде, теряя свою начальную скорость, сообщает маятнику импульс, под действием которого он отклоняется от исходного вертикального положения на угол  $\alpha$  .



Выстрел пулей производится из небольшой пружинной пушки: нажимая на рычаг, освобождают сжатую пружину, которая выбрасывает пулю в направлении коробки маятника.

В данной работе для определения скорости полёта пули используются два физических закона: закон сохранения импульса для замкнутых систем (в замкнутой системе тел полный импульс системы не изменяется со временем) и закон сохранения энергии (полная энергия консервативной системы тел не изменяется со временем).

Для рассмотрения прямого центрального неупругого соударения двух тел запишем закон сохранения импульса:

$$m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2 = m_1 \vec{V} + m_2 \vec{V}, \quad (2.1)$$

где  $m_1$  - масса пули ;

$m_2$  - масса маятника ;

$V_1$  - скорость пули до соударения ;

$V_2$  - скорость маятника до соударения ;

$V$  - скорость пули и маятника в первый момент после удара.

Так как до соударения маятник находился в покое ( $V_2=0$ ), то слагаемое  $m_2 V_2=0$  и уравнение ( 2.1 ) можно записать в виде:

$$m_1 \vec{V}_1 = (m_1 + m_2) \vec{V}. \quad (2.2)$$

С другой стороны к пуле застрявшей в маятнике и маятнику может быть применён закон сохранения и превращения энергии для данной системы имеем :

$$\frac{(m_1 + m_2) \cdot V^2}{2} = (m_1 + m_2) gh, \quad (2.3)$$

где  $g=9,81 \text{ м/с}^2$ .

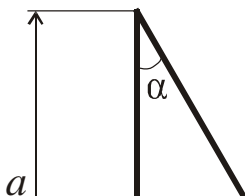
Левая часть этого уравнения даёт выражение для кинетической энергии системы в первый момент после удара, а правая для потенциальной энергии системы в момент достижения наибольшего отклонения маятника где  $g$  означает ускорение свободного падения, а  $h$  высоту подъёма центра тяжести маятника с пулей (рис.2.1)

Решая совместно уравнения (2.2) и (2.3) выразим скорость полета пули до соударения:

$$V_1 = \frac{(m_1 + m_2)}{m_1} \sqrt{2gh}. \quad (2.4)$$

Между высотой  $h$  и углом отклонения, как видно из рис.1, существует простая связь:

$$h = a - a \cdot \cos \alpha = 2a \sin^2 \frac{\alpha}{2}. \quad (2.5)$$



### Рис. 2.1. Схема отклонения маятника

Если принять во внимание малость величины угла отклонения  $\alpha$ , то можно с некоторым приближением считать имеющим место равенство:

$$\sin \frac{\alpha}{2} \approx \frac{l}{2a}. \quad (2.6)$$

И высоту  $h$  представить, подставив (2.6) в (2.5), как

$$h = \frac{l^2}{2a}. \quad (2.7)$$

Выражение для скорости пули (подставив (2.7) в (2.4)) примет вид:

$$V_1 = \frac{(m_1 + m_2)}{m_1} l_0 \sqrt{\frac{g}{a}}, \quad (2.8)$$

где  $a$  – расстояние от оси вращения до центра тяжести маятника с пулей;  $l_0$  - длина дуги, стягивающей угол  $\alpha$ .

В этой формуле не учитываются силы, которые делают колебания маятника затухающими, а именно сила трения в опорах маятника и сопротивление воздуха.

Для их учёта, сделав отсчёт максимальной амплитуды первого отклонения ( $l$ ) при выстреле не останавливая маятник, дают ему сделать 10 полных колебаний ( $n=10$ ) и отсчитывают амплитуду последнего (десятого) колебания ( $l_1$ ).

Счёт полных колебаний производят с момента наибольшего отклонения, которое наблюдается вслед за выстрелом. Уменьшение амплитуды за  $n$  полных колебаний будет  $(l-l_1)$ , а поправка за четверть периода на трение будет:

$$k = \frac{l-l_1}{4n}. \quad (2.9)$$

Отклонение маятника при выстреле с учётом поправки на трение будет равно:

$$l_0 = l + k . \quad (2.10)$$

Подставляя (6.10) в (6.8) получим окончательную формулу для определения скорости полёта пули:

$$V_1 = \frac{(m_1 + m_2)}{m_1} (l + k) \sqrt{\frac{g}{a}} . \quad (2.11)$$

### Выполнение работы

Приборы и материалы: баллистический маятник, пружинная пушка, металлическая пуля, технические весы с разновесами.

На весах определяют массу пули, массу коробки с вязким наполнителем. К массе коробки прибавляют массу стержня (указана на приборе). Выравнивают поверхность наполнителя, прикрепляют коробку к стержню. Устанавливают маятник указателем против нулевого деления шкалы.

Готовят пушку к выстрелу: сжимают пружину, вставляют пулю, прицеливаются и совершают выстрел.

Отсчёт отклонения маятника по шкале производят только в случае застревания в нём пули (если пуля отскочила или не попала в коробку, опыт следует повторить).

Когда пуля застряла в коробке, то один из наблюдателей должен записать значение максимального отклонения маятника. Далее представив возможность маятнику сделать десять полных колебаний записать величину отклонения десятого колебания. После этого извлечь пулю из коробки, выровнять поверхность наполнителя, повторить опыт, вытерев пулю.

Всего нужно произвести пять опытов (выстрелов) , а результаты измерений занести в таблицу.

Далее вычислить средние значения  $l$  ,  $\Delta l$  ,  $k$  ,  $\Delta k$  и заполнить табл. 2.1.

Подставив средние значения величин  $l$  и  $k$  в формулу (2.11) и по средним значениям рассчитать среднее значение скорости полёта пули до соударения с препятствием.

Таблица 2.1

#### Результаты измерений

№	Первоначальное отклонение маятника		Определение затуханий			
	$l$ (см)	$\Delta l$ (см)	$l_1$ (см)	$n$	$k$	$\Delta k$ (см)
1						
2						

3						
4						
5						
	$\bar{l} =$	$\bar{\Delta l} =$	$\bar{l}_1 =$	$\bar{k} =$	$\bar{\Delta k} =$	
	$m_1 =$	$\Delta m_1 =$	$m_2 = m_{\text{коробки}} + m_{\text{стержня}} =$			
	$a =$	$\Delta a =$	$\Delta m_2 = \Delta m_{\text{коробки}} + \Delta m_{\text{стержня}} =$			

### Вычисление погрешностей

Относительная погрешность :

$$E = \frac{\overline{\Delta V_1}}{\overline{V_1}} = \frac{\Delta m_1 + \Delta m_2}{m_1 + m_2} + \frac{\Delta m_1}{m_1} + \frac{\overline{\Delta l} + \overline{\Delta k}}{\bar{l} + \bar{k}} + \frac{\Delta a}{2a}. \quad (2.12)$$

Абсолютная погрешность :

$$\overline{\Delta V_1} = E \cdot \overline{V_1}. \quad (2.13)$$

Окончательный результат:

$$V_{\text{нули}} = \overline{V_1} \pm \overline{\Delta V_1}. \quad (2.14)$$

Записывают выводы.

### Контрольные вопросы

1. Какая система тел называется замкнутой?
2. Формулировка закона сохранения импульса.
3. Какой удар называется упругим? неупругим? как выглядит запись закона сохранения импульса для каждого из них?
4. Формулировка закона сохранения и превращения энергии .
5. Как вычисляются погрешности измерений в данной работе.

## Лабораторная работа № 3

### Определение момента инерции системы тел

*Цель работы : экспериментальное определение момента инерции системы тел и сравнение полученного результата с теоретически рассчитанным значением для этой же системы тел.*

### Краткая теория

При описании вращения твердых тел различной формы пользуются понятием – момент инерции (  $J$  ). Моментом инерции системы (тела) относительно данной оси называется скалярная физическая величина, равная сумме произведений масс  $n$  материальных точек системы на квадрат расстояния до рассматриваемой оси.

$$J = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2, \quad (3.1) \text{ где}$$

$m_i$  – масса  $i$  – ой частицы твердого тела,

$r_i$  - радиус-вектор вращения  $i$  – ой частицы относительно оси вращения.

В случае непрерывного распределения масс эта сумма сводится к интегралу:  $J = \int r^2 dm$ , где интегрирование производится по всему объему тела, величина  $J$  в этом случае есть функция положения точки с координатами  $x, y, z$ .

Расчет моментов инерции для некоторых тел правильной геометрической формы дает следующие табличные выражения:

1. Сплошной цилиндр, диск:  $J = \frac{1}{2} m r^2$

2. Шар :  $J = \frac{2}{5} m r^2$

3. Полый, тонкостенный цилиндр:  $J = m r^2$

Момент инерции (  $J$  ) системы твердых тел – величина аддитивная, равная сумме моментов инерции отдельных тел (  $J_1; J_2; \dots; J_n$  ) этой системы :

$$J = J_1 + J_2 + \dots + J_n = \sum_{i=1}^n J_n. \quad (3.2)$$

Воспользовавшись формулой ( 2.2 ) , момент инерции для системы тел можно записать в виде :

$$J_{\text{системы}} = J_{\text{диска}} + J_{\text{вала}} + J_{\text{прилива}}, \quad (3.3)$$

$J_{\text{шкива}}$  в виду малости вклада не учитывается.

Теоретически момент инерции можно рассчитать , если тела имеют правильную геометрическую форму, именно так можно поступить в нашем случае :

$$J_{системы} = \frac{1}{2} m_{диска} r_{диска}^2 + \frac{1}{2} m_{вала} r_{вала}^2 + \frac{1}{2} m_{прилива} r_{прилива}^2 . \quad (3.4)$$

Момент инерции можно определить и опытным путем , используя второй закон динамики для вращательного движения. В соответствии с этим законом угловое ускорение ( $\varepsilon$  ) , с которым тело вращается вокруг неподвижной оси, прямо пропорционально вращательному моменту сил, действующих на тело, и обратно пропорционально моменту инерции тела:

$$\varepsilon = \frac{M}{J} , \quad (3.5)$$

где  $\varepsilon$  - угловое ускорение,

$J$  - момент инерции.

$M$  - момент сил, действующей на систему тел.

При постоянном моменте сил ( $M = const$  ) тело вращается равнопеременно ( $\varepsilon = const$  ) . Измерив величину углового ускорения , можно определить момент инерции системы тел.

$$J = \frac{M}{\varepsilon} . \quad (3.6)$$

Экспериментальная установка ( рис.3.1 ) состоит из массивного металлического диска  $A$  , который крепится на валу  $B$  при помощи прилива  $C$  . На деревянный шкив  $K$  наматывается нить, с закрепленным на ней сменным грузом массой  $m_{гр}$  .

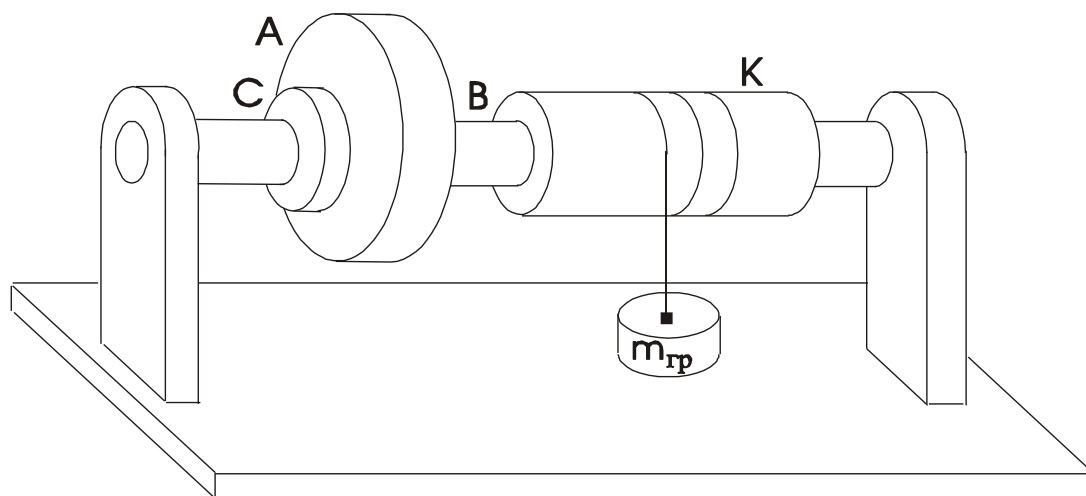
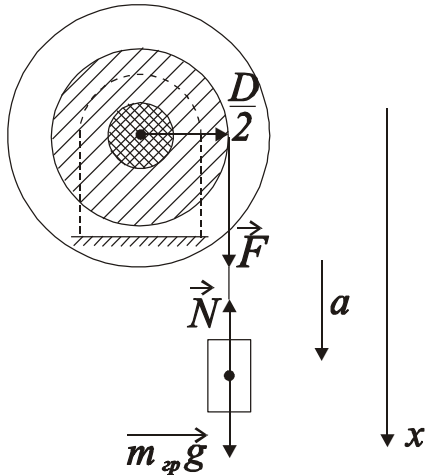


Рис.3.1 Общий вид установки

По третьему закону Ньютона, реакция нити  $N$  по модулю равна силе  $F$ , действующей на нить со стороны груза ( рис.3.2 ). Под действием груза создается момент силы относительно оси вращения:

$$M = F \frac{D}{2} \quad , \quad (3.7)$$

где  $F$  – модуль силы , приложенной посредством нити к шкиву,  
 $D$  - диаметр деревянного шкива.



Для нахождения величины силы  $F$  рассмотрим движение груза .

На груз действуют две силы: сила тяжести ( $\vec{m}_{zp}g$ ) и сила реакции нити ( $\vec{N}$ ). Согласно второму закону динамики для поступательного движения, спроецировав вектора на ось  $x$  , можно записать для данного случая равенство:

$$m_{zp}a = m_{zp}g - N \quad , \quad (3.8)$$

Рис.3.2  
 Схема приложения сил

где  $a$  – линейное ускорение движения груза,  
 $g$  – ускорение свободного падения ( $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ )

Отсюда выразим силу реакции нити :

$$N = m_{zp}(g - a) \quad . \quad (3.9)$$

Перепишем выражение ( 3.7 ) для момента силы, подставив вместо  $F$  выражение для  $N$  :

$$M = m_{zp}(g - a) \frac{D}{2} \quad . \quad (3.10)$$

Подставив выражение для  $M$  ( 3.10 ) в формулу ( 3.6 ) получим выражение для момента инерции :

$$J = \frac{D}{2\varepsilon} m_{zp}(g - a) \quad . \quad (3.11)$$

Угловое ускорение вращающейся системы , связано с линейным ускорением движения груза вниз , соотношением :

$$\varepsilon = \frac{2a}{D} \quad . \quad (3.12)$$

Линейное ускорение груза , опускающегося с высоты  $h$  можно рассчитать из соотношения :

$$a = \frac{2h}{t^2} \quad . \quad (3.13)$$



Подставив в формулу ( 3.11 ) для расчета момента инерции соотношение ( 3.12 ) и соотношение ( 3.13 ) получим искомую расчетную формулу для экспериментального определения момента инерции системы тел в окончательном виде :

$$J = \frac{D^2 t^2 m_{\text{гр}}}{8h} \left( g - \frac{2h}{t^2} \right) . \quad (3.14)$$

Проведя расчеты и сравнив полученные значения момента инерции системы тел экспериментально и теоретически мы сможем написать вывод о проделанной работе.

### Выполнение работы

Приборы и материалы: лабораторная установка ( рис.3.1 ) , секундомер, штангенциркуль, линейка, набор грузов ( 1, 2, 3 кг ) .

#### Порядок выполнения работы :

1. Теоретически рассчитывают момент инерции системы тел. Для этого параметры диска, прилива и вала заносим в таблицу № 3.1 . По этим данным рассчитывают моменты инерции отдельных тел , их величины суммируют по формуле ( 3.3 ) и заносят в таблицу № 3.1.

Таблица № 3.1

Данные для теоретического расчета момента инерции системы тел

тело	масса ( кг )	диаметр ( м )	момент инерции ( кг × м <sup>2</sup> )	
			отдельных тел	системы тел
Диск	11,00 ± 0,01	0,243 ± 0,001		
Прилив	0,40 ± 0,01			
Вал	0,90 ± 0,01			

2. Экспериментальное определение момента инерции этой же системы тел

Измеряют штангенциркулем диаметр деревянного шкива (Таблица № 3.2).

Прикрепляют конец нити к первому грузу  $m_1$ . Вращая диск наматывают нить на деревянный шкив, поднимая груз на высоту  $h = 1,25$  м. Высоту подъема измеряют линейкой от пола до нижнего основания груза. Отпускают груз, предоставляя ему свободно опускаться на нити. Секундомером определяют время падения груза. Опыт повторяют три раза. В таблицу № 3.2 заносят три значения времени падения груза  $m_1 = 1$  кг. Из трех значений рассчитывают среднее время, заносят его в таблицу. Опыт повторяют с грузами  $m_2 = 2$  кг и  $m_3 = 3$  кг, полученные данные заносят в таблицу № 3.2. Используя средние значения времени падения грузов, по формуле (3.14) рассчитывают три раза (соответственно трем значениям времени падения груза) момент инерции системы тел. Затем находят среднее значение момента инерции. Результаты заносят в таблицу № 3.2. Момент инерции деревянного шкива не учитывают в виду его малости.

Таблица № 3.2

**Данные для экспериментального определения момента инерции системы тел**

масса груза	Время падения груза $t$ (сек)			$\langle t \rangle$ (сек)	$J$ (кг $\times$ м <sup>2</sup> )	$\Delta J$ (кг $\times$ м <sup>2</sup> )
$m_1 = 1$ кг						
$m_2 = 2$ кг						
$m_3 = 3$ кг						
Диаметр деревянного шкива $D =$ (м)					$\langle J \rangle =$	$\langle \Delta J \rangle =$

### Вычисление погрешностей и окончательный результат

Находят абсолютные погрешности  $\Delta J_1$ ,  $\Delta J_2$ ,  $\Delta J_3$  моментов инерции, вычисленных для трех случаев, по ним определяют среднюю абсолютную погрешность  $\langle \Delta J \rangle$ .

Относительная погрешность определения момента инерции:

$$E = \frac{\overline{\Delta J}}{\overline{J}} 100\% \quad . \quad (3.15)$$

Окончательный результат:

$$J = \overline{J} \pm \overline{\Delta J} \quad . \quad (3.16)$$

Проводят сравнение значений момента инерции системы тел определенных экспериментально и рассчитанных теоретически.

Записывают выводы.

## Контрольные вопросы

1. Опишите установку, применяемую в данной работе.
2. Какие силы, приводящие систему в движение, действуют на груз ?
3. Сформулируйте основной закон динамики поступательного движения.
4. Сформулируйте основной закон динамики вращательного движения и поясните физический смысл входящих в этот закон величин.
5. Сделайте вывод расчетной формулы для экспериментального определения момента инерции.
6. Как можно теоретически рассчитать момент инерции ?
7. Вывести формулу относительной погрешности определения момента инерции диска при определении ее по формуле :
8. Изменится ли момент инерции системы при изменении массы подвешиваемых грузов ?

## Лабораторная работа № 4

### Динамическое определение массы с помощью инерционных весов

*Цель работы : определение массы тела динамическим методом.*

#### Краткая теория

Понятие о массе было введено Ньютоном при установлении им закона всемирного тяготения и законов динамики.

В законе тяготения масса тел рассматривается как источник и объект тяготения ( тяготеющая масса ), а в законах динамики – как мера инертности тел ( инертная масса ).

Рассмотрим два метода определения массы: статический и динамический.

При статическом методе масса тела может быть определена путем взвешивания, сравнением с эталоном массы в поле силы

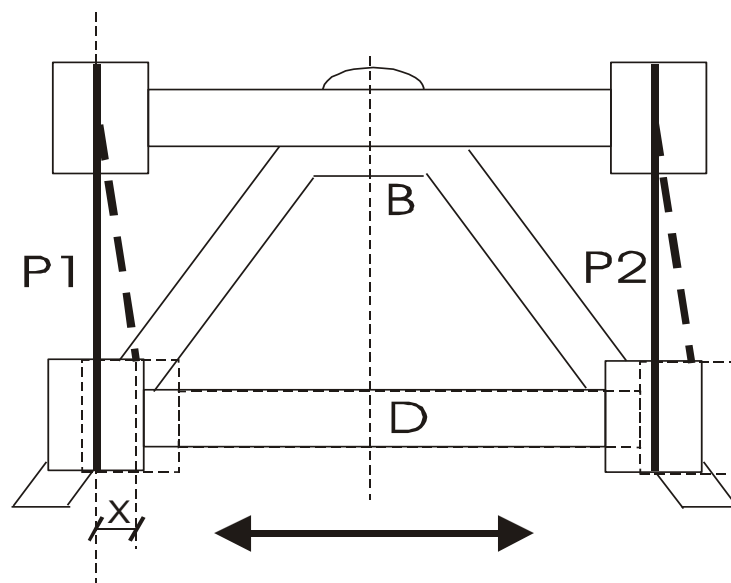
тяжести. Про тела, уравнивающие друг друга на равноплечных весах, говорят, что они имеют равные веса, а так как вес пропорционален массе, то, следовательно, и одинаковые массы (тяготеющие).

Массу тела можно определить и из динамического действия силы, зная величину силы и ускорение, приобретаемое при этом телом. По второму закону Ньютона :

$$m = \frac{F}{a} , \quad (4.1)$$

откуда следует, что при действии одной и той же силы на тела различной массы ускорение будет различным. Чем больше сопротивление тела изменению состояния, то есть, чем больше масса, тем меньше ускорение, приобретаемое телом.

Для определения массы динамическим методом служат инерционные весы. Инерционные весы (рис.4.1) состоят из массивного основания и платформы, закрепленной на двух плоских пружинах.



Положение равновесия

Рис.4.1 Инерционные весы (вид сверху)

Платформа может перемещаться в горизонтальной плоскости всегда стремясь занять положение равновесия за счет жесткости плоских пружин. Роль возвращающей силы  $F$  играет реакция упруго деформированных пружин подвеса платформы.

При изменении массы платформы жесткость пружин не изменяется, следовательно не изменяется величина возвращающей силы упругости  $F$ .

По закону Гука эта сила для упругих полос выражается уравнением :

$$F = -kx \quad , \quad (4.2)$$

где  $x$  - величина смещения платформы от положения равновесия ;

$k$  - коэффициент упругости пружины , выражающий величину силы, которая вызывает смещение, равное единице.

Запишем уравнение гармонического колебательного движения для смещения в виде :

$$x = A \sin \omega \cdot t \quad , \quad (4.3)$$

где  $A$  - амплитуда колебаний;

$\omega$  - циклическая частота колебаний.

Скорость  $V$  и ускорение  $a$  при колебательном движении определяется по формулами :

$$V = \frac{dx}{dt} = A\omega \cos \omega \cdot t \quad , \quad (4.4)$$

$$a = \frac{dV}{dt} = -A\omega^2 \sin \omega \cdot t \quad . \quad (4.5)$$

Учитывая, что  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  , где  $T$  - период колебаний, т.е. время одного полного колебания, получим :

$$a = -\omega^2 x = -\frac{4\pi^2}{T^2} x \quad . \quad (4.6)$$

Знак минус означает, что ускорение  $a$  и упругая сила  $F$  в колебательном движении всегда направлены противоположно смещению  $x$ . Подставив  $F$  и  $a$  в выражение для второго закона Ньютона ( 4.1 ), получим :

$$m = \frac{kT^2}{4\pi^2} \quad . \quad (4.7)$$

Зная период колебаний  $T$  и коэффициент упругости  $k$  , который для данных пластин есть величина постоянная, можно определить массу платформы с находящимся на ней грузом.

Если массу  $m$  рассматривать как сумму масс платформы  $m_0$  и груза  $m_x$  , то можно написать :

$$m_x = \frac{kT^2}{4\pi^2} - m_0 \quad . \quad (4.8)$$

В нашем случае величины  $k$  и  $m_0$  не известны, поэтому определение массы данного нам груза проведем с помощью инерционных весов и тарировочного графика построенного опытным путем (рис.4.2).

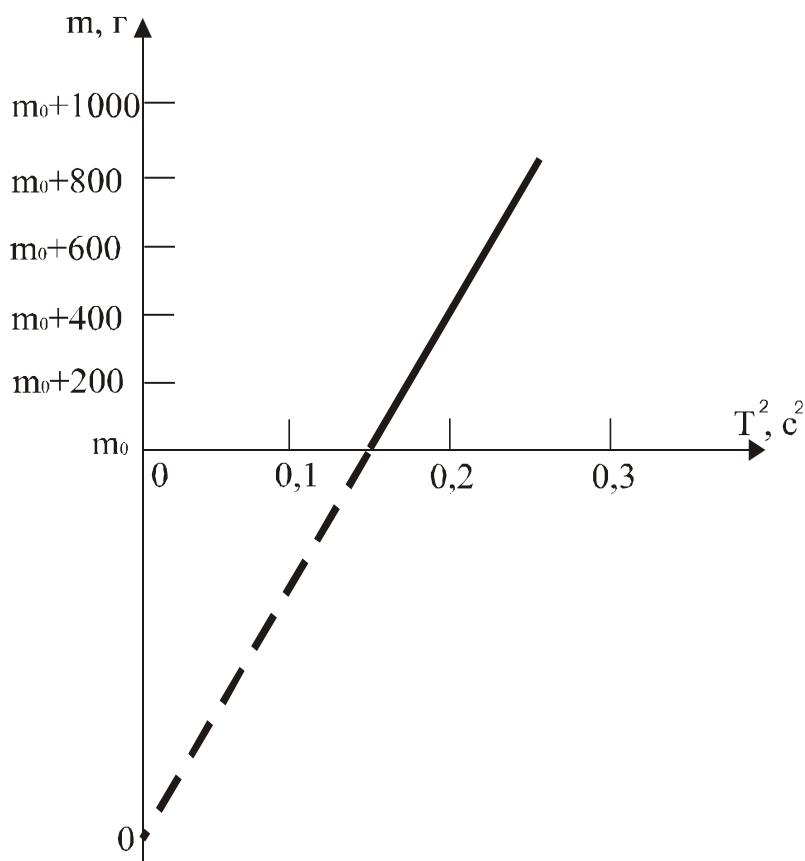


Рис.4.2 График зависимости между квадратом периода колебаний и массой платформы

#### Выполнение работы

Приборы и материалы: инерционные весы, пластина неизвестной массы, секундомер, набор грузов .

#### Порядок выполнения работы

Приводят в движение платформу весов с таким расчетом, чтобы амплитуда колебаний не превышала 1 см.

Наблюдая за колебаниями платформы, отсчитывают 50 колебаний. С последним отсчетом останавливая секундомер.

Опыт повторяют три раза, результаты записывают в таблицу 4.1. Находят среднее время 50 колебаний ( $\bar{t}$ ) и период колебаний:

$$T = \frac{\bar{t}}{n}, \quad (4.9) \text{ где}$$

$n$  - число колебаний.

Нагружая платформу последовательно: грузами 200, 400, 600, 800, 1000 г тем же способом определяют соответственно периоды колебаний платформы.

Убрав тарировочные грузы нагружают платформу грузом неизвестной массы и снова определяют период колебаний.

Во всех случаях, наблюдения проводят не менее трех раз, из которых находят среднее время 50 колебаний и значение периода колебаний для каждого груза на платформе.

По данным таблицы вычерчивают тарировочный график, откладывая по оси ординат значения массы платформы с грузами  $m$ , а по оси абсцисс соответственно значения квадрата периода колебаний платформы с грузами (рис.4.2).

Массу неизвестного груза определяют по графику, используя найденное значение квадрата периода его колебаний вместе с платформой.

Таблица 4.1  
Результаты измерений

Масса платформы с грузами $m$ , г	Время 50 колебаний $t$ , с			$\bar{t}$ , с	$T$ , с	$T^2$ , с <sup>2</sup>
	1	2	3			
пустая (без грузов)						
+ 200						
+ 400						
+ 600						
+ 800						
+ 1000						
+ $m_x$						

По графику можно определить и массу платформы  $m_0$ . Для этого прямую, выражающую график, проводят до пересечения с осью ординат, что дает начало отсчета по оси масс.

Измеряя отрезок от 0 до  $m_0$  в масштабе, выбранном для массы, находят массу платформы.

Записывают выводы.



1. Дайте определение массы и веса тела.
2. Есть ли разница между тяготеющей и инертной массой ?
3. Сформулируйте второй закон Ньютона и закон Гука, поясните физический смысл коэффициента упругости.
4. Под действием какой силы получается колебательное движение платформы ?
5. Чем характеризуется простое гармоническое колебание?
6. Указать, в каких точках пути при колебании платформы ускорение и скорость наибольшие по величине.
7. Что называют периодом колебания и как он определяется в данной работе?
8. Запишите формулы для нахождения периодов математического, физического и пружинного маятников.
9. Как определяется масса тела с помощью инерционных весов ?

## **Лабораторная работа № 5**

### **Определение модуля Юнга твердых тел динамическим методом**

*Цель работы: Определение модуля Юнга, ознакомление со способом определения модуля Юнга методом стоячих волн.*

#### Краткая теория

Закон Гука. Деформации растяжения и сжатия. Модуль Юнга.

Выясним количественную связь между силами, приложенными к твёрдому телу, и возникающим в нём деформациями. Решение задач подобного рода в теории упругости основано на законе Гука.

Возьмём круглый стержень длиной  $L$ , диаметром  $d$  и площадью поперечного сечения  $S$ . Пусть один конец стержня закреплён, а к другому приложена растягивающая сила  $\vec{F}$ . Величина растягивающей силы  $\vec{F}$ , отнесённая к единице площади  $S$ , называется напряжением  $P$

$$P = \frac{F}{S} . \quad (5.1)$$

Под действием силы  $\bar{F}$  длина стержня станет  $L_1$ , следовательно,  $\Delta L = L_1 - L$ .

Опытным путём установлено, что чем больше величина  $F$ , тем больше величина растяжения стержня.

Закон Гука - основной закон теории упругости, гласит: *при малых деформациях величина деформации пропорциональна напряжению.*

При больших деформациях закон Гука не выполняется. В образцах возникают остаточные деформации либо разрыв.

Таким образом, если справедлив закон Гука, то

$$\Delta L = kL \frac{F}{S}, \quad (5.2)$$

где  $k$  - коэффициент пропорциональности, зависящий от свойств материала образца. Принято пользоваться обратной величиной  $E = 1/k$ .

Тогда

$$\Delta L = \frac{1}{E} L \frac{F}{S}, \quad (5.3)$$

откуда

$$E = \frac{L}{\Delta L} \cdot \frac{F}{S}. \quad (5.4)$$

Величина  $E$  называется модулем Юнга, модулем продольной упругости. Если при испытаниях на прочность предел упругости не перейдён, то  $E$  представляет постоянную величину, определяющую упругие свойства данного материала.

**В технике значение модуля Юнга выражают в Паскалях, Па=Н/м<sup>2</sup>, например:**

$E_{стали} = 220$  ГПа;  $E_{железа} = 207,9$  ГПа;  $E_{меди} = (80 - 125)$  ГПа;  
 $E_{свинца} = 18$  ГПа;  $E_{дерева} = 11$  ГПа.

Динамический метод определения модуля Юнга

Если один конец стержня заставить испытывать периодические сжатия (растяжения) в направлении его длины, в стержне возникнут стоячие продольные волны. Стержень при этом начинает «звучать» – возникает явление резонанса.

Так как в нашей установке стержень в середине жёстко закреплен, в этой точке смещения отсутствуют, и в ней всегда будет находиться узел скоростей  $V_{прод}$ .

Максимальные колебания стержня (основной резонанс) наблюдаются при выполнении условия :

$$L = \frac{\lambda}{2}, \quad (5.5)$$

где  $L$  - длина стержня;

$\lambda$  - длина продольной волны.

При этом на концах стержня будут пучности и смещения (рис.5.1)

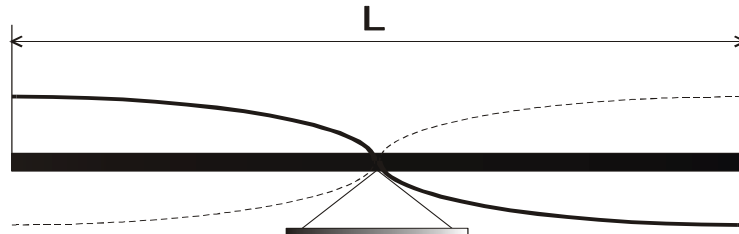


Рис. 5.1.Схема излучателя колебаний

так как

$$\lambda = \frac{V_{\text{прод}}}{\nu}, \quad (5.6)$$

где  $V_{\text{прод}}$  - скорость продольной волны в стержне.

$\nu$  - частота ,

то

$$V_{\text{прод}} = \lambda \cdot \nu = 2L \cdot \nu. \quad (5.7)$$

Следовательно, для нашего случая необходимо измерить:

1. Длину стержня  $L$ .
2. Длину продольной стоячей волны  $\lambda$ .

Скорость  $V_{\text{прод}}$  продольной волны в стержне, размер поперечного сечения которого значительно меньше длины волны, определяется формулой :

$$V_{\text{продст}} = \sqrt{\frac{E}{\rho_{\text{ст}}}}, \quad (5.8)$$

где  $\rho$  - плотность материала стержня.

Следовательно, можно записать

$$E = V_{\text{продст}}^2 \cdot \rho_{\text{ст}}. \quad (5.9)$$

Следует отметить, что значения модуля Юнга найденные в статическом и динамическом режимах, могут различаться.

### Выполнение работы

Приборы и материалы : лабораторная установка, масштабная линейка, кожанка с канифолью.

В нашей работе для определения модуля Юнга используется метод стоячих волн.

Схема установки для наблюдения стоячих продольных звуковых волн приведена на рис.5.2.

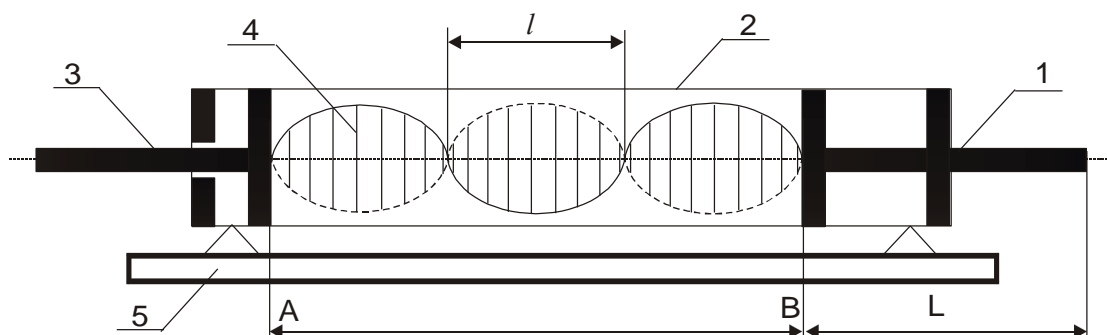


Рис.5.2. Схема установки :

1- медный стержень с поршнем ( излучатель ) ;

2- стеклянная трубка ;

3- стержень с подвижным поршнем ;

4- пробковые опилки ;

5- основание установки ;

$L$  - длина исследуемого стержня ;  $l$  - расстояние между соседними узлами ( пучностями ) равное половине длины волны в воздухе

$$\lambda_0 = 2l \quad . \quad (5.10)$$

Стоячая волна образуется в промежутке  $AB$ , если на его длине укладывается целое число полуволн.

Продольные колебания получают в стержне , проводя по свободной стороне стержня кожей с канифолью. При этом поршень, на другом конце стержня, передаёт колебания столбу воздуха в трубке. При отражении от подвижного поршня волна идёт обратно. Если выполняется выше приведённое условие в промежутке  $AB$  возникает стоячая волна, которую можно наблюдать визуально с помощью распределения в пространстве трубки пробковой крошки.

При возбуждении продольных волн в стержне можно записать

$$\lambda_{cm} = 2L \quad . \quad (5.11)$$

Скорость звука в воздухе определяется по формуле

$$V_0 = \sqrt{\frac{\gamma RT}{\mu}} \quad , \quad (5.12)$$

где  $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1,4$  - показатель адиабаты (для воздуха);

$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$  - универсальная газовая постоянная;

$\mu = 0,029 \text{ кг/моль}$  - молярная масса воздуха ;

$T$  - абсолютная температура воздуха.

Известно, что при переходе звуковой волны из одной среды в другую, частота сохраняется постоянной

$$v = \frac{V}{\lambda} = \text{const} . \quad (5.13)$$

Следовательно

$$\frac{\lambda_{\text{ст.}}}{\lambda_{\text{возд.}}} = \frac{V_{\text{продст.}}}{V_{\text{возд.}}} . \quad (5.14)$$

Преобразуем формулу

$$V_{\text{прод.}} = \frac{L}{l} \cdot \sqrt{\frac{\gamma RT}{\mu}} , \quad (5.15)$$

используя соотношение запишем

$$E = V_{\text{продст.}}^2 \cdot \rho_{\text{ст.}} = \frac{L^2}{l^2} \cdot \frac{\gamma RT}{\mu} \cdot \rho_{\text{ст.}} , \quad (5.16)$$

где  $\rho_{\text{ст.}} = \rho_{\text{мед.}} = 8,9 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  .

## Порядок выполнения работы

Встряхиванием распределяют равномерным слоем пробковые опилки по длине промежутка  $AB$ . Для получения колебаний плавно проводят по свободному концу стержня (от середины к концу) кожанкой с канифолью. При правильном выполнении слышен чистый, высокий звук.

В момент «звучания» стержня перемещают подвижный поршень до образования устойчивых фигур из пробковой крошки.

Далее проводят все необходимые измерения параметров  $L, l, T$ .

Измерения проводят не менее трёх раз занося результаты в табл. 5.1 .

Таблица 5.1

### Результаты измерений

$l, \text{ м}$	$l, \text{ м}$	$L, \text{ м}$	$L, \text{ м}$	$T, \text{ К}$	$\Delta T, \text{ К}$

$\bar{l} =$	$\bar{\Delta l} =$	$\bar{L} =$	$\bar{\Delta L} =$		

Используя средние значения измеренных величин и справочные данные по формуле (5.16), находят значение модуля Юнга для меди и сравнивают с табличным значением.

### Вычисление погрешностей

Относительная погрешность:

$$\frac{\overline{\Delta E}}{\bar{E}} = 2 \frac{\overline{\Delta L}}{\bar{L}} + \frac{\overline{\Delta T}}{\bar{T}} + 2 \frac{\overline{\Delta l}}{\bar{l}}. \quad (5.17)$$

Абсолютная погрешность:

$$\overline{\Delta E} = \frac{\overline{\Delta E}}{\bar{E}} \cdot \bar{E}. \quad (5.18)$$

Окончательный результат:

$$E = \bar{E} \pm \overline{\Delta E}. \quad (5.19)$$

Сравнивают полученный результат с табличным значением.

Записывают выводы.

### Контрольные вопросы

1. Что называется напряжением?
2. Сформулируйте закон Гука.
3. Опишите ход работы на лабораторной установке.
4. Что называется длиной волны?
5. Объясните расчётную формулу для определения значения модуля Юнга.
6. Выразите скорость звука в твёрдых телах через модуль Юнга.
7. Объясните формулу относительной погрешности.

## Лабораторная работа № 6

### Определение модуля сдвига по крутильным колебаниям

*Целью работы является изучение деформации сдвига и кручения, определение модуля сдвига металлического стержня.*

Краткая теория

Модуль упругости  $E$  (модуль Юнга),  $G$  (модуль сдвига),  $K$  (модуль объемной упругости) определяют жесткость материалов, то есть интенсивность увеличения напряжения по мере увеличения упругой деформации.

Механизм упругой деформации металлов состоит в обратимых смещениях атомов из положения равновесия в кристаллической решетке. Величина упругих деформаций в металлах не может быть большой, так как атомы в узлах решетки способны смещаться на небольшую долю межатомных расстояний.

Физический смысл модуля упругости состоит в том, что он характеризует сопротивляемость металлов упругой деформации, то есть смещению атомов из положения равновесия.

В отсутствии деформации атомы колеблются в узлах решетки у положений равновесия.

Если деформация не совпадает по направлению с напряжением (например при одноосном растяжении возникает трехосная деформация), элементарный закон Гука заменяется обобщенным. Он устанавливает линейную связь между деформацией и напряжением в любых направлениях, то есть между компонентами тензора напряжений и тензора деформаций.

В работе использован один из распространенных методов экспериментального определения модуля сдвига цилиндрического стержня. Этот метод основан на связи, существующей между модулем сдвига, линейными размерами цилиндрического стержня и модулем кручения:

$$f = G \frac{\pi d^4}{32L}, \quad (6.1)$$

где  $f$  – модуль кручения;

$G$  – модуль сдвига;

$d$  – диаметр стержня;

$L$  – длина стержня .



Рассмотрим кратко механизм деформаций сдвига и кручения.

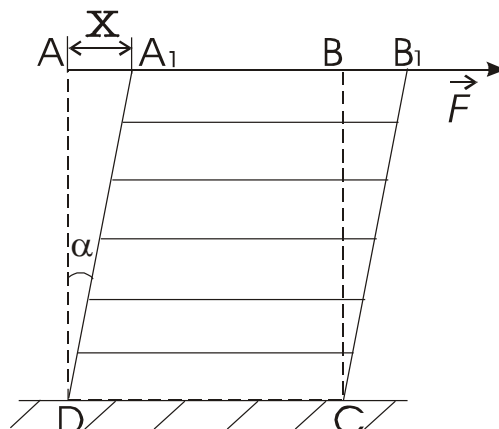


Рис. 6.1. Схема деформации сдвига

Если к верхнему основанию параллелепипеда  $DABC$  (рис.6.1), с закрепленным нижним основанием  $DC$ , приложить силу  $\vec{F}$ , к верхнему основанию и направленную по касательной к плоскости  $AB$ , то произойдет деформация параллелепипеда, называемая сдвигом.

При сдвиге отдельные горизонтальные тонкие слои, на которые мысленно разбивается параллелепипед, смещаются (сдвигаются) относительно друг друга в направлении действия силы. Отрезок  $AA_1$ , обозначенный через  $x$ , называют абсолютным сдвигом. Отношение  $\frac{x}{h}$  называют относительным сдвигом ( где  $h$  – высота параллелепипеда). Из (рис.6.1) видно, что  $\frac{x}{h} = \operatorname{tg} \alpha$ ; ввиду малости величины относительного сдвига  $\operatorname{tg} \alpha$  заменяют на величину угла  $\alpha$ , который называется углом сдвига. Тогда величина относительного сдвига запишется таким образом:  $\frac{x}{h} = \alpha$ .

Согласно опыту величина относительного сдвига прямо пропорциональна силе  $\vec{F}$  и обратно пропорциональна площади основания  $S$ , то есть

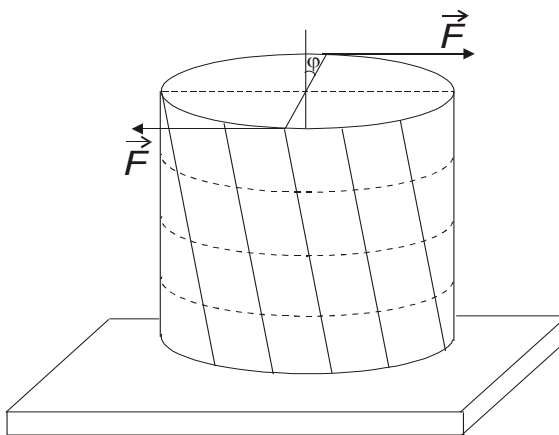
$$\alpha = \frac{1}{G} \cdot \frac{F}{S}. \quad (6.2)$$

Величина  $G$  называется модулем сдвига. Экспериментально модуль сдвига  $G$  можно найти, определив модуль кручения  $f$  для исследуемого материала.

Деформация кручения стержня (цилиндра) сводится к сдвигам относительно друг друга бесконечно тонких сечений, на которые

можно мысленно разбить закручиваемый стержень (рис.5.2). Если один конец стержня жестко закрепить, то для закручивания другого конца на угол  $\varphi$  необходимо приложить к нему пару сил  $\vec{F}$  -  $\vec{F}$  с моментом  $\vec{M}$ . По закону Гука можно записать:

$$M = f \cdot \varphi, \quad (6.3)$$



где  $f$  -модуль кручения, численно равный моменту пары сил, закручивающему стержень, деленному на единицу угла.

Рис.6.2. Схема деформации кручения

Если известен модуль кручения данного материального тела, то используя уравнение (6.1), можно рассчитать модуль сдвига.

Практически модуль кручения определяется по крутильным колебаниям исследуемого стержня, верхний конец которого жестко закреплен, а нижний соединен с диском, способным совершать крутильные колебания (рис.6.3).

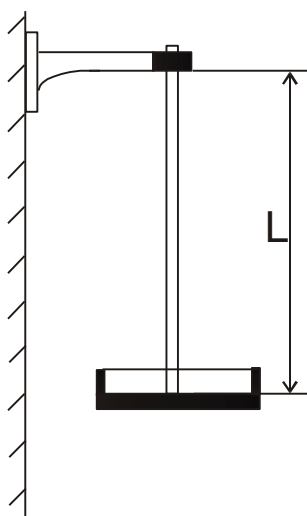


Рис.6.3. Схема установки

Диск поворачивается на некоторый угол  $\varphi$  и отпускается. Освобожденный диск совершает крутильные колебания, период которых, согласно теории, рассчитывается по формуле:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{f}}, \quad (6.4)$$

где  $J$  - момент инерции диска и стержня.

В данном случае момент инерции вычислить довольно трудно, но можно определить его изменение при нагружении диска дополнительным грузом-кольцом. Для этого: обозначим через  $J_1$  - момент инерции стержня с диском без нагрузки (крутильный маятник), а через  $J_2 = (J_1 + mR^2)$  - момент инерции с грузом в виде кольца. Тогда разность  $J_2 - J_1 = mR^2$  будет выражать момент инерции кольца ( где  $R$  - средний радиус кольца,  $m$  - масса кольца).

Соответственно периоды колебаний маятника без кольца и с кольцом можно записать в виде:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{J_1}{f}}, \quad (6.5)$$

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{J_2}{f}}, \quad (6.6)$$

Возведя в квадрат оба эти выражения и взяв их разность выразим модуль кручения  $f$ :

$$f = \frac{4\pi^2 mR^2}{T_2^2 - T_1^2}. \quad (6.7)$$

Подставив это выражение в (6.1) получим для модуля сдвига:

$$G = \frac{8\pi \cdot L}{r^4} \cdot \frac{mR^2}{T_2^2 - T_1^2}, \quad (6.8)$$

где  $r = \frac{d}{2}$  - радиус стержня.

### Выполнение работы

Приборы и материалы: крутильный маятник, секундомер, микрометр и миллиметровая линейка.

Измерения: миллиметровой линейкой измеряют длину стержня ( $L$ ) три раза; микрометром измеряют диаметр стержня ( $2r$ ) в трех различных точках; измеряют три раза средний диаметр кольца ( $2R$ ).

Не нагружая маятник кольцом, приводят его в крутильные колебания, избегая качаний в стороны. Наблюдая за колебаниями маятника, запускают секундомер с отчетом «ноль», при

прохождении метки на диске против стойки К. при каждом новом прохождении метки перед стойкой в одну и ту же сторону делают отсчет – один, два, три...до 20. С последним отчетом останавливают секундомер. Определяют период колебаний, деля время всех полных колебаний  $t_1$  на их количество  $n_1$ :

$$T_1 = \frac{t_1}{n_1} . \quad (6.9)$$

Далее нагружают диск кольцом и тем же способом определяют  $T_2$ .

В обоих случаях наблюдения проводят не менее трех раз и рассчитывают средние значения для  $T_1$  и  $T_2$ .

Результаты измерений заносят в таблицу 6.1.

*Таблица 6.1  
Результаты измерений*

№	$L$	$\Delta L$	$r$	$\Delta r$	$R$	$\Delta R$	$t_1$	$\Delta t_1$	$t_2$	$\Delta t_2$	$T_1$	$\Delta T_1$	$T_2$	$\Delta T_2$
	см	см	мм	мм	см	см	с	с	с	с	с	с	с	с
1														
2														
3														
Сред. знач.														
$m=$	$\Delta m = \pm$													

По полученным данным с использованием формулы (6.8) рассчитывают величину модуля сдвига.

### Вычисление погрешностей

Относительная погрешность :

$$E = \frac{\Delta G}{G} = \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta m}{m} + 2 \frac{\Delta R}{R} + 4 \frac{\Delta r}{r} + 2 \frac{\overline{T_2} \cdot \Delta \overline{T_2} + \overline{T_1} \cdot \Delta \overline{T_1}}{\overline{T_2}^2 - \overline{T_1}^2} , \quad (6.10)$$

где  $\Delta \overline{T_1} = \frac{\Delta t_1}{n}$  , а  $\Delta \overline{T_2} = \frac{\Delta t_2}{n}$ .

Абсолютная погрешность:

$$\Delta \overline{G} = E \cdot \overline{G} . \quad (6.11)$$

Окончательный результат:

$$G = \overline{G} \pm \Delta \overline{G} . \quad (6.12)$$

**Сравнивают полученный результат с табличными значениями (табл. 6.2).**

**Записывают выводы.**

*Таблица 6.2*

Константы упругости некоторых чистых металлов при комнатной температуре

металл	$E$ , ГПа	$G$ , ГПа	$K$ , ГПа	$\nu$
железо	217	89	172	0,28
никель	205	78	187	0,31
медь	125	46	142	0,34
алюминий	72	27	75	0,34
титан	108	41	127	0,34
кобальт	204	76	187	0,31
молибден	847	122	280	0,30

$\nu$  - коэффициент Пуассона, тогда

$$E = 2G(1 + \nu);$$

$$E = 3K(1 - 2\nu).$$

Контрольные вопросы

1. Что называется деформацией тела? Виды деформации.
2. Сформулируйте закон Гука?
3. Что такое модуль сдвига?
4. Какой физический смысл модуля кручения?
5. Когда справедлив закон Гука ?

## **Лабораторная работа № 7**

### **Определение массы моля и плотности воздуха**

*Цель работы : экспериментальное определение массы моля и плотности воздуха при нормальных условиях.*

Краткая теория.

В системе СИ моль является единицей измерения количества вещества, находящегося в любом состоянии (твердом, жидком, газообразном). В моле вещества содержится столько структурных единиц (атомов, молекул), сколько имеется атомов в 0,012 кг изотопа углерода  ${}_{6}\text{C}^{12}$ . Это число атомов установленное опытным путем, называется числом Авогадро и равно  $6,022 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>. Для однородных газов масса в килограммах численно равна молярному весу газа.

Для воздуха, как смеси газов, главным образом азота и кислорода, масса моля будет определяться массой, выраженной в килограммах, заключенной в объеме 22,4 м<sup>3</sup> при нормальных условиях ( $P_0 = 1 \text{ атм.} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$  и  $T_0 = 273,16 \text{ К}$ ). Определение массы моля производится с использованием уравнения Менделеева-Клайперона:

$$PV = \frac{M}{\mu} RT, \quad (7.1)$$

где  $P$  – давление, при котором находится газ (Па),

$V$  – объем, занимаемый газом (м<sup>3</sup>),

$M$  – масса газа в данном объеме (кг),

$R$  – универсальная газовая постоянная ( $R = 8,31 \text{ Дж} \times \text{моль} / \text{К}$ ),

$T$  – абсолютная температура (К),

при этом производится измерение физических величин, определяющих данное состояние, т.е. давления, температуры, объема и массы воздуха в этом объеме.

Определение массы воздуха в колбе ( $M$ ) возможно только при полной откачке его из сосуда, что практически сложно осуществить

Рассмотрим воздух в двух состояниях: при давлении  $P_1$  (атмосферное) до откачки части воздуха и при давлении  $P_2$  после откачки части воздуха из сосуда колбы с помощью форвакуумного насоса.

Уравнения для этих состояний запишем в виде:

$$P_1 V = \frac{M'}{\mu} RT, \quad (7.2)$$

$$P_2 V = \frac{M''}{\mu} RT, \quad (7.3)$$

где  $M'$  и  $M''$  – массы газа в сосуде до и после откачки воздуха, т.е. соответственно при давлениях  $P_1$  и  $P_2$ . Объем колбы и температура среды в обоих случаях остаются постоянными.

Вычитая из первого уравнения второе получим :

$$(P_1 - P_2)V = (M' - M'') \frac{RT}{\mu} \quad (7.4)$$

Очевидно, что изменение массы газа  $(M' - M'')$  равно разности  $(M_1 - M_2)$ , где  $M_1$  и  $M_2$  массы колбы с газом до и после откачки воздуха. Исходя из этого уравнение ( 7.4 ) можно переписать :

$$(P_1 - P_2)V = (M_1 - M_2) \frac{RT}{\mu} \quad , \quad (7.5)$$

откуда

$$\mu = \frac{(M_1 - M_2)RT}{(P_1 - P_2)V} = \frac{(M_1 - M_2)RT}{P_m V} \quad , \quad (7.6)$$

где за  $(P_1 - P_2)$  принимают показание манометра в конце цикла откачки воздуха из колбы.

### Выполнение работы

Приборы и материалы : технические весы, набор разновесов, колба с краном, форвакуумный насос, манометр, термометр.

#### Порядок выполнения работы :

1. Определив точность технических весов, взвешиванием находят массу колбы  $M_1$  при открытом кране (вносим в таблицу 7.1).
2. Откачивают воздух из колбы до минимально возможного давления  $P_2$  , записывают показание манометра в таблицу ( $P_m$  ) и одновременно закрывают кран колбы.
3. Колбу с откаченным воздухом взвешивают и таким образом определяют  $M_2$  ( вносят в таблицу 7.1 ).
4. По комнатному термометру ( со шкалой Цельсия ) отсчитывают температуру. При проведении вычислений температура переводится в градусы Кельвина.
5. Объем  $V$  и относительная ошибка  $\Delta V/V$  указаны на чехле колб.

Полученные значения вносят в таблицу 7.1:

Таблица 7.1  
Результаты измерений

$M_1(\text{кг})$	$M_2(\text{кг})$	$\Delta M_1 = \Delta M_2$	$P_m(\text{Па})$	$\Delta P_m(\text{Па})$	$V(\text{м}^3)$	$\Delta V/V$	$t(^{\circ}\text{C})$	$\Delta t(^{\circ}\text{C})$
------------------	------------------	---------------------------	------------------	-------------------------	-----------------	--------------	-----------------------	------------------------------



--	--	--	--	--	--	--	--	--

### Расчет искомых величин

По полученным данным вычисляют массу моля воздуха по формуле ( 7.6 ).

Определив массу моля , вычисляют плотность воздуха  $\rho$  применяя формулу :

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{P\mu}{RT} \quad . \quad (7.7)$$

Подставляя вместо  $P$  и  $T$  величины соответствующие нормальным условиям , т.е.  $P_0 = 1 \text{ атм.} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$  и  $T_0 = 273,16 \text{ К}$  находят плотность воздуха при нормальных условиях:

$$\rho_0 = \frac{P_0\mu}{RT_0} \quad . \quad (7.8)$$

### Вычисление погрешностей

Относительную погрешность при определении массы моля вычисляют по формуле :

$$E_\mu = \frac{\Delta\mu}{\mu} = \frac{\Delta M_1 + \Delta M_2}{M_1 - M_2} + \frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta P}{P_m} + \frac{\Delta V}{V} \quad . \quad (7.9)$$

Погрешности  $\Delta M_1$  и  $\Delta M_2$  , получающиеся при взвешивании берутся равными половине цены наименьшего деления (точности) весов, а погрешности  $\Delta T$  и  $\Delta P$  принимаются равными половине цены наименьшего деления термометра и манометра.

Абсолютная погрешность определения массы моля :

$$\Delta\mu = E_\mu \mu \quad . \quad (7.10)$$

Относительную погрешность при определении плотности воздуха :

$$E_\rho = \frac{\Delta\rho_0}{\rho_0} = \frac{\Delta P_0}{P_0} + \frac{\Delta\mu}{\mu} + \frac{\Delta T_0}{T_0} \quad . \quad (7.11)$$

Ввиду того, что  $P_0$  и  $T_0$  не измеряются, а заданы, то  $\Delta P_0 = 0$  и  $\Delta T_0 = 0$ . Поэтому получаем

$$E_\rho = \frac{\Delta\rho_0}{\rho_0} = \frac{\Delta\mu}{\mu} = E_\mu \quad , \quad (7.12)$$

отсюда

$$\Delta\rho_0 = \rho_0 E_\rho \quad . \quad (7.13)$$

Окончательный результат :

$$\mu_{\text{воздуха}} = \mu \pm \Delta\mu \quad , \quad (7.14)$$

$$\rho_{\text{воздуха}} = \rho_0 \pm \Delta\rho_0 \quad . \quad (7.15)$$

Сравнивают полученные результаты с табличными значениями.  
Записывают выводы.

### Контрольные вопросы

1. Что называется молем вещества ?
2. Что называется плотностью ? В каких единицах она измеряется ?
3. Записать уравнение состояния идеального газа в форме закона Менделеева-Клайперона .
4. Вывести расчетную формулу для определения массы моля воздуха в данной работе.
5. Как вычислить плотность воздуха при нормальных условиях, зная массу моля ?
6. Что называется давлением ?
7. Вывести формулу для относительных погрешностей определения массы моля воздуха и плотности воздуха при нормальных условиях.

### Лабораторная работа № 8

Определение отношения теплоемкости газа при постоянном давлении к теплоемкости газа при постоянном объеме.

*Цель работы: Определение опытным путем величины показателя адиабаты для воздуха.*

#### Краткая теория

*Удельная теплоемкость- это количество теплоты необходимое для нагревания единицы массы вещества ( 1 кг ) на 1 кельвин.*

$$c = \frac{\delta Q}{m dT} \left( \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \right) \quad . \quad (8.1)$$

Удельная теплоемкость газов может принимать различные значения в зависимости от того в каких условиях нагревается газ.

Обычно различают две теплоемкости газов:

$C_v$  – теплоемкость газа при постоянном объеме :

$$C_v = \frac{dU_m}{dT} \quad (8.2); \quad dU_m = \frac{i}{2} R dT \quad (8.3); \quad C_v = \frac{i}{2} R \quad (8.4), \text{ где}$$

$i$  – число степеней свободы молекул газа ,

$R$  – универсальная газовая постоянная ,

$dU_m$  – изменение внутренней энергии одного моля газа при повышении его температуры на 1 К.

$C_p$  – теплоемкость газа при постоянном давлении :

$$C_p = \frac{dU_m}{dT} + \frac{pdV}{dT} \quad (8.5); \quad C_p = \frac{i+2}{2} R \quad (8.6); \quad C_p = C_v + R \quad (8.7)$$

Уравнение Майера (8.7) показывает , что  $C_p$  всегда больше  $C_v$  на величину газовой постоянной.

Так как газ при постоянном давлении расширяется от нагревания и совершает некоторую работу против внешних сил, то,

следовательно  $C_p$  больше  $C_v$  и  $\frac{C_p}{C_v} > 1$  . Это соотношение имеет

большое значение при анализе адиабатных процессов, когда отсутствует теплообмен между газом и окружающей средой. При адиабатных процессах для идеального газа справедлив закон Пуассона :

$$PV^\gamma = const , \quad (8.8)$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{i} . \quad (8.9)$$

### Выполнение работы

Приборы и материалы : стеклянный сосуд с трехходовым краном и водяным манометром ( рис 8.1.).

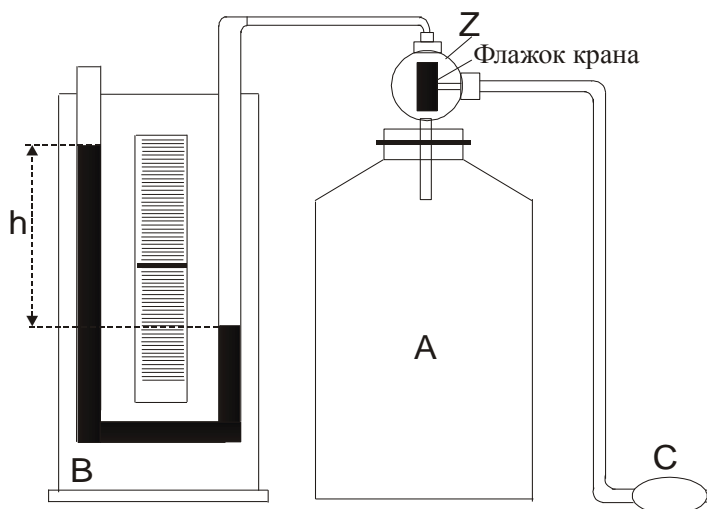


Рис. 8.1. Общий вид установки

Работа с экспериментальной установкой :

Большой стеклянный сосуд А ( рис.8.1 ) соединен трубкой с дифференциальным водяным манометром В для измерения разности давлений ( атмосферного и внутри сосуда ). Трехходовой кран Z служит для соединения сосуда с нагнетателем ( резиновой грушей С ), манометром и атмосферой. В последнем случае приходится вынимать втулку крана.

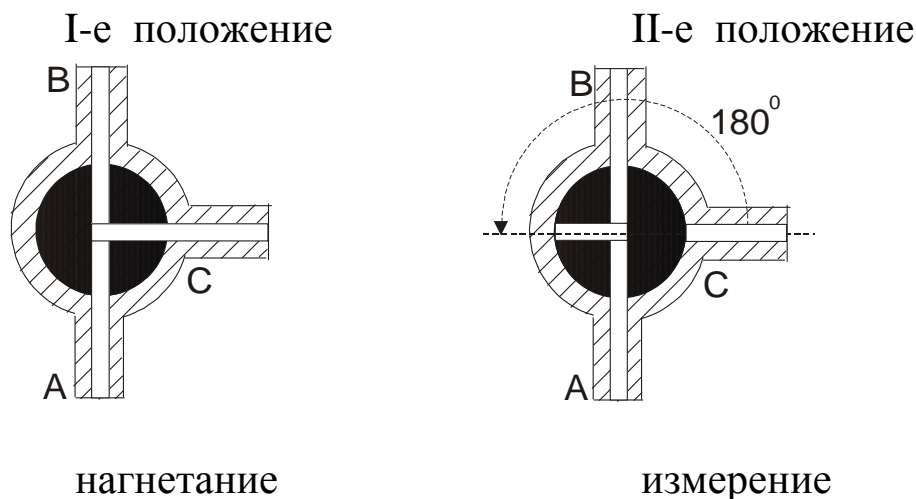


Рис.8.2 Два положения трехходового крана

Флажок крана Z устанавливают в **I - е положение** ( рис.8.2 ) ( смотреть с торца крана ) и резиновой грушей нагнетают воздух в сосуд пока разность уровней менисков жидкости в трубках манометра не достигнет 15-20 см по шкале.

Затем, поворачивают флажок крана Z на **180<sup>0</sup> градусов (II-е положение** рис.8.2), для предотвращения утечек воздуха через клапан нагнетателя .

При нагнетании воздух в сосуде сжимается и его температура повышается. Чтобы температура воздуха внутри сосуда сравнялась с температурой окружающей среды  $t_1$  следует сделать выдержку перед снятием показаний водяного манометра ( 3-5 минут ). При этом устанавливается постоянная разность уровней (  $h_1$  ) в плечах манометра. Давление газа в сосуде для этого случая равно  $H+h_1$  , где

$H$  – атмосферное давление. Полученный результат заносят в таблицу 8.2.

Вынув вращающуюся часть крана ( втулку ) , выпускают воздух до прекращения шипения, после чего немедленно вставляют втулку в прежнее положение ( **II-е положение** рис.8.2) .

Во время отсутствия втулки крана давление воздуха в сосуде падает до атмосферного , а его температура понижается до  $t_2$  . Понижение температуры объясняется тем, что при адиабатическом расширении воздух совершает работу против атмосферного давления за счет внутренней энергии.

Через 3-5 минут после закрытия крана воздух в сосуде нагреется до температуры окружающей среды  $t_1$  , его давление увеличивается , и по шкале манометра можно снять отсчет разности уровней  $h_2$  . Полученный результат заносят в таблицу 8.2.

Рассмотрим состояния находящегося в сосуде воздуха:

1. Перед началом опыта массу находящегося в сосуде воздуха можно представить как  $m$  , занимающую объем  $V_2$  ( объем сосуда ).
2. При нагнетании дополнительного количества воздуха  $\Delta m$  получим  $m_{\text{общ.}}=m+\Delta m$  , тогда на долю  $m$  придется только часть ( объем  $V_1$  ) от общего объема сосуда  $V_2$  .
3. При сбросе «дополнительного» воздуха масса  $m$  снова займет объем  $V_2$  равный объему сосуда.

Таким образом для массы находящегося в сосуде воздуха имеем три состояния , указанные в таблице 8.1.

Таблица 8.1

Состояния газа во время опыта

Состояния воздуха	Объем	Давление	Температура
До открытия крана	$V_1$	$H+h_1$	$t_1$
В момент открытия крана	$V_2$	$H$	$t_2$
После закрытия крана	$V_2$	$H+h_2$	$t_1$

Первое и третье состояния воздуха характеризуются одинаковой температурой, и к ним можно применить закон Бойля-Мариотта:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{H+h_2}{H+h_1} \quad . \quad (8.10)$$

Переход из первого состояния во второе происходит адиабатически, поэтому здесь следует применить закон Пуассона :

$$\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma = \frac{H}{H+h_1} \quad , \quad (8.11)$$

где  $\gamma$  - искомое отношение теплоемкостей  $\frac{C_p}{C_v}$  .

Возведя обе части равенства (8.10) в степень  $\gamma$ , имеем :

$$\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma = \left(\frac{H+h_2}{H+h_1}\right)^\gamma \quad . \quad (8.12)$$

Сопоставляя равенства (8.11) и (8.12), можно написать :

$$\frac{H}{H+h_1} = \left(\frac{H+h_2}{H+h_1}\right)^\gamma \quad . \quad (8.13)$$

Отсюда после логарифмирования находим :

$$\gamma = \frac{\ln(H+h_1) - \ln H}{\ln(H+h_1) - \ln(H+h_2)} \quad . \quad (8.14)$$

Так как

$$\ln(H+h_1) = \ln H + \ln\left(1 + \frac{h_1}{H}\right) \quad , \quad (8.15)$$

$$\ln(H+h_2) = \ln H + \ln\left(1 + \frac{h_2}{H}\right) \quad . \quad (8.16)$$

а  $\frac{h_1}{H} \ll 1$  и  $\frac{h_2}{H} \ll 1$ , то разлагая логарифмы в ряд по  $\frac{h_1}{H}$  и  $\frac{h_2}{H}$ , получим расчетную формулу

$$\gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2} \quad . \quad (8.17)$$

Таким образом работа сводится к измерению  $h_1$  и  $h_2$ . При этом необходимо следить, чтобы не было утечки воздуха из сосуда.

Опыт проводят не менее пяти раз, результаты изменений и расчетов записывают в таблицу 8.2.

Таблица 8.2.  
Результаты измерений

	$h_1, \text{ см}$	$h_2, \text{ см}$	$\gamma$	$\Delta\gamma$
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

Средние значения	$\bar{\gamma} =$	$\overline{\Delta\gamma} =$
------------------	------------------	-----------------------------

### Вычисление погрешностей

Абсолютная погрешность  $\overline{\Delta\gamma}$  определяют так, как это делается при многократном измерении величин. Затем определяют среднюю относительную погрешность результата.

Относительная погрешность :

$$E_{\gamma} = \frac{\overline{\Delta\gamma}}{\bar{\gamma}} \quad . \quad (8.18)$$

Окончательный результат :

$$\gamma = \bar{\gamma} \pm \overline{\Delta\gamma} \quad . \quad (8.19)$$

Полученный результат сравнивают с табличным значением. Записывают выводы.

### Контрольные вопросы

1. Что такое молярная теплоемкость газа, в каких единицах она измеряется ?
2. Написать соотношение между удельной и молярной теплоемкостями.
3. Какая из теплоемкостей  $C_p$  или  $C_v$  больше и почему ?
4. Написать соотношение между  $C_p$ ,  $C_v$  и  $R$ .
5. Чем характерны изотермический и адиабатический процессы ?
6. Указать , в какие моменты работы происходит адиабатический и изохорический процессы.
7. Рассказать порядок выполнения работы.
8. Вывести расчетную формулу для вычисления  $\gamma$ .
9. На каком основании при получении расчетной формулы (8.17) для  $\gamma$  логарифмы чисел заменяются самими числами ?
10. Как вычисляется относительная погрешность искомой величины в данной работе ?



## Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом отрыва кольца.

*Цель работы : опытным путем определить значение коэффициента поверхностного натяжения воды.*

### Краткая теория

На каждую молекулу жидкости со стороны окружающих молекул действуют силы взаимного притяжения, быстро убывающие с расстоянием. Силы притяжения между молекулами имеют электрическое происхождение и действуют на очень малых расстояниях ( порядка  $10^{-9}$  м ), это расстояние называется радиусом молекулярного действия (  $r$  ), а сфера радиусом  $r$  – сферой молекулярного действия .

Выделим внутри жидкости какую-либо молекулу  $A$  и проведем вокруг нее сферу радиуса  $r$  ( рис.9.1 ). Если сфера молекулярного действия молекулы  $A$  целиком находится внутри жидкости, то силы с которыми действуют все молекулы , находящиеся внутри жидкости на молекулу  $A$  направлены в разные стороны и скомпенсированы, поэтому результирующая сила, действующая на молекулу внутри жидкости со стороны других молекул , равна нулю.

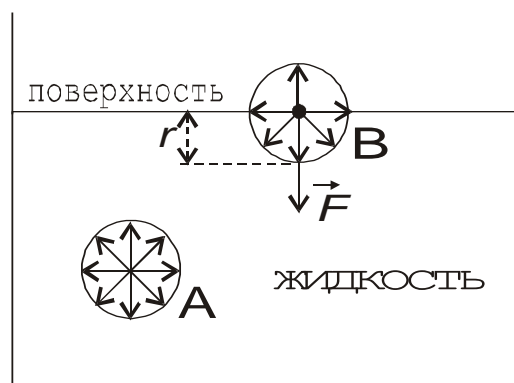


Рис.9.1 Силы , действующие на молекулу жидкости

Иначе происходит, если молекула  $B$  расположена на поверхности жидкости. В данном случае сфера молекулярного

действия лишь частично располагается внутри жидкости. Так как концентрация молекул в расположенном над жидкостью газе мала по сравнению с их концентрацией в жидкости, то равнодействующая сила, приложенная к каждой молекуле поверхностного слоя, не равна нулю и направлена внутрь жидкости. Таким образом, результирующие силы притяжения всех молекул поверхностного слоя толщиной  $r$  (радиус молекулярного действия) оказывают на жидкость давление, называемое молекулярным (или внутренним). Взаимное притяжение молекул, расположенных в поверхностном слое, создает силу, направленную по касательной к поверхности жидкости, которая стремится максимально уменьшить площадь поверхностного слоя. Эту силу называют силой поверхностного натяжения.

Так как равновесное состояние характеризуется минимумом потенциальной энергии, то жидкость при отсутствии внешних сил под действием силы поверхностного натяжения будет принимать такую форму, чтобы при заданном объеме она имела минимальную поверхность, то есть форму шара (сферы). Наблюдая мельчайшие капельки, взвешенные в воздухе, можно видеть что они действительно имеют форму шариков, но несколько искаженную из-за действия силы земного тяготения. В условиях невесомости капля любой жидкости имеет сферическую форму.

Поверхностное натяжение характеризуется коэффициентом поверхностного натяжения ( $\alpha$ ), который численно равен силе, действующей на единицу длины линии, произвольно проведенной по поверхности жидкости и перпендикулярной этой линии. Из определения следует, что единицей измерения коэффициента поверхностного натяжения будет  $\frac{\text{Ньютон}}{\text{метр}}$  ( $\frac{H}{m}$ ).

В данной работе коэффициент поверхностного натяжения находится путем измерения силы ( $F$ ), необходимой для отрыва кольца от поверхности воды. Сила  $F$  равна силе поверхностного натяжения, действующей по линии разрыва поверхностной пленки при отрыве кольца. Разрыв поверхностной пленки воды происходит по двум окружностям кольца – внешней и внутренней. Общая длина линии разрыва при этом равна  $(2\pi R_1 + 2\pi R_2) = \pi(D_1 + D_2)$ , где  $D_1$ - внешний,  $D_2$ - внутренний диаметры кольца. Коэффициент

поверхностного натяжения в данном случае рассчитывается по формуле :

$$\alpha = \frac{F}{\pi(D_1 + D_2)} . \quad (9.1)$$

Коэффициент поверхностного натяжения для дистиллированной воды при нормальных условиях равен 0,073 Н/м . С повышением температуры поверхностное натяжение уменьшается, так как увеличиваются средние расстояния между молекулами жидкости. Из-за увеличения их скоростей движения при  $T=T_{\text{кипения}}$  величина коэффициента поверхностного натяжения равна 0. Величина поверхностного натяжения сильно зависит от примесей, присутствующих в жидкостях. Примеси (вещества), ослабляющие поверхностное натяжение жидкости, называются поверхностно-активными. Наиболее известными поверхностно-активными веществами для воды являются мыло, спирты, эфиры и др.

Существует и другая группа веществ – повышающих поверхностное натяжение жидкости – это сахар, различные соли. Силы взаимодействия молекул этих веществ с молекулами воды больше, чем между собственно молекулами воды. Например, если посолить мыльный раствор, то в поверхностный слой выталкивается молекул мыла больше, чем в пресной воде. В мыловаренном производстве этот процесс называется «высаливанием» мыла.

### Выполнение работы

Приборы и материалы : экспериментальная установка, набор разновесов, штангенциркуль, фильтровальная бумага.

Работа выполняется на установке, схематически изображенной на рис.9.2, которая состоит из штатива с сообщающимися сосудами , соединенных трубкой с зажимом

(  $Z$  ), динамометра (пружины) (  $\Pi$  ); за пружиной укреплена зеркальная шкала. К пружине крепится оптическое устройство (указатель) - тонкий диск (  $D$  ), выполняющий роль стрелки – указателя растяжения пружины. К пружине подвешивается кольцо (  $K$  ), которое имеет сверху площадку для нагружения разновесами.

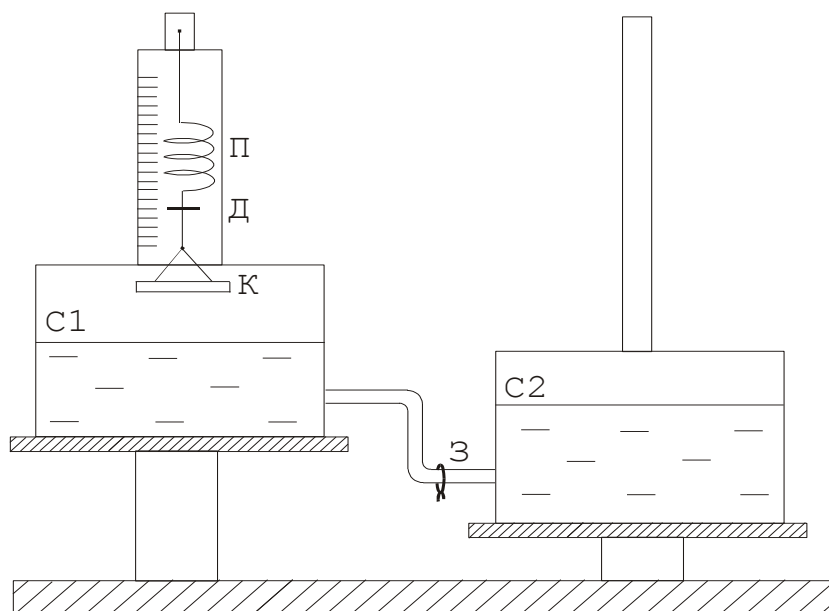


Рис.9.2 Схема установки

Порядок выполнения работы:

1. Подвешивают кольцо за дужку к пружине так, чтобы нижняя плоскость кольца была параллельна поверхности воды в сосуде, но не касалась воды. По указателю  $D$  берут отсчет на зеркальной шкале (  $n_0$  ) ( начало отсчета при дальнейших измерениях ). Указание : при отсчете на диск надо смотреть с торца, чтобы на зеркальной шкале его изображение было в виде линии ( для снижения погрешности измерений ).
2. При закрытом зажиме сосуд  $C_2$  поднимают по штативу выше сосуда  $C_1$ . Открывают зажим. В момент, когда поверхность жидкости в сосуде  $C_1$  коснется кольца, зажимом пережимают трубку.
3. Опускают сосуд  $C_2$  немного ниже сосуда  $C_1$ , так чтобы вода могла переливаться в сосуд  $C_2$ . Открывают зажим. Вытекающая вода, увлекая за собой кольцо, растянет пружину динамометра.
4. В момент **полного** отрыва кольца от поверхности воды берут отсчет  $n$  (число делений) по шкале. Вычисляют величину растяжения пружины как (  $n - n_0$  ).

5. Результаты измерений  $n$ ,  $n_0$ ,  $(n - n_0)$  заносят в таблицу 9.1. Этот опыт повторяют еще 4 раза и заносят полученные данные в таблицу, по ним рассчитывают среднее значение измеряемой величины  $\langle (n - n_0) \rangle$  и среднее значение абсолютной погрешности измерений  $\langle \Delta(n - n_0) \rangle$ .

Примечание : в начале каждого опыта кольцо осушать фильтровальной бумагой для устранения влияния капелек воды на вес кольца.

6. Определяют величину силы растяжения пружины в момент отрыва кольца от поверхности воды. Для этого «растягивают» пружину динамометра на величину среднего значения  $\langle (n - n_0) \rangle$ , путем нагружения разновесами кольца (выкладыванием разновесов на площадку кольца). Общий вес разновесов будет равен силе поверхностного натяжения, которую рассчитывают по формуле :

$$F = mg, \quad (9.2)$$

где  $m$  – масса гирек (кг)

$g$  - ускорение свободного падения ( $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ )

7. Измеряют штангенциркулем, поворачивая кольцо, 5 раз внешний ( $D_1$ ) и внутренний ( $D_2$ ) диаметры кольца. Результаты измерений заносят в таблицу 9.1. Рассчитывают средние значения и погрешности.

8. Коэффициент поверхностного натяжения ( $\alpha$ ) рассчитывают по формуле (9.1).

Таблица 9.1  
Результаты измерений

Растяжение пружины, мм				Диаметры кольца, мм			
$n$	$n_0$	$n - n_0$	$\Delta(n - n_0)$	$D_1$	$\Delta D_1$	$D_2$	$\Delta D_2$
Средние значения		$\overline{n - n_0} =$	$\overline{\Delta n - n_0} =$	$\overline{D_1} =$	$\overline{\Delta D_1} =$	$\overline{D_2} =$	$\overline{\Delta D_2} =$
$F = P$ ; Общий вес разновесок $P = mg =$							

### Вычисление погрешностей

Относительная погрешность измерения коэффициента поверхностного натяжения :

$$E_{\alpha} = \frac{\overline{\Delta\alpha}}{\overline{\alpha}} = \frac{\overline{\Delta(n-n_0)}}{n-n_0} + \frac{\overline{\Delta D_1 + \Delta D_2}}{D_1 + D_2} \quad . \quad (9.3)$$

Средняя абсолютная погрешность :

$$\overline{\Delta\alpha} = E_{\alpha} \times \overline{\alpha} \quad . \quad (9.4)$$

Окончательный результат :

$$\alpha = \overline{\alpha} \pm \overline{\Delta\alpha} \quad . \quad (9.5)$$

Сравнивают значение полученного коэффициента поверхностного натяжения с табличным значением (коэффициент поверхностного натяжения для дистиллированной воды при нормальных условиях равен 0,073 Н/м ) , анализируют причины отклонений, если таковые имеются.

Записывают выводы.

### Контрольные вопросы.

1. Что называется коэффициентом поверхностного натяжения ? В каких единицах он измеряется ?
2. Как возникает и как направлена сила поверхностного натяжения ?
3. Объяснить метод определения коэффициента поверхностного натяжения используемый в данной работе.
4. Какие силы действуют на кольцо при его отрыве от поверхности жидкости? В какой момент кольцо отрывается от жидкости ?
5. Вывести формулу для относительной погрешности измерения  $E_{\alpha}$

## Лабораторная работа № 10

### Определение коэффициента динамической вязкости жидкости по методу Стокса

*Цель работы: изучение явления внутреннего трения в жидкостях , определения динамической вязкости жидкости.*

Краткая теория

Отличительной особенностью газов и жидкостей является их текучесть, которая обусловлена малыми силами трения при относительном движении соприкасающихся слоев .

Внутренним трением ( вязкостью ) называется явление возникновения сил, препятствующих относительному перемещению слоев жидкости либо газа. Силы внутреннего трения направлены вдоль соприкасающихся слоев. Их величина зависит от относительных скоростей слоев.

Причиной возникновения внутреннего трения в жидкостях ( газах ) является перенос молекулами жидкости импульсов между соприкасающимися слоями. Когда соседние слои жидкости двигаются с различными скоростями переход молекул из одного слоя в другой приводит к замедлению слоя движущегося быстрее и увеличению скорости слоя , движущегося медленнее (рис.10.1).

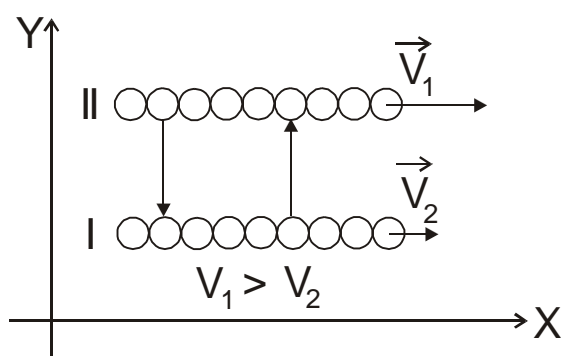


Рис.10.1. Схема движения слоев жидкости

Очевидно, что сила трения для верхнего слоя будет направлена влево ( против  $\vec{v}_1$  ), а для нижнего слоя вправо ( по  $\vec{v}_2$  ).

Аналогично объясняется механизм внутреннего трения в газах.

Для поддержания течения вязкой жидкости работа сил давления должна превышать работу сил внутреннего трения.

Рассмотрим механизм возникновения вязкости на примере.

Представим две плоскости, поверхности которых смачиваются жидкостью, причем 1-ая поверхность – подвижная , 2-ая – неподвижная (рис.10.2)

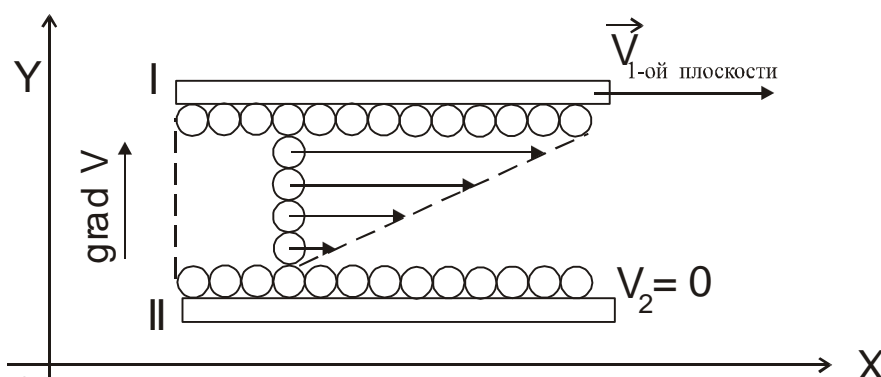




Рис.10.2. Диаграмма скоростей слоев жидкости

Молекулы, соприкасающиеся с подвижной плоскостью будут иметь  $\vec{v} = \vec{v}_{1nl}$ , а соприкасающиеся с неподвижной плоскостью  $\vec{v} = \vec{v}_2 = 0$ . Следовательно поле скоростей слоев можно представить в виде (рис.10.2).

Градиент скорости будет направлен перпендикулярно 1-ой плоскости в сторону возрастания функции.

Очевидно, что сила внутреннего трения тем больше, чем больше площади рассматриваемых поверхностей  $S$ .

Величина  $gradV$  показывает изменение скорости, которое приходится на единицу расстояния, отсчитываемого перпендикулярно скорости (того как быстро изменяется величина скорости  $\vec{v}$  от слоя к слою):

$$gradV = \left( \frac{\partial V}{\partial y} \right)_x . \quad (10.1)$$

Опытным путем Стокс установил, что при ламинарном течении жидкости модуль силы внутреннего трения (вязкости):

$$F = \eta \cdot \frac{\partial V}{\partial y} \cdot S , \quad (10.2)$$

где  $\eta$  - динамическая вязкость (коэффициент зависящий от природы жидкости)

$\frac{\partial V}{\partial y}$  - градиент скорости слоев.

При ламинарном режиме и градиенте скорости с модулем 1 м/сек на 1 м., возникает сила внутреннего трения 1Н на 1 м<sup>2</sup> поверхности касания слоев, следовательно размерность величины

$\eta$  определяется как:  $\left[ \frac{H \cdot сек}{m^2} \right] = [Па \cdot сек]$ .

Величина вязкости зависит от температуры. Для жидкостей с увеличением температуры вязкость уменьшается (в технике это приводит к ухудшению качества смазки трущихся поверхностей). Для газов с повышением температуры вязкость увеличивается.

В данной работе для определения вязкости используется метод Стокса. Этот метод основан на измерении скорости движущихся в жидкости небольших тел сферической формы.

Пусть небольшой шарик радиусом  $r$  падает в жидкости. На шарик, падающий в жидкости действуют три силы :

1. Сила тяжести :  $F_m = mg = \rho_{ш} \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot g$  , где

$\rho_{ш}$  - плотность шарика;

$g = 9,81 \frac{м}{с^2}$  - ускорение свободного падения .

2. Сила Архимеда :  $F_A = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_{ж} g$  , где

$\rho_{ж}$  - плотность жидкости ;

3. Сила сопротивления , эмпирически установленная Стоксом :

$F_C = 6\pi\eta rV$  , где  $V$  – скорость шарика .

На участке равномерного движения шарика :  $\vec{F}_m + \vec{F}_A + \vec{F}_C = 0$  ,  
 $F_m = F_A + F_C$  или  $F_m - F_A = F_C$  т.е.

$$\frac{4}{3} \pi r^3 (\rho_{ш} - \rho_{ж}) g = 6\pi\eta rV , \quad (10.3)$$

находим коэффициент вязкости

$$\eta = \frac{2}{9} \cdot \frac{(\rho_{ш} - \rho_{ж})}{V} \cdot r^2 g . \quad (10.4)$$

Если заменить в формуле (10.4) значение скорости  $V$  через  $\frac{L}{t}$  ( путь деленный на время падения ) , а радиус шарика  $r$  через половину его диаметра  $\frac{d}{2}$  , то формула примет вид:

$$\eta = \frac{d^2 (\rho_{ш} - \rho_{ж})}{18L} g t , \quad (10.5)$$

где  $d$  – диаметр шарика ;

$L$  – длина участка равномерного падения шарика ;

$t$  – время прохождения шариком мерного участка .

Очевидно, что для определения коэффициента вязкости жидкости необходимо на опыте определить значения величин, входящих в формулу (10.5) .

### Выполнение работы

Приборы и материалы: цилиндрический сосуд с вязкой жидкостью, шарики, весы с разновесами, микрометр, секундомер, ареометр, термометр, линейка.

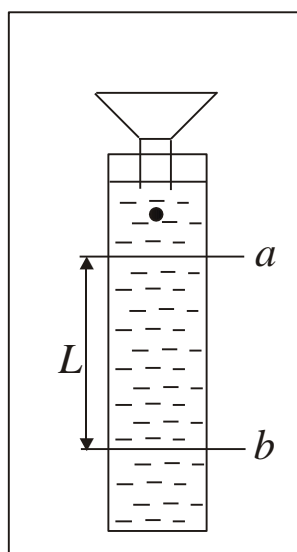


Рис.10.3. Схема установки

Цилиндрический сосуд с исследуемой жидкостью (касторовое масло, глицерин) прикреплен к деревянному штативу (рис.10.3). Сосуд закрыт крышкой, в которую вставлена воронка, служащая для направления движения шарика по оси цилиндра. На штативе нанесены метки «a» и «b» на расстоянии  $L$  друг от друга.

### Порядок выполнения работы

1. Взять 5 стальных шариков. Измерить микрометром диаметр каждого шарика. Общую массу шариков определяют путём взвешивания. Вычисляют их плотность по формуле:

$$\rho_{ш} = \frac{\sum m}{\frac{1}{6}(\pi \sum d^3)}, \quad (10.6)$$

где  $\sum d^3 = 5 \cdot (\bar{d})^3$

$\bar{d}$  - средний диаметр шариков;

$\sum m$  - масса пяти шариков, определяемая на весах.

2. Определяют ареометром плотность  $\rho_{ж}$  исследуемой жидкости, находящейся в мензурке, которая наполнена той же жидкостью, что и сосуд Стокса. При этом следят, чтобы ареометр находился на оси сосуда, а не вблизи его стенок.

3. Длину пройденного шариком пути  $L$  между метками «a» и «b» измеряют линейкой.
4. Измеряют время падения шариков на пути  $L$ . Для этого опускают в цилиндр с жидкостью, через воронку, шарик и в момент прохождения его через метку «a» включают секундомер. В момент прохождения шарика метки «b» секундомер останавливают. Показания секундомера соответствуют времени  $t$  движения шарика по пути  $L$ . Скорость шарика значительна, поэтому подготовиться к наблюдениям необходимо тщательно, чтобы не упустить момент прохождения шарика через метки.
5. Температуру окружающей среды определяют по термометру. Данные всех измерений записывают в таблицу 10.1.

Таблица 10.1  
Результаты измерений

$\sum m$	$\Delta(\sum m)$	$\rho_{ш}$	$\Delta\rho_{ш}$	$\rho_{ж}$	$\Delta\rho_{ж}$	$L$	$\Delta L$	$d$	$\Delta d$	$t$	$\Delta t$
кг		кг/м <sup>3</sup>				м				с	
<i>Температура жидкости</i>								$\bar{d} =$	$\Delta\bar{d} =$	$\bar{t} =$	$\Delta\bar{t} =$

6. Коэффициент вязкости вычисляют по формуле (10.5), подстановкой средних значений измеренных величин.

### Вычисление погрешностей

Относительная погрешность измерений плотности шариков:

$$E_{\rho_{ш}} = \frac{\overline{\Delta\rho_{ш}}}{\overline{\rho_{ш}}} = \frac{\Delta\sum m}{\sum m} + 3 \cdot \frac{\overline{\Delta d}}{d}. \quad (10.7)$$

Абсолютная погрешность измерений плотности шариков :

$$\overline{\Delta\rho_{ш}} = E_{\rho_{ш}} \cdot \overline{\rho_{ш}}. \quad (10.8)$$

Относительная погрешность при расчете коэффициента вязкости:

$$E_{\eta} = \frac{\overline{\Delta\eta}}{\overline{\eta}} = 2 \frac{\overline{\Delta d}}{\overline{d}} + \frac{\overline{\Delta\rho_{\text{ш}}} + \overline{\Delta\rho_{\text{ж}}}}{\overline{\rho_{\text{ш}}} - \overline{\rho_{\text{ж}}}} + \frac{\overline{\Delta L}}{\overline{L}} + \frac{\overline{\Delta t}}{\overline{t}} . \quad (10.9)$$

Абсолютная погрешность вычисления коэффициента вязкости :

$$\overline{\Delta\eta} = E_{\eta} \cdot \overline{\eta} . \quad (10.10)$$

Окончательный результат

$$\eta = \overline{\eta} \pm \overline{\Delta\eta} . \quad (10.11)$$

Результат сравнивают с табличным значением.

Записывают выводы.

### Контрольные вопросы

1. Что называется вязкостью?
2. Как возникает сила внутреннего трения в жидкости?
3. Дайте определение коэффициенту вязкости, в каких единицах он измеряется.
4. В чём сущность метода Стокса ?
5. Какие силы действуют на шарик, падающий в жидкости?
6. Как изменяется с температурой коэффициент вязкости?
7. Как определяется плотность шариков и плотность жидкости?
8. Вывести расчётную формулу для вычисления вязкости.
9. Выведите формулу для определения относительной погрешности измерения коэффициента вязкости.

### Литература

1. Трофимова Т.И., курс физики. – 22-е изд., стер. –Издательский центр «Академия»: , 2016.-568 с.: ИЛ.

2. Никеров В.А., Физика. Современный курс, изд. Дашков и К°, 2016.-452 с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.01 ИЗУЧЕНИЕ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

### Цель работы

Целью данной работы является ознакомление с принципами действия и правилами эксплуатации электронных контрольно-измерительных приборов, используемых в лабораторных работах по разделам курса физики “Электричество и магнетизм”, “Колебания и волны”.

### 1. Цифровой универсальный измерительный прибор В7-16А (вольтметр универсальный).

1.1. **Назначение.** Вольтметр универсальный В7-16А предназначен для измерения напряжений постоянного и переменного токов и активного сопротивления цепи.

1.2. **Расположение органов управления и их назначение.** Все основные органы управления и присоединения расположены на передней панели и обозначены графическими символами. Общий вид прибора приведен на рис.1. Показания прибора высвечиваются на табло (1).

Переключатель “**РОД РАБОТЫ**” (2) осуществляет взаимное соединение функциональных узлов прибора, обеспечивая измерение либо напряжений, либо сопротивлений.

Переключателем “**ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ**” (3) производится выбор предела измерения напряжения постоянного, переменного токов и активного сопротивления.

Гнездо “   $\approx 100 \text{ VR}$  ” (6) используется при измерении напряжения до 100 В и активного сопротивления.

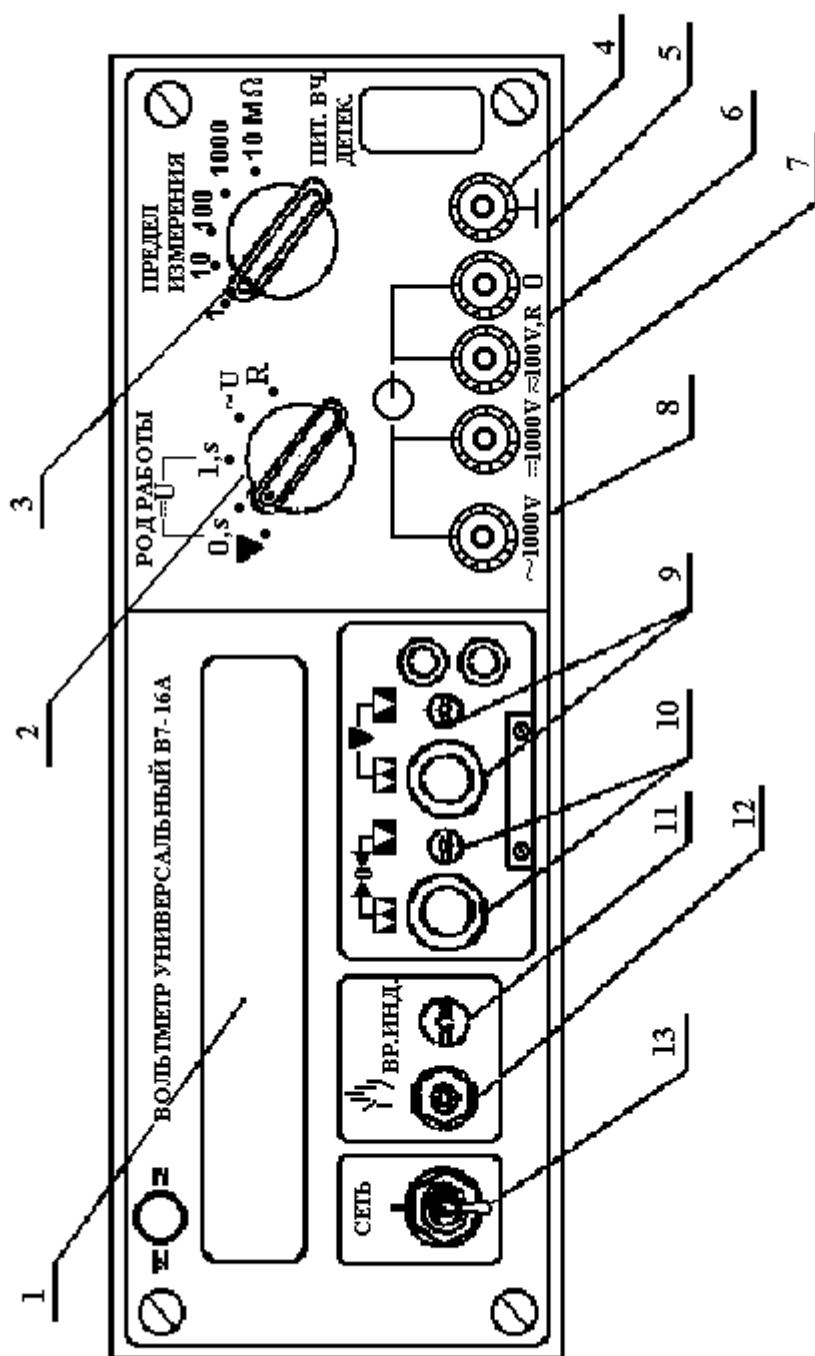






Рис. 1




Гнезда “ =1000 V” (7), “ ~1000 V” (8) используются при измерении напряжений постоянного и переменного тока от 100 до 1000 В соответственно.

Регулировочные элементы: потенциометры “” (калибровка) (9) и “” (установка нуля) (10) служат для калибровки и установки нуля вольтметра.

Гнездо “0” (5) – общий вход при измерениях.

Гнездо “” (4), соединенное с корпусом вольтметра, используется для заземления прибора.


Кнопка  (ручной пуск) (12) служит для ручного запуска вольтметра.

**1.3. Подготовка вольтметра к работе.** Включите прибор в сеть переменного тока напряжением 220 В, установив тумблер “Сеть” (13) в верхнее положение. При этом должно индицироваться табло.

Прогрейте вольтметр не менее 5 минут.

Установите потенциометр “ВР.ИНД” (11) в положение, обеспечивающее удобное время индикации.

Установите переключатель “РОД РАБОТЫ” в положение “U-0S”, а переключатель “ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ” – в положение 1. Закоротите гнезда “0” и вход “

≈ 100 VR” и регулятором “” установите на индикаторном табло показания 0000 с равновесным изменением знака полярности.

**1.4. Порядок работы с прибором**


**1.4.1. Измерение напряжения постоянного тока.** Для измерения напряжения постоянного тока необходимо установить переключатель “ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ” в положение, соответствующее величине измеряемого напряжения. Если его величина неизвестна, то переключатель устанавливается на максимальный предел измерения. Переключатель “РОД РАБОТЫ” нужно перевести в положение “U-1S”.

С помощью соединительных кабелей измеряемое напряжение подается в зависимости от его величины на соответствующее гнездо.

**1.4.2. Измерение напряжения переменного тока.** Порядок работы такой же, как и при измерении напряжения постоянного тока, за исключением того, что переключатель “РОД РАБОТЫ” необходимо установить в положение “~U”, соответствующее частоте измеряемого напряжения 20 Гц – 100 кГц.

**1.4.3. Измерение активного сопротивления.** Для измерения активного сопротивления переключатель “РОД РАБОТЫ” необходимо установить в положение “R”, а переключатель “ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ” – в положение, соответствующее величине измеряемого сопротивления с минимальной погрешностью.

Измеряемое сопротивление с помощью соединительных кабелей подключается к гнездам

“0” и “ ≈ 100 VR”. Производится отсчет показаний, погрешность измерения равна единице в последнем разряде на табло прибора. Отсчет производите не менее, чем через 10 с от момента подсоединения сопротивления.

## 2. Генератор сигналов типа Л 31

**2.1. Назначение прибора.** Генератор Л31 формирует (генерирует) сигналы напряжения прямоугольной, треугольной и синусоидальной формы.





**2.2. Основные органы управления и их назначение.**

“СЕТЬ” – служит для включения и выключения генератора.

“УРОВЕНЬ” – для плавной регулировки уровня выходного напряжения.

“ЧАСТОТА” – для установки частоты выходного сигнала.

Кнопки 1, 10, 100, 100, 0.5, объединенные надписью “ДЕЛИТЕЛЬ”, служат для ослабления выходного сигнала.

Кнопки , , , , объединенные надписью “РОД РАБОТ”, служат для выбора формы выходного сигнала.

Кнопки **0.01**, **0.1**, **1**, **10**, **100**, “МГц”, объединенные надписью “МНОЖИТЕЛЬ”, служат для выбора поддиапазона частоты выходного сигнала.

На выходе генератора (гнездо “**10V500Ω**”) формируются сигналы треугольной формы с плавной регулировкой уровня от нуля до 10 В, прямоугольной – до 7,5 В, синусоидальной – до 4,5 В. Выходное сопротивление генератора 500 Ом.

### 2.3. Порядок работы с генератором – источником периодических колебаний.

Прибор включают в сеть и прогревают в течение 2 – 3 минуты.

Выбор формы выходного сигнала производится нажатием соответствующей кнопки переключателя “РОД РАБОТ”; установку частоты производится с помощью переключателя “МНОЖИТЕЛЬ” и регулятора “ЧАСТОТА”; установка величины выходного сигнала осуществляется с помощью переключателя “ДЕЛИТЕЛЬ” и регулятора “УРОВЕНЬ”.

## 3. Осциллограф универсальный С1-83

3.1. **Назначение.** Осциллограф универсальный С1-83 предназначен для визуального наблюдения и исследования электрических сигналов. С помощью осциллографа можно измерять параметры сигналов. На экране прибора можно наблюдать: а) изображения одного или одновременно двух сигналов как функций времени (режим работы с внутренней разверткой); б) результат сложения двух взаимно перпендикулярных сигналов (в режиме X–Y, являющемся режимом изображения функциональной зависимости между сигналами). Осциллограф позволяет определять параметры сигналов: амплитуду, частоту, период.

3.2. **Основные органы управления и их назначение.** Общий вид передней панели прибора приведен на рис. 2.

К органам управления ЭЛТ (электроннолучевой трубки) относятся регуляторы, изменяющие яркость изображения (★) (1), четкость или фокус изображения (⊙) (2) и астигматизм луча (3).

Исследуемый сигнал подается на одно из  высокочастотных гнезд “**1M 35 pF**” (8,9) или одновременно на оба гнезда.

К органам управления тракта вертикального отклонения относятся:

а) переключатели “V/дел” (4,5), устанавливающие калиброванные коэффициенты отклонения (усиления) каналов I и II;

б) потенциометры (ручки) (6,7), регулирующие положение лучей обоих каналов по вертикали;

в) переключатели изменения усиления сигналов в 10 раз. Эти переключатели совмещены с ручками (6,7). Отжатое состояние (×1) этих ручек соответствует коэффициенту усиления равному 1. При этом цена большого деления шкалы на экране осциллографа определяется положением переключателей (4,5) соответствующего канала. В нажатом положении (×10) цена деления шкалы на экране осциллографа получается умножением на 10 соответствующего показания переключателей (4,5);

г) переключатели режима работы входов усилителя (10,11) могут находиться в трех положениях:

~ – на вход усилителя исследуемый сигнал поступает через разделительный конденсатор (закрытый вход),

~ – исследуемый сигнал поступает с постоянной составляющей

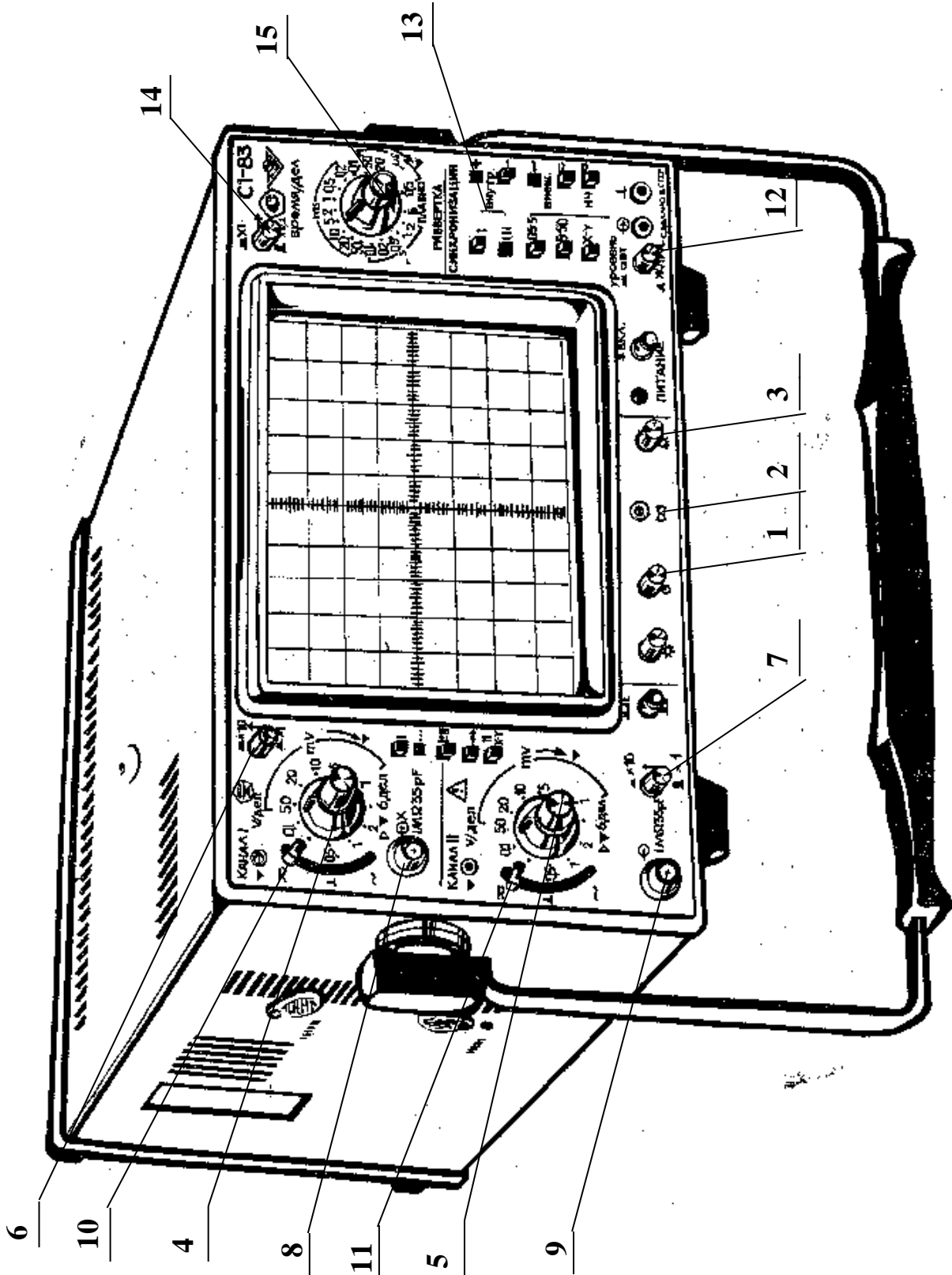


Рис. 2 . Внешний вид прибора

(открытый вход),

⊥ — вход усилителя подключен к корпусу. При этом сигнал, подаваемый на соответствующий канал, на экране не наблюдается.

д) переключатели режима работы усилителей (кнопки I, II, I+II, →→, ..., X-Y).

При нажатой кнопке **I** или **II** на экране будет наблюдаться сигнал соответственно **I** или **II** каналов. При нажатой кнопке **I+II** на экране наблюдается алгебраическая сумма сигналов **I** и **II** каналов, причем развертка обоих каналов происходит по горизонтальной оси. В режимах  $\rightarrow\rightarrow$ , и . . . возможно одновременное наблюдение сигналов обоих каналов. Развертка обоих каналов происходит по горизонтальной оси. В режиме **X-Y** можно наблюдать изображение функциональных зависимостей между сигналами. При этом развертка сигнала **I** канала осуществляется по оси **X**, а развертка сигнала **II** канала – по оси **Y**.

К органам управления синхронизацией относятся: потенциометр “**УРОВЕНЬ**” (12), с помощью которого задается уровень, при котором происходит запуск развертки; кнопок “**ВНУТР**” **I** (развертка синхронизируется сигналом только **I** канала) и “**ВНУТР**” **I,II** (13) (развертка синхронизируется сигналов обоих каналов или одного канала).

К органам управления разверткой относятся:

- потенциометр (ручка)  $\leftrightarrow$  (15), обеспечивающий перемещение луча ЭЛТ по горизонтали;
- переключатели “**ВРЕМЯ/ДЕЛ**” (14), осуществляющие ступенчатое изменение скорости развертки и ручки плавного регулирования. При этом цена большого деления по горизонтальной оси соответствует положению переключателя скорости развертки. Ручка плавного регулирования должна быть при этом установлена в крайнее правое положение.

**3.3. Порядок работы (проведение измерений) с осциллографом.** Для проведения измерений параметров сигнала нужно выполнить следующие операции:

- подать с помощью соединительного кабеля сигнал на гнездо “ $\Rightarrow$  1M 35 pF”, желательного, первого канала;
- установить переключатель режима работы коммутатора на требуемый канал (нажать кнопку **I** при подаче сигнала на вход первого канала или **II** для второго канала);
- ручки плавной регулировки усиления и скорости развертки должны быть установлены в крайнее правое положение;
- поставить переключатели “**V/дел**”, и “**×1**” и “**×10**” в такое положение, чтобы амплитуда изображенного сигнала составила больше половины шкалы (переключатель входов

должен быть в положении  $\overline{\sim}$  или  $\sim$  );

- ручкой “**УРОВЕНЬ**” добиться устойчивого изображения в режиме внутренней синхронизации;

– поставить переключатель “**ВРЕМЯ/ДЕЛ**” в положение, при котором наблюдается несколько периодов исследуемого сигнала;

Для удобства измерения параметров исследуемого сигнала рекомендуется установить

ручку  $\updownarrow$  вертикального смещения так, чтобы минимальный уровень сигнала совпадал с одной из нижних линий, а максимальный находился в пределах экрана. Ручкой

“ $\leftrightarrow$ ” горизонтального перемещения нужно сместить изображение таким образом, чтобы один из верхних пиков находился на вертикальной средней линии шкалы.

После выполнения вышеуказанных процедур можно оценить полный размах сигнала и его временные параметры, в частности период. Для этого необходимо умножить расстояние, измеренное в больших делениях шкалы на ЭЛТ, на соответствующие показания переключателей аттенюатора “**V/ДЕЛ**” и “**×1**” и “**×10**” или развертки “**ВРЕМЯ/ДЕЛ**”.

Для изображения функциональных зависимостей между двумя сигналами (кривой намагничивания, фигур Лиссажу) необходимо установить переключатели режима работы усилителей и канала синхронизации в положение “**X-Y**”. В таком режиме работы осциллографа цена деления шкалы ЭЛТ по оси **X** определяется положением переключателя аттенюатора “**V/дел**” **I**-го канала, а по оси **Y** – второго канала.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Расскажите о назначении универсального измерительного прибора В7-16А.
2. Укажите органы управления прибором В7-16А и расскажите о их назначении.
3. Расскажите о назначении генератора сигналов Л 31.
4. Укажите органы управления генератора сигналов Л 31 и расскажите о их назначении.
5. Расскажите о назначении осциллографа универсального С1-83.
6. Опишите функциональную схему осциллографа С1-83.
7. Укажите органы управления осциллографа С1-83 и расскажите о их назначении.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.02

### НАБЛЮДЕНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ И ИЗМЕРЕНИЕ АКТИВНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

#### 1. Измерение параметров периодического колебания

##### 1.1. Цель работы

Целью работы является изучение способа измерения амплитуды  $U_0$ , периода  $T$ , частоты  $f$  и величины эффективного напряжения  $U_{\text{эфф}}$  электрического гармонического колебания источника сигналов (генератора) Л 31 с помощью электронного осциллографа С1-83 и универсального вольтметра В7-16А, а также оценки максимального размаха пилообразного, прямоугольного и синусоидального напряжений, снимаемых с генератора Л 31 в зависимости от частоты.

##### 1.2. Выполнение работы

**Необходимые приборы и их совместное подключение.** В работе используются описанные ранее контрольно-измерительные приборы типов Л 31, С1-83, В7-16А и лабораторный стенд. Соединение приборов для оценки параметров электрических сигналов осуществляется по схеме, показанной на рис. 1, путем подключения их выходных и входных кабелей к клеммам лабораторного стенда в его правой нижней части наборного поля (рис. 2).

**Порядок выполнения работы.** Согласно инструкциям по эксплуатации приборов, изложенным в работе 2.01, проведите пять измерений параметров гармонических сигналов с фиксированной частотой, выбранной произвольно в пределах от 2 до 100 кГц, но с разными амплитудами. Результаты измерений запишите в табл. 1.1, в которой в скобках указаны типы приборов, используемых в данных измерениях. В таблицу 2.2 запишите возможные изменения максимального уровня сигналов (полного размаха) пилообразной, прямоугольной и синусоидальной формы при изменении частоты от 2 до 100 кГц. Измерения проводите с помощью осциллографа С1-83.

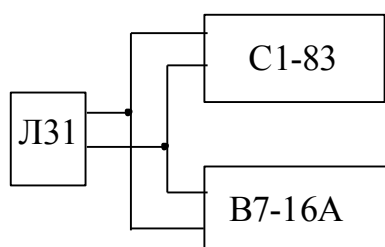


Рис. 1. Схема соединения приборов



Рис.2. Наборное поле стенда







Таблица 1.1.

### Результаты измерений параметров гармонических сигналов

Номер опыта	$f_1$ , Гц (Л 31)	$T$ , с (С1-83)	$f_2 = \frac{1}{T}$ , Гц	$U_0$ , В (С1-83)	$U_{\text{эфф}} = \frac{U_{\text{эфф}}}{\sqrt{2}}$ , В	$U_{\text{эфф}}$ , В (В7-16А)
1						
2						
3						
4						
5						

Таблица 1.2

### Результаты измерений уровня сигналов

Номер опыта	$f_1$ , Гц (Л 31)	$T$ , с (С1-83)			$2U_0$ , В (С1-83)		
							
1							
2							
3							
4							
5							

## 2. Измерение активного сопротивления электрической цепи

### 2.1. Цель работы

Изучение способа измерения активного сопротивления отдельных участков электрической цепи при помощи контрольно-измерительного прибора В7-16А, используемого в качестве омметра.

### 2.2. Выполнение работы

**1. Необходимые приборы:** В работе используются универсальный вольтметр В7-16А и лабораторный стенд.

**2. Порядок выполнения работы.** Согласно инструкции по эксплуатации вольтметра В7-16А, включенного в режиме омметра, нужно измерить известные сопротивления в лабораторных работах № 2.05 и № 2.08 и сравнить их с данными в таблице П.1.

Таблица П.1.

### Результаты измерения сопротивлений

Данные	Сопротивления в работе № 2.05	Сопротивления в работе № 2.08
--------	-------------------------------	-------------------------------

	$R_1, \text{ Ом}$	$R_2, \text{ Ом}$	$R_3, \text{ Ом}$	$R_1, \text{ Ом}$	$R_2, \text{ Ом}$	$R_3, \text{ Ом}$	$R_4, \text{ Ом}$
справочные	470	680	820	100	100	100	1000
опытные							

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Опишите порядок измерения амплитуды периодического сигнала с помощью электронного осциллографа С1-83.
2. Опишите порядок измерения периода и частоты периодического сигнала с помощью осциллографа С1-83.
3. Опишите способ измерения эффективных значений напряжения гармонических сигналов с помощью прибора В7-16А.
4. Опишите способ измерения уровня периодических сигналов различной формы с помощью генератора сигналов и осциллографа С1-83.
5. Опишите порядок измерения активных сопротивлений с помощью прибора В7-16А.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.03 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕМКОСТИ КОНДЕНСАТОРА

#### 1. Цель работы

Целью данной работы является изучение законов электростатики и одного из методов измерения емкости конденсатора.

#### 2. Краткая теория

Конденсатором называется система из двух проводников, разделенных слоем диэлектрика, в которой обеспечивается сильная электрическая связь между накопленными на этих проводниках зарядами. Проводники, образующие конденсатор, называются обкладками. В зависимости от формы обкладок, конденсаторы бывают сферические, цилиндрические, плоские. За заряд конденсатора принимается заряд одной обкладки, взятый по абсолютной величине.

Емкостью конденсатора называется скалярная физическая величина, характеризующая способность конденсатора накапливать электрический заряд и численно равная заряду, который должен быть перенесен с одной обкладки конденсатора на другую, чтобы разность потенциалов между ними изменилась на единицу

$$C = \frac{Q}{\Delta\varphi}. \quad (2.03.1)$$

Емкость конденсатора зависит от формы и размеров его обкладок и диэлектрической проницаемости диэлектрика и не зависит от свойств проводников, из которых изготовлены обкладки. Единицей измерения электрической емкости в системе СИ является фарад ( $\Phi = \text{Кл/В}$ ).

Емкость конденсатора может быть измерена различными методами. В данной работе использован метод, основанный на измерении накопленного конденсатором заряда. При этом емкость рассчитывается в соответствии с определением.

Для определения емкости неизвестного конденсатора  $C_x$  собирают цепь по рис. 1.



$C_x$  – конденсатор неизвестной емкости,

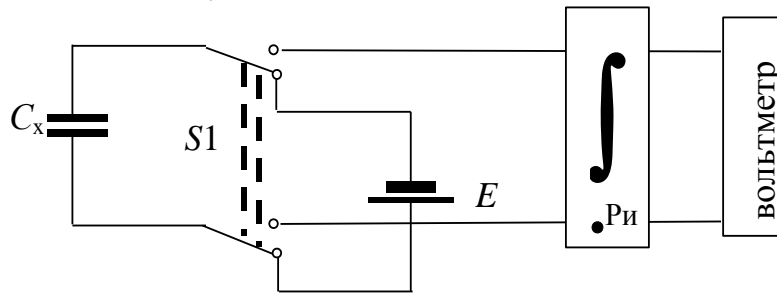


Рис.1. Схема электрической цепи для определения емкости конденсатора

$E$  – источник питания, служащий для зарядки конденсатора до разности потенциалов, равной ЭДС источника ( $\Delta\varphi = E$ ),

$\int$  – интегратор тока,

Ри – кнопка разряда интегратора,

$S1$  – переключатель, позволяющий подключать конденсатор к источнику питания  $E$  при зарядке и к интегратору при разрядке.

При подключении к источнику питания конденсатор заряжается. Заряд, накапливаемый на обкладках конденсатора, при неизменном значении разности потенциалов  $\Delta\varphi$  пропорционален его емкости. В стационарном состоянии разность потенциалов равна ЭДС источника  $E$ .

$$Q = C_x \cdot E. \quad (2.03.2)$$

При разрядке конденсатора в цепи протекает убывающий во времени электрический ток. По определению, сила тока

$$I(t) = \frac{dQ}{dt}. \quad (2.03.3)$$

Нас интересует заряд  $Q$ , то есть необходимо вычислить  $Q = \int_0^{\infty} I dt$ . Для этого служит электронное устройство, называемое интегратором.

При подключении заряженного конденсатора к интегратору, который в свою очередь подключен к вольтметру, в цепи интегратора протекает ток. Напряжение на выходе интегратора пропорционально интегралу от силы тока на его входе, т.е. заряду:

$$U_x = b \int I(t) dt = b \int \frac{dQ}{dt} \cdot dt = b \int dQ = bQ, \quad (2.03.4)$$

где  $b$  – постоянная интегратора (она неизвестна).

Напряжение  $U_x$  измеряется цифровым вольтметром. Сопоставляя формулы (2.03.2) и (2.03.4), получаем:

$$\frac{U_x}{b} = C_x \cdot E. \quad (2.03.5)$$

В полученном выражении постоянная интегратора  $b$  и разность потенциалов на конденсаторе  $E$  являются неизвестными. Поэтому только на основании (2.03.5) определить  $C_x$  оказывается невозможным. Для того, чтобы избежать определения величин  $b$  и  $E$ , в данной работе применяется хорошо известный метод калибровки. Включим вместо конденсатора  $C_x$  конденсатор с известной емкостью  $C_1$  и проведем аналогичные измерения. При этом на выходе интегратора получим отсчет  $U_1$  и по аналогии с (2.03.5) запишем:

$$\frac{U_1}{b} = C_1 \cdot E \quad (2.03.6)$$

Разделив друг на друга равенства (2.03.5) и (2.03.6), получим

$$C_x = \frac{U_x}{U_1} \cdot C_1, \quad (2.03.7)$$

где  $U_x$  и  $U_1$  – показания вольтметра при разряде неизвестного и известного конденсаторов соответственно (максимальные значения показаний на индикаторном табло вольтметра),  $C_1$  емкость известного конденсатора.

Конденсаторы широко используются в различных областях техники: в электронике, электротехнике, энергетике. В горном деле энергия заряженный конденсаторов используется при взрывных работах для воспламенения детонаторов. На импульсном выделении энергии при разряде конденсаторов основан метод электрогидравлической очистки скважин. В обогащении полезных ископаемых конденсаторы находят применение при электросепарации слабомагнитных руд. В состав электронных геофизических приборов конденсаторы входят в качестве одной из составных частей. Разрабатываются специальные конструкции конденсаторов для работы во взрыво- и пожароопасных условиях.

### 3. Выполнение работы

**Необходимые приборы:** конденсатор с известной емкостью ( $C_1 = 4700 \text{ пФ} \pm 10\%$ ); конденсатор с неизвестной емкостью  $C_x$ , которая определяется в данной работе; источник постоянного тока с эдс  $E$ ; переключатель; интегратор; цифровой вольтметр. Все элементы схемы, кроме вольтметра, смонтированы внутри лабораторного стенда. Схема экспериментальной установки для определения емкости конденсатора показана на рис. 2 и на панели лабораторного стенда.

**Порядок выполнения работы:** Подготовьте цифровой вольтметр к работе согласно инструкции. Подготовьте схему для измерения емкости неизвестного конденсатора  $C_x$ , для чего гибкими перемычками соедините клеммы 1 и 3, 5 и 7, 6 и 8, а выходные клеммы интегратора 9 и 10 соедините с входом вольтметра (см. рис. 2). Включите лабораторный стенд тумблером, расположенным в левой части передней стенки.



Средние значения	$\bar{U}_x =$	$\Delta \bar{U}_x =$	$\bar{U}_1 =$	$\Delta \bar{U}_1 =$	$\bar{U}_{\text{пар}} =$	$\Delta \bar{U}_{\text{пар}} =$	$\bar{U}_{\text{пос}} =$	$\Delta \bar{U}_{\text{пос}} =$
------------------	---------------	----------------------	---------------	----------------------	--------------------------	---------------------------------	--------------------------	---------------------------------

Определяются средние значения показаний вольтметра  $U_x, U_1, U_{\text{пар}}, U_{\text{пос}}$ . По этим средним значениям вычисляются опытные значения величин емкостей.

$$C_x = \frac{\bar{U}_x}{\bar{U}_1} \cdot C_1 \quad (2.03.8)$$

$$C_{\text{пар}} = \frac{\bar{U}_{\text{пар}}}{\bar{U}_1} \cdot C_1 \quad (2.03.9)$$

$$C_{\text{пос}} = \frac{\bar{U}_{\text{пос}}}{\bar{U}_1} \cdot C_1 \quad (2.03.10)$$

Теоретическое значение емкости параллельного соединения конденсаторов вычисляются следующим образом:

$$C_{\text{пар}} = C_x + C_1. \quad (2.03.11)$$

Емкость последовательного соединения конденсаторов рассчитывается по следующей формуле:

$$\frac{1}{C_{\text{пос}}} = \frac{1}{C_x} + \frac{1}{C_1}, \quad (2.03.12)$$

из которой следует расчетная формула для вычисления емкости последовательного соединения конденсаторов:

$$C_{\text{пос}} = \frac{C_x \cdot C_1}{C_x + C_1}. \quad (2.03.13)$$

Используя значение  $\bar{C}_x$ , рассчитанное по формуле (2.03.8), вычислите по формулам (2.03.12) и (2.03.13) значения емкостей параллельного и последовательного соединений конденсаторов. Результат расчетов сравните с экспериментальными значениями, определенными по формулам (2.03.9) и (2.03.10).

### 3. Вычисление погрешностей

Средние относительные погрешности емкостей вычисляются по формулам:

$$E_{C_x} = \frac{\Delta \bar{C}_x}{\bar{C}_x} = \frac{\Delta \bar{U}_x}{\bar{U}_x} + \frac{\Delta \bar{U}_1}{\bar{U}_1} + \frac{\Delta C_1}{C_1}; \quad (2.03.14)$$

$$E_{C_{\text{ПАР}}} = \frac{\Delta \bar{C}_{\text{пар}}}{\bar{C}_{\text{пар}}} = \frac{\Delta \bar{U}_{\text{пар}}}{\bar{U}_{\text{пар}}} + \frac{\Delta \bar{U}_1}{\bar{U}_1} + \frac{\Delta C_1}{C_1}; \quad (2.03.15)$$

$$E_{C_{\text{пос}}} = \frac{\Delta \bar{C}_{\text{пос}}}{\bar{C}_{\text{пос}}} = \frac{\Delta \bar{U}_{\text{пос}}}{\bar{U}_{\text{пос}}} + \frac{\Delta \bar{U}_1}{\bar{U}_1} + \frac{\Delta C_1}{C_1} \quad (2.03.16)$$

Средние абсолютные погрешности емкостей:

$$\Delta \bar{C}_x = E_{C_x} \cdot \bar{C}_x; \quad (2.03.17)$$

$$\Delta \bar{C}_{\text{пар}} = E_{C_{\text{пар}}} \cdot \bar{C}_{\text{пар}}; \quad (2.03.18)$$

$$\Delta \bar{C}_{\text{пос}} = E_{C_{\text{пос}}} \cdot \bar{C}_{\text{пос}}. \quad (2.03.19)$$

Окончательные результаты измерения емкостей конденсаторов записывается в виде:

$$C_x = \bar{C}_x \pm \Delta \bar{C}_x; \quad (2.03.20)$$

$$C_{\text{пар}} = \bar{C}_{\text{пар}} \pm \Delta \bar{C}_{\text{пар}}; \quad (2.03.21)$$

$$C_{\text{пос}} = \bar{C}_{\text{пос}} \pm \Delta \bar{C}_{\text{пос}}. \quad (2.03.22)$$

Сравните значения емкостей параллельного и последовательного соединений конденсаторов, полученные опытным путем, и рассчитанные по теоретическим формулам (2.03.11) и (2.03.13). Если разница между теоретическими и опытными значениями емкостей параллельного и последовательного соединения конденсаторов не превышает соответствующей абсолютной погрешности, можно считать, что данный метод удовлетворительно обеспечивает проведение измерений емкостей. Данный анализ результатов работы производится в выводе к лабораторной работе.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение емкости конденсатора.
2. Объясните по схеме цепи назначение используемых приборов.
3. Подробно объясните принцип определения емкости в данной работе.
4. Выведите расчетные формулы для определения емкостей  $C_x$ ,  $C_{\text{пар}}$ ,  $C_{\text{пос}}$ .
5. Каковы единицы измерения емкости?
6. Изобразите схемы параллельного и последовательного соединений конденсаторов. Запишите формулы для результирующих емкостей.
7. Выведите формулы для расчета погрешностей  $\Delta C_x$ ,  $\Delta C_{\text{пар}}$ ,  $\Delta C_{\text{пос}}$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.2. М.: Наука, 1982. с.87–89.
2. Калашников С.Г. Электричество. М.: Наука, 1970.с.77–91.
3. Физический практикум. Электричество и оптика / Под ред. В.И. Ивероной. М.: Наука, 1968. 815 с.
4. Иродов И.Е. Основные законы электромагнетизма. М.: Высшая школа, 1983. с. 51–54.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.04 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОДВИЖУЩЕЙ СИЛЫ ИСТОЧНИКА ТОКА МЕТОДОМ КОМПЕНСАЦИИ

## 1. Цель работы

Целью работы является изучение законов постоянного электрического тока и ознакомление с компенсационным методом измерения электродвижущей силы источника тока.

## 2. Краткая теория

Электродвижущей силой (ЭДС) источника тока называется скалярная физическая величина, измеряемая работой сторонних сил при перемещении единичного положительного заряда по участку цепи или замкнутой цепи, содержащей этот источник тока. ЭДС источника тока равна разности потенциалов между его полюсами при разомкнутой внешней цепи.

Измерение ЭДС при помощи обычного вольтметра является приближенным, так как при этом через вольтметр и источник протекает ток и показания вольтметра, равные падению напряжения на внутреннем сопротивлении прибора, отличаются от величины ЭДС на величину падения напряжения на внутреннем сопротивлении источника. При этом на внутреннем сопротивлении источника происходит выделение тепла по закону Джоуля–Ленца. Наиболее точным является компенсационный метод. Этот метод состоит в том, что неизвестная ЭДС компенсируется известной разностью потенциалов. При этом ток через источник отсутствует и неизвестная ЭДС равна компенсирующей разности потенциалов. Принципиальная схема электрической цепи, предназначенной для измерения ЭДС источника методом компенсации, приведена на рис. 1.

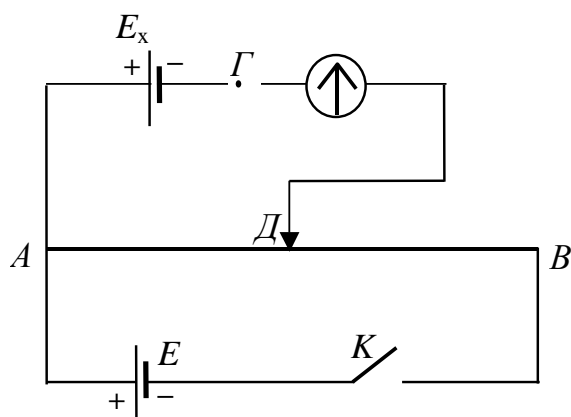


Рис. 1. Принципиальная схема электрической цепи компенсационного метода измерения ЭДС источника тока

К реохорду  $AB$ , имеющему движок  $D$ , присоединена батарея аккумуляторов  $E$ . Ток батареи, протекая по проволоке реохорда, создает на ней разность потенциалов. На участке  $AD$  также создается разность потенциалов, равная падению напряжения на этом участке  $U = I \cdot R_{AB}$ . Величину этой разности потенциалов можно изменять, передвигая движок от нуля (точка  $A$ ) до максимума (точка  $B$ ).

Такой способ измерения разности потенциалов называется потенциометрическим, а сам реохорд, включенный таким образом, называется потенциометром.

К точкам  $A$  и  $D$  присоединяются полюса источника тока с неизвестной ЭДС  $E_x$  через гальванометр или измеритель разности потенциалов. В данной работе в качестве

измерителя разности потенциалов используется цифровой вольтметр. При этом к точке  $A$  подключаются одноименные полюса источников  $E$  и  $E_x$ . При замкнутом ключе  $K$  можно найти такое положение движка на реохорде, при котором стрелка гальванометра не отклоняется и ток на участке  $AE_xD$  отсутствует. В этом случае разность потенциалов между точками  $D$  и  $G$  равна нулю, и ЭДС источника  $E_x$  компенсируется падением напряжения на участке  $AD$  реохорда.

По закону Ома можно записать:

$$E_x = U_{1AD} = I \cdot R_{1AD}, \quad (2.04.1)$$

где  $I$  – сила тока в цепи батареи  $E$ ,  $R_{1AD}$  – сопротивление участка  $AD$  реохорда, при котором компенсируется ЭДС  $E_x$ .

Измерение силы тока  $I$  можно не проводить, так как при этом вносятся дополнительные погрешности, а использовать калибровочный опыт и элемент с известной ЭДС. Для этого вместо источника  $E_x$  нужно включить элемент с известной ЭДС  $E_0$  и найти новое положение движка  $D$ , при котором ток в цепи гальванометра отсутствует.

При этом условии аналогично выражению (2.04.1) можно записать

$$E_0 = U_{2AD} = I \cdot R_{2AD}, \quad (2.04.2)$$

где  $R_{2AD}$  сопротивления участка  $AD$ , при котором компенсируется ЭДС  $E_0$ .

Если ток через гальванометр отсутствует, ток в цепи источника  $E$  будет одинаковым, независимо от положения движка реохорда. Тогда, разделив друг на друга выражения (2.04.1) и (2.04.2), получаем:

$$\frac{E_x}{E_0} = \frac{R_{1AD}}{R_{2AD}}. \quad (2.04.3)$$

Сопротивления  $R_{1AD}$  и  $R_{2AD}$  пропорциональны длинам соответствующих участков реохорда  $\ell_1$  и  $\ell_2$  от его общего конца  $A$  до подвижного контакта  $D$ , поэтому

$$\frac{E_x}{E_0} = \frac{\ell_1}{\ell_2}. \quad (2.04.4)$$

Отсюда окончательно имеем:

$$E_x = E_0 \frac{\ell_1}{\ell_2}. \quad (2.04.5)$$

При проведении опыта нужно иметь в виду, что  $E$  должна быть постоянной и больше по величине, чем  $E_0$  и  $E_x$ , так как только в этом случае возможно найти на реохорде такое положение движка  $D$ , при котором можно осуществить компенсацию. Цепь следует замыкать на короткое время, чтобы обнаружить наличие или отсутствие тока через гальванометр, иначе может происходить нагревание проводников, изменяющее их сопротивление, а также при длительном протекании тока через элемент происходит изменение его ЭДС за счет поляризационных явлений.

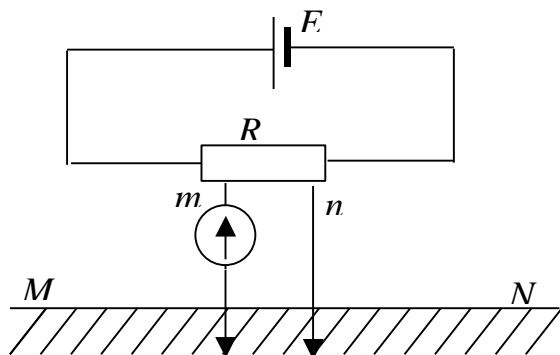


Рис.2. Схема цепи полевого электроразведочного потенциометра

В данной работе известную ЭДС следует измерять с помощью цифрового вольтметра.

Компенсационный метод измерения разности потенциалов применяется в полевом электроразведочном потенциометре, электрическая схема которого приведена на рис. 2. Если разность потенциалов на участке эталонного сопротивления  $R$  (потенциометра) между точками  $m$  и  $n$  полностью компенсирует разность потенциалов между заземленными электродами  $M$  и  $N$ , ток через гальванометр будет равен нулю. Потенциометр снабжен шкалой, по



которой непосредственно отсчитывается значение измеряемого напряжения.

В геофизике применяется прибор, называемый электроразведочный автокомпенсатор, в котором компенсирующая разность потенциалов создается автоматически при помощи электронной схемы. Он позволяет легко и быстро производить измерения силы тока в питающей цепи и разности потенциалов между приемными электродами.

### 3 Выполнение работы

**3.1. Необходимые приборы:** круговой реохорд, цифровой вольтметр, переключатель  $S_1$ , набор сопротивлений  $R_1, R_2, R_3$ , предназначенных для изменения силы тока через реохорд, источник  $E$  постоянного напряжения, источник  $E_x$  с неизвестной ЭДС, источник  $E_0$  с известной ЭДС, Все элементы схемы, кроме цифрового вольтметра, собраны внутри лабораторного стенда.

Рабочая схема опыта показана на рис.3 и на панели стенда.

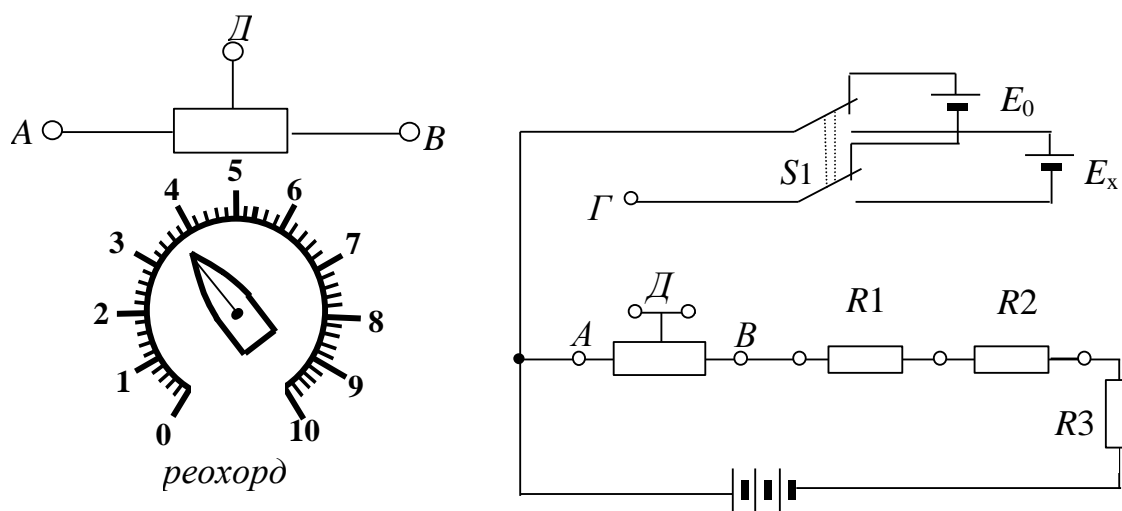


Рис.3. Рабочая схема опыта

**3.2. Порядок выполнения работы.** Подготовьте к работе цифровой вольтметр в соответствии с инструкцией по эксплуатации, находящейся на лабораторном столе. Подключите вольтметр к клеммам  $\Gamma$  и  $\mathcal{D}$ , реохорд включите в цепь с помощью перемычек (соедините попарно клеммы  $AA$ ,  $\mathcal{D}\mathcal{D}$  и  $BB$  на реохорде и в измерительной цепи). Включите лабораторный стенд тумблером, расположенным в левой части передней стенки. С помощью переключателя  $S_1$  включите источник с неизвестной ЭДС  $E_x$ , перемычкой закоротите сопротивления  $R_1$  и  $R_2$ , оставив включенным сопротивление  $R_3$ . Вращением ручки кругового реохорда добейтесь нулевого показания вольтметра. Отсчитайте по шкале реохорда от нуля длину  $l_1$  плеча  $A\mathcal{D}$  и запишите ее в табл. 1. С помощью переключателя  $S_1$  включите источник с известной ЭДС  $E_0$ , добейтесь нулевого показания вольтметра и определите длину  $l_2$  плеча  $A\mathcal{D}$  кругового реохорда. Опыт повторите еще два раза для каждого из элементов  $E_x$  и  $E_0$  при сопротивлениях цепи  $(R_3+R_2)$ , для чего перемычкой закоротите только сопротивление  $R_1$ , и  $(R_1+R_2+R_3)$ , для чего перемычка убирается совсем. Результаты запишите в таблицу 1.

Таблица 1

Результаты измерений

$R_n$	$l_1$ , дел. шкалы	$l_2$ дел. шкалы	$E_x$ , В	$\Delta E_x$ , В

$R_3$				
$R_3+R_2$				
$R_1+R_2+R_3$				
Средние значения			$\bar{E}_x$	$\Delta\bar{E}_x$

Измерьте цифровым вольтметром ЭДС известного источника. Для этого переключателем  $S_1$  включите источник с известной ЭДС  $E_0$  и подключите вольтметр к клеммам  $A$  и  $G$ . Аналогично измерьте вольтметром ЭДС неизвестного источника. Во всех трех случаях вычислите ЭДС неизвестного элемента  $E_x$  по формуле (2.04.5). Определите среднее значение  $E_x$ , средние абсолютную и относительную погрешности. Окончательный результат запишите в виде:

$$E_x = \bar{E}_x \pm \Delta\bar{E}_x \quad (2.04.6)$$

Сравните значение ЭДС неизвестного источника, измеренное методом компенсации со значением, полученным с помощью цифрового вольтметра.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется электродвижущей силой источника тока?
2. Что такое сторонние силы?
3. Назовите способы измерения ЭДС.
4. Какова природа ошибки, допускаемой при измерении ЭДС источника тока с помощью вольтметра?
5. В чем заключается метод компенсации и каковы его достоинства?
6. Приведите принципиальную схему электрической цепи для измерения ЭДС методом компенсации. Поясните порядок проведения измерений.
7. Выведите расчетную формулу для определения  $E_x$ .
8. Какому условию должна удовлетворять в этой установке величина ЭДС источника тока, служащего для питания цепи?

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

9. Зисман Г. А., Тодес О. М. Курс общей физики. Т.2 – М.: Наука, 1974. – 336 с.
10. Физический практикум. Электричество и оптика. / Под ред. В. И. Ивероновой. – М.: Наука, 1968. 815 с.

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.05

##### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ ПРОВОДНИКОВ С ПОМОЩЬЮ МОСТА УИТСТОНА

###### 1. Цель работы

Целью работы является изучение законов постоянного тока на примере классического метода измерения сопротивления проводников с помощью мостовой схемы и определение удельного сопротивления материала проводника.

###### 2. Краткая теория

Электросопротивление проводника – это скалярная физическая величина, характеризующая его электропроводящие свойства. Сопротивление проводника зависит от его формы, размеров и электропроводящих свойств материала, из которого изготовлен проводник. В простейшем случае однородного проводника с постоянным поперечным сечением, сопротивление проводника определяется следующим образом:

$$R = \rho \frac{\ell}{S}, \quad (2.05.1)$$

где  $\rho$  – удельное сопротивление материала проводника,  $\ell$  – длина проводника,  $S$  – площадь его поперечного сечения.

Из формулы (2.05.1) можно выразить удельное сопротивление:

$$\rho = \frac{R \cdot S}{\ell}, \quad (2.05.2)$$

откуда видно, что удельное сопротивление численно равно сопротивлению проводника единичной длины, имеющего площадь поперечного сечения, равную единице площади. В системе СИ удельное сопротивление измеряют в омметрах (Ом·м).

Одним из методов измерения сопротивления является метод моста Уитстона.

Мост Уитстона состоит из четырех сопротивлений – плеч  $R_x$ ,  $R_n$ ,  $R_{AD}$ ,  $R_{DB}$ , которые соединены между собой так, что образуют замкнутый четырехугольник. К двум противоположным его углам  $A$  и  $B$  подключают полюса источника постоянного тока  $E$ , а к двум другим  $C$  и  $D$  подсоединяют чувствительный гальванометр или измеритель разности потенциалов. Принципиальная схема моста Уитстона изображена на рис. 1.

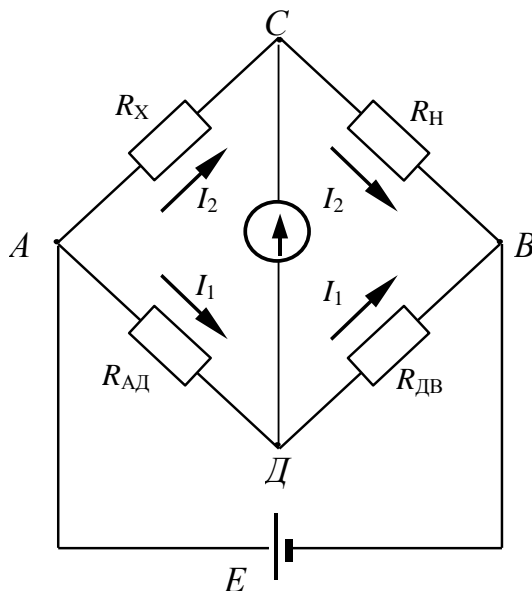


Рис.1. Принципиальная схема моста Уитстона

Если мост подключен к источнику  $E$ , по участку моста  $CD$  вследствие неравенства потенциалов точек  $C$  и  $D$  может протекать электрический ток и стрелка гальванометра отклонится. Для того, чтобы на участке  $CD$  ток отсутствовал, необходимо равенство потенциалов точек  $C$  и  $D$  (условие равновесия моста). Изменять разность потенциалов между точками  $C$  и  $D$  можно таким способом: в качестве участка  $ADB$  включается калиброванная проволока (реохорд) со скользящим контактом  $D$ . Реохорд снабжен шкалой. Перемещая движок реохорда, можно добиться отсутствия тока на участке  $CD$ , что будет зарегистрировано гальванометром. Обозначим силу тока, текущего на участке  $ADB$  через  $I_1$ , а на участке  $ACB$  через  $I_2$ . Для каждого из четырех плеч

реохорда запишем уравнения по закону Ома:

$$\begin{aligned} \varphi_A - \varphi_C &= R_x \cdot I_2, & \varphi_C - \varphi_B &= R_H \cdot I_2, \\ \varphi_A - \varphi_D &= R_{AD} \cdot I_1, & \varphi_D - \varphi_B &= R_{DB} \cdot I_1, \end{aligned} \quad (2.05.3)$$

где  $\varphi_A, \varphi_C, \varphi_B, \varphi_D$  – потенциалы точек  $A, C, B, D$  соответственно. При отсутствии тока через гальванометр  $\varphi_C = \varphi_D$ . Следовательно, можно записать:

$$R_x \cdot I_2 = R_{AD} I_1, \quad R_H \cdot I_2 = R_{DB} I_1, \quad (2.05.4)$$

откуда

$$\frac{R_x}{R_H} = \frac{R_{AD}}{R_{DB}} \quad (2.05.5)$$

Таким образом, условие равновесия моста определяется только соотношением плеч реохорда и не зависит от электродвижущей силы источника, питающего цепь.

Так как проволока, из которой изготовлен реохорд  $ADB$ , однородна и имеет по всей длине одинаковое сечение, то сопротивления  $R_{AD}$  и  $R_{DB}$  пропорциональны соответствующим длинам плеч  $l_1$   $l_2$  реохорда. Поэтому (2.05.5) можно переписать в виде:

$$\frac{R_x}{R_H} = \frac{l_1}{l_2}, \quad (2.05.6)$$

откуда неизвестное сопротивление:

$$R_x = R_H \frac{l_1}{l_2}. \quad (2.05.7)$$

С другой стороны, сопротивление проводника можно выразить, зная его форму, размер и материал, из которого изготовлен проводник.

$$R_x = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{4l}{\pi d^2}, \quad (2.05.8)$$

где  $d$  – диаметр проводника.

Отсюда, удельное сопротивление исследуемого проводника:

$$\rho = \frac{\pi d^2 R_x}{4l}. \quad (2.05.9)$$

В таблице 1 приведены значения удельного сопротивления некоторых проводников при комнатной температуре.

Таблица 1

### Удельное сопротивление проводников

Материал проводника	$\rho, 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$
Серебро	0,016
Медь	0,017
Алюминий	0,028
Вольфрам	0,055
Цинк	0,060
Латунь	0,071
Свинец	0,120
Никелин	0,420
Манганин	0,459
Константан	0,500
Ртуть	0,958
Нихром	1,100

Удельное сопротивление горных пород изменяется в широких пределах. Наиболее низкое удельное сопротивление имеют самородные металлы: золото, платина, серебро, медь. Наиболее распространенные минералы (кварц, полевой шпат, слюда, каменная соль) имеют удельное сопротивление  $10^{10} \div 10^{14} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ . Они являются хорошими изоляторами. Горные породы в условиях естественного залегания содержат в порах и трещинах токопроводящие минерализованные или пресные воды, иногда нефть и газы. Поэтому удельное сопротивление пород зависит не только от удельного сопротивления минералов, их слагающих, но и от степени трещиноватости, а также от удельного сопротивления жидкостей и газов, заполняющих поры. Это обстоятельство позволяет по данным измерений удельного сопротивления выделять в разрезах скважин коллекторы, содержащие воду, газ и нефть, определять пористость пород и нефтегазонасыщенность. Данные этого метода широко используются при подсчетах запасов нефти и газа. Весьма низкие значения удельного сопротивления многих рудных минералов и очень высокие природных солей позволяют выделять наличие этих ископаемых в разрезах скважин.

### 3. Выполнение работы

**Необходимые приборы:** круговой реохорд, цифровой вольтметр, источник постоянного тока напряжением 4В, проводник с известным сопротивлением  $R_x$  (длина проводника  $\ell = (20,00 \pm 0,01) \text{ м}$ , диаметр проводника  $d = (0,10 \pm 0,01) \text{ мм}$ ), набор известных сопротивлений ( $R_1 = 470 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 680 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 820 \text{ Ом}$ ). Все элементы схемы, кроме цифрового вольтметра, смонтированы внутри лабораторного стенда. Рабочая схема опыта показана на рис.2 и на панели лабораторного стенда.

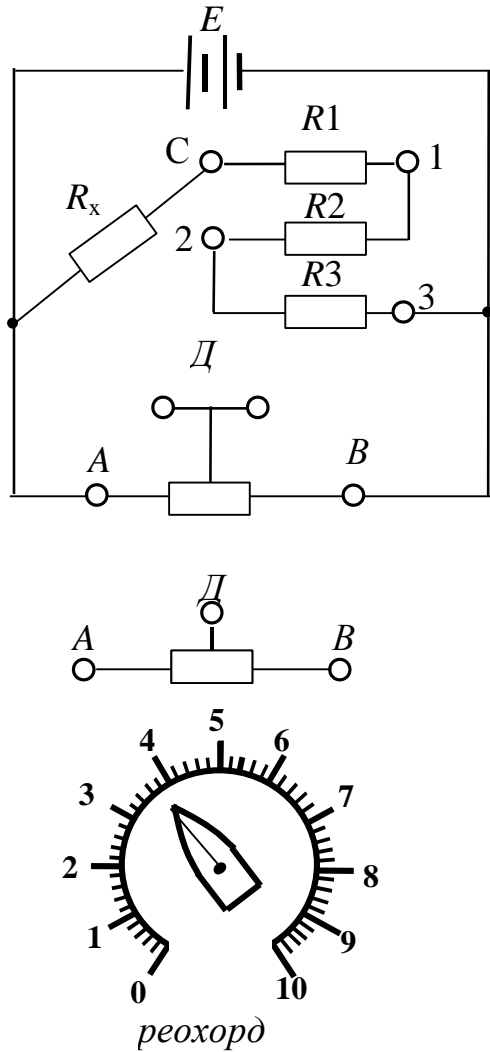


Рис.2. Рабочая схема опыта

сопротивление исследуемого проводника, затем его среднее значение  $\bar{R}_x$ , среднюю абсолютную и среднюю относительную погрешности.

Таблица 2

Результаты измерений				
$R_n, \text{ Ом}$	$l_1$	$l_2$	$R_x, \text{ Ом}$	$\Delta R_x, \text{ Ом}$
	деления шкалы			
$R_1 =$				
$R_1 + R_2 =$				
$R_1 + R_2 + R_3 =$				
			$\bar{R}_x =$	$\Delta \bar{R}_x =$

**Порядок выполнения работы.** Подготовьте к работе цифровой вольтметр в соответствии с инструкцией по эксплуатации, находящейся на лабораторном столе.

Подключите цифровой вольтметр к клеммам  $C$  и  $D$ , включите реохорд с помощью перемычек (соедините попарно клеммы  $A-A$ ,  $D-D$ ,  $B-B$  на реохорде и в измерительной цепи). Включите лабораторный стенд тумблером, расположенным в левой части передней стенки.

С помощью перемычки закоротите сопротивления  $R_2$  и  $R_3$ , включенным останется сопротивление  $R_1$ .

Вращением ручки кругового реохорда добейтесь нулевого показания вольтметра и по шкале реохорда отсчитайте длину левого плеча  $l_1$  и правого  $l_2$ . Результаты запишите в таблицу 2.

Опыт повторите еще два раза при двух сопротивлениях:  $R_1 + R_2$ , для чего закоротите только сопротивление  $R_3$ , и  $R_1 + R_2 + R_3$ , для чего перемычка убирается совсем.

По результатам измерений по формуле (2.05.7) три раза вычислите

Вычислите среднее значение удельного сопротивления материала проводника по формуле (2.05.9). Сравнив результат с табличными значениями (см. табл. 1), определите материал, из которого изготовлен проводник.

Вычислите относительную и абсолютную погрешности удельного сопротивления по формулам:

$$E_{\rho} = \frac{\Delta \bar{\rho}}{\bar{\rho}} = 2 \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta \bar{R}_x}{\bar{R}_x} + \frac{\Delta \ell}{\ell}. \quad (2.05.10)$$

$$\Delta \rho = E_{\rho} \cdot \bar{\rho}. \quad (2.05.11)$$

Окончательный результат запишите в виде:

$$R_x = \bar{R}_x \pm \Delta \bar{R}_x; \quad (2.05.12)$$

$$\rho = \bar{\rho} \pm \Delta \bar{\rho}. \quad (2.05.13)$$

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое электросопротивление проводника? От чего оно зависит?
2. Что такое удельное сопротивление проводника, в каких единицах оно измеряется?
3. От чего зависит удельное сопротивление проводника?
4. Начертите схему моста Уитстона и опишите способ измерения сопротивления с его помощью.
5. Выведите расчетную формулу для определения сопротивления неизвестного проводника.
6. Как вычисляются относительная и абсолютная погрешности измерения сопротивления  $R_x$  и удельного сопротивления  $\rho$ ?

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

7. 1.Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики. Т.2. – М.: Наука, 1974. – 336 с.
8. Физический практикум. Электричество и оптика / Под ред. В.И. Ивероновой. – М.: Наука, 1968. – 815 с.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.07

#### СНЯТИЕ КРИВОЙ НАМАГНИЧИВАНИЯ И ПЕТЛИ ГИСТЕРЕЗИСА С ПОМОЩЬЮ ОСЦИЛЛОГРАФА

##### 1. Цель работы

Целью данной работы является изучение законов электромагнетизма, методов исследования характеристик магнитного поля в веществе, свойств ферромагнетиков и ознакомление со способом опытного изучения магнитных свойств ферромагнетика с помощью осциллографа.

##### 2. Краткая теория

Характеристиками магнитного поля являются индукция  $\vec{B}$  и напряженность  $\vec{H}$ . Индукция является силовой характеристикой магнитного поля, численно равной величине силы, с которой магнитное поле действует на единичный элемент тока, помещенный в данную точку поля нормально линиям индукции. В веществе индукция магнитного поля определяется как макроскопическими, так и микроскопическими токами. Напряженность является вспомогательной физической величиной, характеризующей намагничивающее поле.

При внесении в магнитное поле все вещества намагничиваются, то есть магнитное поле в веществе отличается от внешнего магнитного поля. Магнитное поле в веществе можно представить в виде:

$$\vec{B} = \vec{B}_0 + \vec{B}' \quad (2.07.1)$$



где  $\vec{B}$  – магнитное поле в веществе,  $\vec{B}_0$  – внешнее магнитное поле,  $\vec{B}'$  – внутреннее магнитное поле, возникающее за счет ориентации магнитных моментов структурных элементов вещества.

Характеристикой магнитного состояния вещества является намагниченность, численно равная суммарному магнитному моменту единицы объема вещества.

$$\vec{J} = \frac{1}{\Delta V} \sum \vec{p}_i, \quad (2.07.2)$$

где  $\Delta V$  – физически малый объем вещества,  $\vec{p}_i$  – магнитный момент  $i$ -го атома.

Суммирование осуществляется по всем атомам, находящимся в физически малом объеме  $\Delta V$ .

Опыт показывает, что для большинства веществ намагниченность пропорциональна напряженности намагничивающего поля.

$$\vec{J} = \chi \vec{H}, \quad (2.07.3)$$

где  $\chi$  – магнитная восприимчивость вещества.

В веществе

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \mu_0 \vec{J} \quad (2.07.4)$$

Учитывая (2.07.3), получаем:

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \mu_0 \chi \vec{H} = \mu_0 (1 + \chi) \vec{H} = \mu_0 \mu \vec{H}, \quad (2.07.5)$$

где  $\mu = \chi + 1$  – относительная магнитная проницаемость вещества, показывающая, во сколько раз индукция магнитного поля в веществе отличается от магнитной индукции в вакууме.

По своим магнитным свойствам и по характеру магнитных структур все вещества делятся на две основные группы: вещества, намагничивающиеся в направлении, противоположном направлению внешнего магнитного поля, и вещества, намагничивающиеся в направлении внешнего магнитного поля.

Диамагнетики – вещества, намагничивающиеся в направлении, противоположном направлению намагничивающего поля. Для диамагнетиков  $\chi < 0$ , следовательно  $\mu < 1$ .

Диамагнитными свойствами обладают вещества, собственные магнитные моменты структурных элементов которых равны нулю в отсутствие внешнего поля. Во внешнем магнитном поле в атомах индуцируются магнитные моменты, ориентированные противоположно намагничивающему полю.

Структурные элементы веществ, намагничивающихся в направлении внешнего магнитного поля, обладают собственными магнитными моментами. Эти вещества, в свою очередь, можно разбить на две группы: вещества, не обладающие самопроизвольной ориентацией магнитных моментов структурных элементов, и вещества, у которых магнитные моменты структурных элементов упорядочены в отсутствие внешнего магнитного поля.

К первым относятся парамагнетики. У парамагнетиков  $\chi > 0$ , и соответственно  $\mu > 1$ .

Магнитные моменты атомов парамагнетиков в отсутствие внешнего магнитного поля разупорядочены вследствие теплового движения. Во внешнем магнитном поле возникает преимущественная ориентация магнитных моментов атомов парамагнетика. Магнитная восприимчивость парамагнетиков невелика и не зависит от величины напряженности намагничивающего поля. Некоторые парамагнетики при достаточно низких температурах могут переходить в ферромагнитное или антиферромагнитное состояние.

Ко второй группе относятся ферромагнетики, антиферромагнетики и ферримагнетики (ферриты).

Наибольший практический интерес представляют ферромагнетики – вещества, обладающие намагниченностью в отсутствие внешнего магнитного поля. Магнитная проницаемость ферромагнетиков имеет большую величину  $\mu \gg 1$  и зависит от напряженности внешнего магнитного поля и предшествующего магнитного состояния вещества.

Для каждого ферромагнетика существует характерная температура, выше которой вещество теряет ферромагнитные свойства и становится парамагнетиком. Эта температура называется точкой Кюри  $T_C$ .

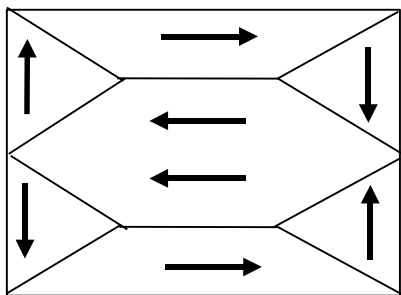


Рис. 1. Доменная структура ферромагнетика

Ферромагнитными свойствами обладают железо, кобальт, никель, их сплавы, некоторые редкоземельные элементы, а также некоторые химические соединения.

Особые свойства ферромагнетиков связаны с наличием в них малых самопроизвольно намагниченных областей – магнитных доменов. Размеры доменов составляют несколько микрометров. В пределах одного домена магнитные моменты атомов ориентированы в одном направлении. В ненамагниченном состоянии домены ориентированы хаотически и результирующая намагниченность равна нулю.

Однако они имеют стремление располагаться так, чтобы образовались замкнутые магнитные цепи, так что магнитная энергия имеет наименьшую величину. Это схематически изображено на рис. 1, где стрелками показано направление магнитных моментов отдельных доменов.

Если поместить ферромагнетик во внешнее магнитное поле, он намагничивается. При малых значениях напряженности внешнего поля происходит увеличение размеров тех доменов, ориентация магнитного момента которых близка к направлению внешнего магнитного поля. Этот процесс соответствует участку  $OA$  зависимости намагниченности ферромагнетика от напряженности внешнего магнитного поля (рис. 2). Если поле увеличивать (участок  $AB$  на рис. 2), то процесс смещения границ доменов сменяется процессом вращения. Магнитные моменты целых доменов начинают поворачиваться одновременно. Данный процесс протекает не плавно, а ступенчато, что видно из кривой намагничивания  $\vec{J}(\vec{H})$ , если ее строить в увеличенном масштабе (см. рис.2). При дальнейшем увеличении намагничивающего поля происходит магнитное насыщение. При этом магнитные моменты всех доменов ориентированы по полю (участок  $BC$  на рис. 2). Намагниченность незначительно увеличивается при увеличении поля за счет тех магнитных моментов, которые разориентированы тепловым движением. В процессе намагничивания магнитная проницаемость сначала растет, затем уменьшается и при насыщении становится близка к единице. Зависимость индукции магнитного поля (кривая намагничивания) и магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля показаны на рис. 2 и 3.

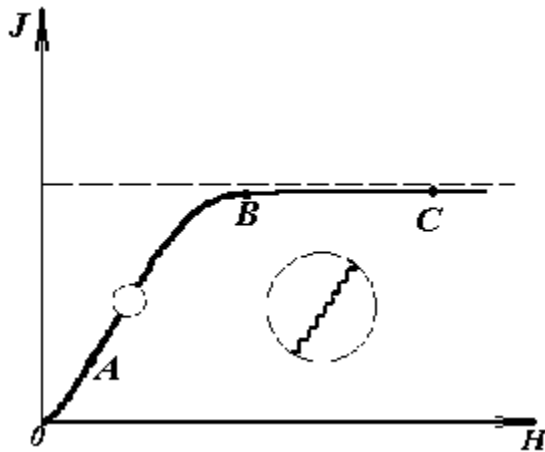


Рис.2. Зависимость намагниченности ферромагнетика от напряженности магнитного поля

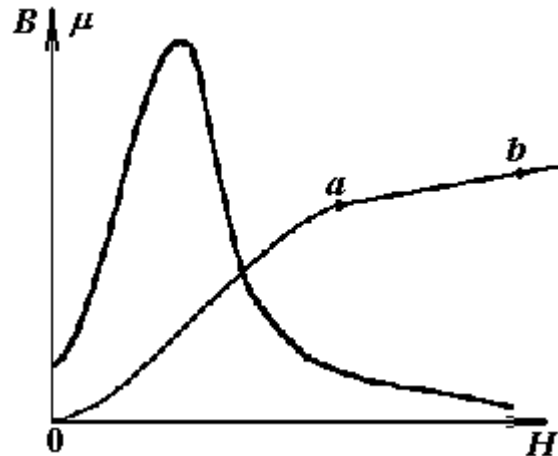


Рис.3. Зависимость индукции магнитного поля в ферромагнетике и магнитной проницаемости ферромагнетика от напряженности магнитного поля

Если ферромагнетик сначала намагнитить полем напряженности  $H_0$  до индукции  $B_0$ , а затем уменьшать намагничивающее поле  $H$  до нуля, то индукция будет уменьшаться с некоторым отставанием (рис. 4). Когда напряженность станет равной нулю, индукция будет равна некоторому значению  $B_{ост}$ , характеризующему остаточное намагничение. Наличие остаточного намагничения объясняется тем фактом, что некоторые домены остаются ориентированными по полю и обеспечивают намагниченность ферромагнетика при нулевом намагничивающем поле.

Явление отставания изменения индукции магнитного поля  $B$  в ферромагнетике от

изменения напряженности  $H$  в процессе перемагничивания называется гистерезисом. Если увеличивать напряженность поля  $H$  в обратном направлении от нуля до некоторого значения  $H_c$ , называемого коэрцитивной силой, индукция поля уменьшается до нуля. При дальнейшем увеличении напряженности до  $(-H_0)$  ферромагнетик перемагничивается до индукции  $(-B_0)$ . При изменении напряженности поля от  $(-H_0)$  до нуля, вновь возникает остаточное намагничение. Изменяя напряженность поля в первоначальном направлении до значения  $H_0$ , снова получим значение индукции  $B_0$ . Таким образом, при изменении напряженности от  $(+H_0)$  до  $(-H_0)$  и обратно, ферромагнетик пройдет полный цикл перемагничивания, кривая зависимости  $B$  от  $H$  будет иметь вид замкнутой петли, называемой петля гистерезиса (см. рис. 4).

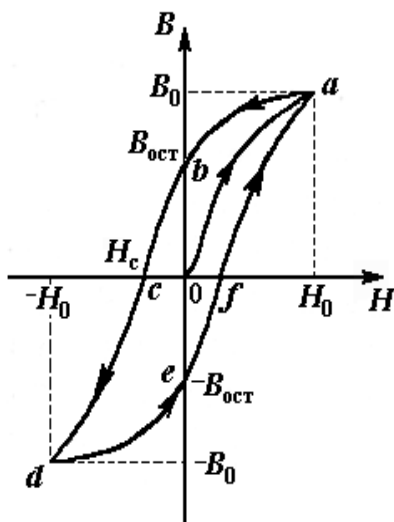


Рис.4. Петля гистерезиса ферромагнетика

Площадь петли гистерезиса пропорциональна энергии, расходуемой на перемагничивание. Чтобы размагнитить ферромагнетик его можно поместить в переменное магнитное поле и провести несколько циклов перемагничивания, постепенно

уменьшая амплитудные значения напряженности поля.

Петлю гистерезиса можно получить на экране электронно-лучевой трубки осциллографа.

Исследуемым ферромагнитным веществом является трансформаторная сталь, из которой изготовлен прямоугольный сердечник трансформатора. На сердечник намотаны две катушки: первичная – намагничивающая с числом витков  $N_1$  и вторичная - измерительная с числом витков  $N_2$ . Первичная катушка  $N_1$  через эталонный резистор  $R_8$  и потенциометр  $R_1$  подключена к генератору переменного тока  $\Gamma$ . Для измерения амплитудного значения силы тока  $I_1$  в первичной цепи используется электронный осциллограф ЭО, вход  $X$  которого подключается к эталонному резистору  $R_8$ .

Принципиальная схема опыта по исследованию кривой намагничивания и петли гистерезиса ферромагнетика показана на рис. 5.

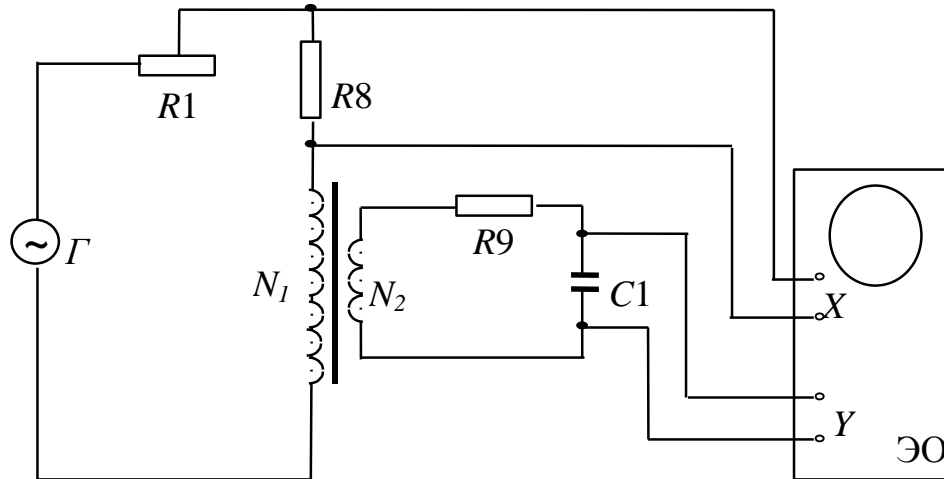


Рис. 5. Принципиальная схема цепи для исследования магнитных свойств ферромагнетика с помощью осциллографа

Ток  $I_1$  создает в сердечнике намагничивающее поле напряженностью  $H$ . Напряженность магнитного поля в длинной катушке, согласно теореме о циркуляции:

$$H = \frac{I_1 N_1}{l}. \quad (2.07.6)$$

где  $l$  – длина ферромагнитного сердечника.

Формула (2.07.6) справедлива для мгновенных значений напряженности поля и тока, а также, в частности, для амплитудных значений. Напряжение на резисторе  $R_8$  пропорционально силе тока  $I_1$ , а, значит, и напряженности  $H$  магнитного поля.

$$U_x = I_1 \cdot R_8 = \frac{R_8 \cdot l}{N_1} \cdot H. \quad (2.07.7)$$

Таким образом, на вход  $X$  подается напряжение, пропорциональное напряженности магнитного поля  $H$ .

В соответствии с законом Фарадея ЭДС индукции в измерительной катушке

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt} \cdot N_2, \quad (2.07.8)$$

где  $\Phi$  – поток магнитной индукции, сцепленный с каждым витком катушек  $N_1$  и  $N_2$ . По определению

$$\Phi = B \cdot S, \quad (2.07.9)$$

где  $S$  – площадь одного витка.

Тогда

$$\varepsilon = -SN_2 \cdot \frac{dB}{dt}. \quad (2.07.10)$$

Так как ЭДС индукции пропорциональна скорости изменения магнитной индукции, то для определения величины  $B$  во вторичную цепь включено интегрирующее устройство. Функцию последнего выполняет интегрирующая цепочка, состоящая из резистора  $R_9$  и конденсатора  $C_1$ . Можно показать, что напряжение на конденсаторе пропорционально интегралу от силы тока во вторичной катушке  $I_2$ .

$$U_C = \frac{1}{C_1} \int_0^{t_1} I_2 dt, \quad (2.07.11)$$

где  $t_1$  – время интегрирования, соизмеримое с периодом колебания тока промышленной сети.

Для интегрирующего звена омическое сопротивление обычно выбирается значительно большим емкостного сопротивления  $X_C = 1/\omega C$  ( $\omega$  – круговая частота). В этом случае сила тока  $I_2$  практически полностью определяется величиной  $R_9$  и равна по закону Ома

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R_9}. \quad (2.07.12)$$

Из (2.07.11) с учетом (2.07.12) и (2.07.10) получаем, что напряжение на конденсаторе

$$U_C = \frac{1}{C_1} \cdot \int_0^{t_1} \frac{\varepsilon}{R_9} dt = -\frac{SN_2}{C_1 R_9} \int_0^{t_1} \frac{dB}{dt} dt = -\frac{SN_2}{C_1 R_9} \cdot B, \quad (2.07.13)$$

и, следовательно, магнитная индукция

$$B = \frac{C_1 R_9}{SN_2} \cdot U_C. \quad (2.07.14)$$

Таким образом, напряжение, снимаемое с конденсатора и подаваемое на вертикально отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки (вход  $Y$ ), пропорционально индукции магнитного поля в сердечнике. Формула (2.07.14) справедлива, в частности, для амплитудных значений напряжения на конденсаторе  $U_C$  и индукции  $B$ .

Если увеличивать силу тока в первичной катушке, площадь петли гистерезиса будет сначала увеличиваться. Таким образом будут наблюдаться частные петли гистерезиса. При некотором значении силы тока, дальнейшего увеличения площади петли происходить не будет. Наибольшая по площади петля гистерезиса будет являться предельной. По известным значениям  $B$  и  $H$  можно вычислить магнитную проницаемость трансформаторной стали

$$\mu = \frac{B}{\mu_0 H}. \quad (2.07.15)$$

В эксперименте предлагается оценить также мощность, затраченную на перемагничивание материала. При перемагничивании образца энергия расходуется на переориентацию доменов и выделяется в виде тепла. Величина этой энергии  $W$ , приходящейся на единицу объема образца, численно равна площади  $S_1$  петли гистерезиса. Если частота переменного тока  $\nu$ , то количество тепла, выделяемое за единицу времени, будет равно мощности, затрачиваемой на перемагничивание единицы объема.

$$P = W \cdot \nu = S_1 \nu. \quad (2.07.16)$$

Площадь петли гистерезиса определяем по числу клеток, занимаемых ею на экране осциллографа. Если цена деления по оси  $H$  равна  $Z_H$ , а по оси  $B$  равна  $Z_B$ , тогда величина площади петли будет равна  $N \cdot Z_H \cdot Z_B$  где  $N$  – площадь петли в малых делениях шкалы осциллографа.. Потери на перемагничивание, следовательно, будут равны:

$$P = N \cdot Z_H \cdot Z_B \cdot \nu. \quad (2.07.17)$$

В данной работе частота переменного тока равна частоте в промышленных сетях  $\nu = 50$  Гц.

### 3. Выполнение работы

**Необходимые приборы и материалы:** ферромагнитный сердечник с катушками  $N_1$  и  $N_2$  ( $N_1 = 2000$ ,  $N_2 = 1000$  витков,  $l = 0,1$  м,  $S = 1 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>); резистор  $R_8$ ; генератор переменного тока  $G$ ; электронный осциллограф ЭО; интегрирующая цепь  $R_9, C_1$  ( $R_9 = 160$  кОм,  $C_1 = 3,9$  мкФ). Все элементы схемы, кроме осциллографа, смонтированы внутри лабораторного стенда. Рабочая схема опыта для исследования кривой намагничивания петли гистерезиса ферромагнетика показана на рис. 6 и на панели стенда.

Порядок выполнения работы. Подготовьте электронный осциллограф к измерениям согласно инструкции, расположенной на лабораторном столе.

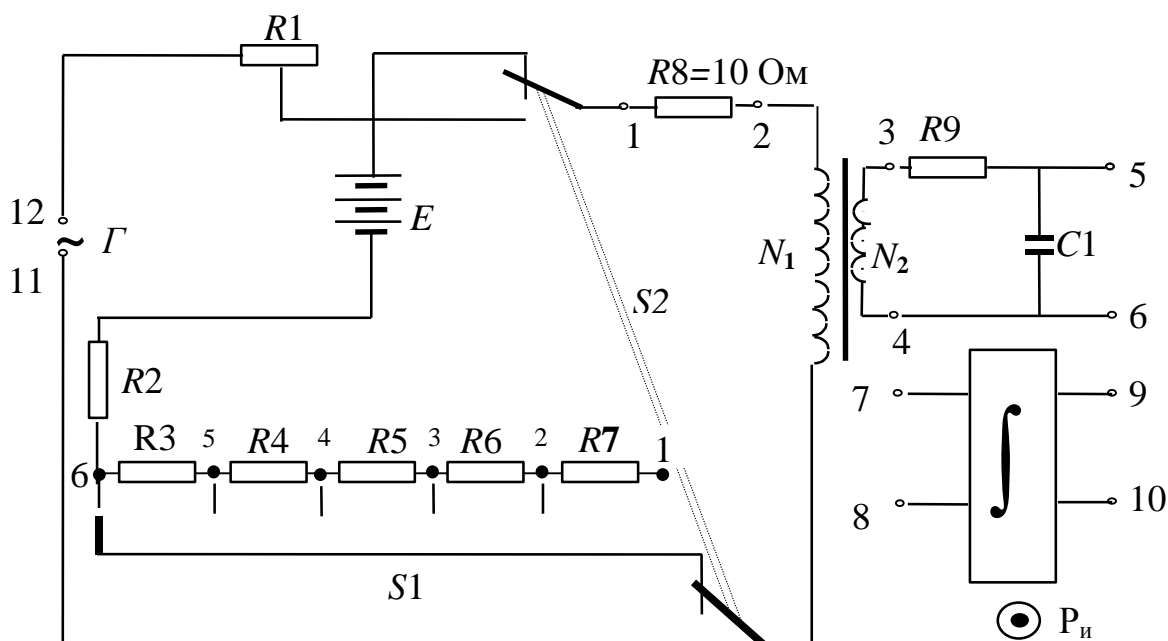
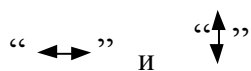


Рис. 6. Рабочая схема опыта

Соберите схему согласно рис.6, подключив вход  $OX$  осциллографа к резистору  $R_8=10$  Ом (клеммы 1–2), а вход  $OY$  к конденсатору  $C_1$  (клеммы 5–6). Переключатель  $S_2$ , если он есть на стенде, должен быть в нижнем положении. Ручка потенциометра  $R_1$  повернута до упора влево. Включите лабораторный стенд тумблером, расположенным на передней стенке стенда.

Включите электронный осциллограф (кнопку “питание” следует отжать). Кнопки “X–Y” слева и справа от экрана должны быть нажаты, а остальные отжаты. Вращением ручек



выведите изображение точки в центр экрана. Поверните ручку потенциометра  $R_1$  до упора вправо. Ручками регулировки коэффициентов усиления I-го и II-го каналов добейтесь, чтобы величина максимальной петли была в пределах экрана.

Вращая ручку потенциометра  $R_1$ , можно изменять силу тока в первичной цепи. Для каждого значения тока на экране осциллографа возникает петля гистерезиса соответствующего размера. Начиная с некоторого значения силы тока, площадь петли практически перестает возрастать, то есть наблюдается предельная петля гистерезиса. Перед началом измерений убедитесь в этом, просматривая на экране осциллографа петли гистерезиса при различных значениях силы тока  $I_1$ .

Определите цену большого деления шкалы по осям  $OX$  и  $OY$  по метке, расположенной на одном из выступов ручки большого диаметра первого и второго каналов (ручки 4,5 на рис.2, стр.10). Это значение необходимо умножить на 10, так как при данных измерениях установлен десятикратный делитель шкалы.

Для определения напряженности ( $H$ ) и индукции ( $B$ ) магнитного поля по формулам (2.07.6) и (2.07.14) необходимо измерить силу тока в первичной цепи  $I_1$  и напряжение на конденсаторе  $U_c$ . Начинать измерения удобно с предельной петли гистерезиса.

Установите на экране осциллографа предельную петлю гистерезиса.

Измерьте напряжение на конденсаторе  $U_c$  и силу тока в первичной цепи  $I_1$ .

1. Для определения напряжения на конденсаторе  $U_c$  необходимо опустить перпендикуляр из вершины петли на ось  $OY$  и полученное число больших делений умножить на цену одного деления II канала и умножить на 10 (или число маленьких делений умножить на цену деления). Результат записывается в таблицу.

2. Для определения силы тока в первичной катушке необходимо:

- а) опустить перпендикуляр из вершины петли на ось  $OX$ ;
- б) полученное число больших делений умножить на цену одного деления I канала и умножить на 10 (или число маленьких делений умножить на цену деления), получив, тем самым напряжение на резисторе  $R_8$ ;
- в) полученное значение напряжения на резисторе  $R_8$  в соответствии с законом Ома делим на величину сопротивления ( $R_8=10$  Ом):

$$I_1 = U_{R8}/R_8 = U_{R8}/10.$$

Найденное таким образом значение силы тока  $I_1$  записываем в таблицу.

Таблица

Результаты измерений

Номер опыта	Амплитудные значения		$H$ , А/м	$B$ , Тл	$\mu$
	силы тока $I_1$ , мА	напряжения $U_c$ , мВ			
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Ручкой потенциометра  $R_1$  уменьшаем величину силы тока таким образом, чтобы получить еще 9 петель гистерезиса и определяем для каждой петли значения напряжения  $U_c$  и силы тока  $I_1$  (повторить п.п. 1 и 2).



Рекомендуется для удобства измерений уменьшать величину силы тока по оси  $OX$  через 5 маленьких делений (0,5 большого деления).

Вычислите  $B$ ,  $H$  и  $\mu$  по формулам (2.07.6), (2.07.14) и (2.07.15). Постройте графики зависимостей индукции магнитного поля  $B$  и магнитной проницаемости  $\mu$  от напряженности  $H$ .

Снова получите на экране осциллографа предельную петлю. Определите площадь предельной петли. Для этого подсчитайте количество больших клеток, охватываемых верхней половиной петли, удвойте его и умножьте на 100. Полученное число соответствует площади петли, выраженной в маленьких делениях.

Определите координаты вершин предельной петли гистерезиса  $X_{\max}$ ,  $Y_{\max}$  по экрану осциллографа в маленьких делениях. Определите цену деления  $Z_B$  и  $Z_H$ , разделив максимальные значения  $B$  и  $H$  на соответствующие координаты вершины предельной петли.

$$Z_B = \frac{B_{\max}}{Y_{\max}}$$

$$Z_H = \frac{H_{\max}}{X_{\max}}$$

Вычислите потери на перемагничивание по формуле (2.07.17) в  $\text{Вт/м}^{-3}$ .

По результатам лабораторной работы сделайте выводы о характере установленных зависимостей индукции магнитного поля и магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля для исследованного ферромагнетика.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите характеристики магнитного поля и дайте их определения.
2. Назовите величины, характеризующие магнитные свойства вещества.
3. Что такое намагниченность? Что характеризует эта величина? От чего она зависит?
4. На какие группы подразделяются вещества по магнитным свойствам?
5. Назовите отличительные свойства ферромагнитных веществ.
6. Что представляет собой кривая намагничивания?
7. В чем заключается явление магнитного гистерезиса?
8. Что такое остаточная индукция и коэрцитивная сила?
9. Что представляют собой магнитные домены?
10. Опишите процесс изменения доменной структуры при намагничивании ферромагнетика.
11. Что такое магнитное насыщение?
12. Нарисуйте схему установки, поясните назначение всех элементов схемы, расскажите порядок выполнения работы.
13. Выведите расчетные формулы для определения  $B$  и  $H$ .
14. На что расходуется энергия при перемагничивании ферромагнетика?

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

15. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 2 – М.: Наука, 1982 – С. 176 – 180.
16. Калашников С. Г. Электричество. – М.: Наука, 1970. – С. 257 – 266.
17. Трофимова Т. И. Курс общей физики. - М.: Высшая школа, 1985. 432 с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.08

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДУКТИВНОСТИ КАТУШКИ

#### 1 Цель работы

Целью данной работы является изучение явления электромагнитной индукции и его законов, измерение индуктивности катушки, исследование зависимости индуктивности катушки от силы тока,

протекающего по ее обмотке, а также индуктивности катушки, ее полного и индуктивного сопротивлений от частоты переменного тока.

## 2 Краткая теория.

Всякий контур, по которому течет ток, пронизывается магнитным полем, созданным этим током. Если сила тока в контуре меняется, то изменяется и сцепленный с контуром магнитный поток, поэтому вследствие явления электромагнитной индукции в контуре возникает эдс. Возникновение эдс в контуре при изменении силы тока в нем называется самоиндукцией. В соответствии с законом Фарадея величина эдс индукции пропорциональна скорости изменения магнитного потока, пронизывающего контур, то есть,

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}. \quad (2.08.1)$$

Магнитный поток, создаваемый током, протекающим в контуре, называется потоком самоиндукции  $\Phi_s$ . Поток самоиндукции пропорционален индукции магнитного поля, создаваемого этим током, которая, в свою очередь, пропорциональна величине силы тока в контуре. Поэтому магнитный поток самоиндукции пропорционален величине силы тока

$$\Phi_s = L \cdot I, \quad (2.08.2)$$

где  $L$  – индуктивность контура.

Индуктивность контура – это скалярная физическая величина, характеризующая способность контура создавать поток самоиндукции и зависящая от его формы, размеров и магнитной проницаемости среды. Из (2.08.2) следует, что индуктивность контура измеряется величиной магнитного потока, сцепленного с контуром, при силе тока в нем равной 1 А. За единицу измерения индуктивности в системе СИ принимается 1 Гн – это индуктивность такого контура, с которым сцеплен магнитный поток в 1 Вб при силе тока в контуре равной 1 А.

При неизменной индуктивности закон Фарадея для самоиндукции выглядит следующим образом:

$$\varepsilon = -L \frac{dI}{dt}, \quad (2.08.3)$$

т.е. эдс самоиндукции пропорциональна скорости изменения силы тока в контуре. В соответствии с законом Фарадея можно дать другое определение индуктивности.

Индуктивность определяется величиной эдс, возникающей в контуре, при изменении в нем силы тока на 1 А за 1 с. Тогда, согласно (2.08.3), 1 Гн – это индуктивность такого контура, в котором индуцируется эдс, равная 1 В при изменении в нем силы тока на 1 А за 1 с. Знак минус в формуле (2.08.3) отражает правило Ленца, согласно которому самоиндукция противодействует всякому изменению силы тока в контуре и представляет собой аналогию с инерцией в механике.

В электрической цепи наличие индуктивности приводит к возникновению добавочного индуктивного сопротивления катушки переменному току

$$X_L = 2\pi\nu L \quad (2.08.4)$$

где  $\nu$  – частота переменного тока.

Модуль полного сопротивления  $Z$  катушки переменному току определяется по закону Ома

$$Z = \frac{U}{I}. \quad (2.08.5)$$

где  $U$  и  $I$  – эффективные значения напряжения и силы тока в катушке.

Полное сопротивление катушки  $Z$  складывается из сопротивления катушки в цепи постоянного тока  $R$  (омического или активного сопротивления) и индуктивного сопротивления  $X_L$  в соответствии с формулой:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}. \quad (2.08.6)$$

или, подставив  $X_L$ ,

$$Z = \sqrt{R^2 + (2\pi\nu L)^2}, \quad (2.08.7)$$

из которого можно выразить индуктивность катушки  $L$

$$L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{2\pi\nu} = \frac{1}{2\pi\nu} \sqrt{\left(\frac{U}{I}\right)^2 - R^2}. \quad (2.08.8)$$

Соотношение (2.08.8) лежит в основе опыта по определению индуктивности. Для того, чтобы определить индуктивность, необходимо измерить частоту переменного тока, действующее значение силы переменного тока, протекающего через катушку, действующее значения напряжения на катушке и омическое сопротивление катушки.

Индуктивность длинного соленоида с сердечником может быть рассчитана по формуле

$$L_C = \mu\mu_0 n^2 V \quad (2.08.9)$$

где  $\mu$  – магнитная проницаемость сердечника,

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м – магнитная постоянная,

$n$  – число витков, приходящихся на единицу длины катушки,

$V$  – объем катушки.

Измеряя индуктивность катушки, можно определять магнитную проницаемость материала, из которого изготовлен сердечник. В частности, таким способом можно определять магнитную проницаемость горных пород. Определив индуктивность катушки с сердечником из исследуемой породы  $L_C$  и без сердечника  $L_0$ , по отношению этих индуктивностей  $L_C/L_0$  определяют  $\mu$ . Определение магнитной проницаемости горных пород и минералов необходимо для изучения вопросов, связанных с установлением качества железных руд и железистых пород, магнитным обогащением полезных ископаемых, с разведкой рудных тел, исследованием трещиноватости массива горных пород.

### 3 Выполнение работы

**Необходимые приборы:** лабораторный стенд, внутри которого смонтированы все элементы схемы; генератор периодических сигналов; цифровой вольтметр. Рабочая схема опыта показана на рис. 1 и на панели стенда.

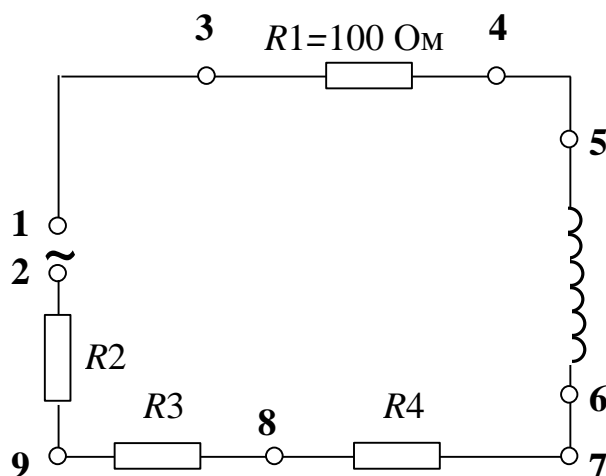



Рис. 1 Рабочая схема опыта

**Порядок выполнения работы.** Для того, чтобы определить индуктивность катушки по формуле (2.08.8), необходимо знать четыре параметра:  $R$  (омическое сопротивление катушки),  $\nu$  (частоту переменного тока),  $U$  (напряжение на катушке) и  $I$  (силу тока в катушке).

Подготовьте к работе универсальный вольтметр и генератор периодических сигналов Л-31 в соответствии с инструкциями по эксплуатации, находящимися на лабораторном столе. Переключатель рода работы генератора установите в положение  (создание гармонических колебаний).

Определите омическое сопротивление обмотки катушки  $R$ .

Для этого подключите универсальный вольтметр к клеммам 5–6. Переключатель "РОД

**РАБОТЫ** нужно установить в положение "R". Переключатель пределов измерения должен находиться в положении **1**. Запишите в таблицу 1 значение омического сопротивления катушки, снятое с табло вольтметра.

Не отключая цифровой вольтметр от катушки, переведите его в режим измерения эффективных значений переменных напряжений (переключатель "**РОД РАБОТЫ**" установите в положение  $\tilde{U}$ ).

1. Подключите к клеммам 1–2 генератор сигналов. Регулятор уровня сигнала установите в крайнее правое положение. Установите вращением ручки "**ЧАСТОТА**" частоту генерируемого сигнала 10 кГц. Запишите ее в таблицу 1.

2. Для измерения напряжения на катушке подключаем вольтметр к клеммам 5–6, при этом переключатель пределов измерений установить в положение **10**.

3. Для определения силы тока в катушке измеряем напряжение на резисторе  $R_1$ , включенном последовательно с катушкой. Для этого подключаем вольтметр к клеммам 3–4, а переключатель «**ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЙ**» переводим в положение 1. Поскольку сопротивление  $R_1$  равно 100 Ом, по закону Ома величина силы тока в цепи будет равна величине напряжения, деленной на 100.

Измерив напряжение на резисторе  $R_1$ , рассчитываем силу тока в цепи:

$$I = U_{R_1} / R = U_{R_1} / 100.$$

4. Полученные значения напряжения на катушке и силы тока записываем в таблицу 1.

5. Повторите измерения еще два раза при различных значениях силы тока в цепи. Для этого сначала исключаем из цепи сопротивления  $R_2$  и  $R_3$ , для чего можно подключить генератор к клеммам 2–8. Затем исключаем все три сопротивления  $R_2$ ,  $R_3$  и  $R_4$ , подключая генератор к клемма 2–7. Каждый раз измеряем напряжение на катушке и силу тока, повторяя п.п. 2–4.

По данным измерений рассчитайте три значения индуктивности катушки по формуле (2.08.8), подставляя значение частоты генератора 10 кГц.

Таблица 1

Результаты измерений индуктивности в зависимости от силы тока

Номер опыта	$U, В$	$I, мА$	$L, Гн$
1			
2			
3			
Частота переменного тока		$\nu =$	
Омическое сопротивление катушки		$R =$	

По данным измерений рассчитайте три значения индуктивности катушки по формуле (2.08.8), подставляя значение частоты генератора 10 кГц.

В работе также исследуется зависимость индуктивности катушки, ее индуктивного и модуля полного сопротивлений от частоты генератора при неизменной величине силы тока. Для этого подключите вольтметр к сопротивлению  $R_1$ . Первый опыт проведите,

установив частоту генератора 20 кГц. Регулятор уровня сигнала установите в крайнее правое положение. Определите силу тока в цепи согласно п.3. Затем, подключив вольтметр к катушке, измерьте напряжение на ней согласно п.2. Результаты запишите в таблицу 2. Опыт повторите при других значениях частоты  $\nu$ , приведенных в таблице, каждый раз устанавливая с помощью регулятора уровня первоначальное значение силы тока. Рассчитайте в каждом случае величину индуктивности, индуктивного и полного сопротивлений катушки. По результатам измерений постройте графики зависимости полного и индуктивного сопротивлений от частоты.

Таблица 2

Результаты измерений индуктивности при различных значениях частоты генератора

Номер опыта	$\nu$ , кГц	$I$ , мА	$U$ , В	$L$ , Гн	$Z$ , Ом	$X_L$ , Ом
1	20					
2	10					
3	5					
4	2					
5	1					

Вычислите среднее значение индуктивности и среднюю абсолютную погрешность. Результат запишите в виде:

$$\bar{L} = \bar{L} \pm \Delta \bar{L} \quad (2.08.9)$$

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается явление самоиндукции?
2. Что называется индуктивностью и в каких единицах она измеряется?
3. От чего зависит индуктивность катушки?
4. Запишите формулы для индуктивного и модуля полного сопротивлений катушки.
5. Выведите расчетную формулу для определения индуктивности катушки.
6. Как зависит модуль полного сопротивления катушки от частоты изменения тока в ней?
7. Какое влияние оказывает наличие сердечника в катушке на величину силы тока в ней при переменном и постоянном токах?

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зисман Г. А., Тодес О. М. Курс общей физики. Т. 2. – М.: Наука, 1974. – 336 с.
2. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики. Т. 2. – М.: Высшая школа, 1977. – 376 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу  
С.А.Упов

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

### Б1.О.11 ХИМИЯ

Направление подготовки

**15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Направленность (профиль)

**Автоматизация и цифровые технологии в горной  
промышленности**

Одобрено на заседании кафедры

Химии

(название кафедры)

Зав.кафедрой

(подпись)

Амдур А.М.

(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 08.09.2023

(Дата)

Рассмотрено методической комиссией

горно-механического факультета

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол №2 от 20.10.2023

(Дата)

Екатеринбург

## 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	$\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{NH}_4^+$	–	Хлориды, сульфаты и гидроксиды растворимы в воде
II	$\text{Ag}^+, \text{Pb}^{2+}, \text{Hg}_2^{2+}$	2M HCl	Хлориды нерастворимы в воде и разбавленных кислотах
III	$\text{Ca}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Ba}^{2+}$	2M $\text{H}_2\text{SO}_4$	Сульфаты нерастворимы в воде, кислотах и щелочах
IV	$\text{Al}^{3+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Zn}^{2+},$ * $\text{As}^{3+}, * \text{As}^{5+}, \text{Sn}^{2+},$ $\text{Sn}^{4+}$	4M NaOH (избыток)	Гидроксиды амфотерны, растворимы в избытке щелочи
V	$\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mn}^{2+},$ $\text{Mg}^{2+}, \text{Bi}^{3+}, \text{Sb}^{3+}, \text{Sb}^{5+}$	2M NaOH (25 % $\text{NH}_4\text{OH}$ )	Гидроксиды нерастворимы в избытке щелочи и аммиаке
VI	$\text{Cu}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+},$ $\text{Hg}^{2+}, \text{Cd}^{2+}$	25% $\text{NH}_4\text{OH}$ (избыток)	Гидроксиды растворимы в избытке аммиака с образованием аммиакатов

\*  $\text{As}^{3+}$  и  $\text{As}^{5+}$  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  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Fe}^{2+}$ .

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 $\text{Fe}^{3+}$ и $\text{Fe}^{2+}$**

В две пробирки налейте по 1 мл растворов  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{FeSO}_4$ , добавьте по 1 мл раствора щёлочи в каждую пробирку. Сравните полученные осадки  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  и  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , составьте уравнения обеих реакций. Растворимы ли полученные гидроксиды железа в избытке щёлочи?

##### **Опыт 2. Действие раствора аммиака на катионы $\text{Fe}^{3+}$ и $\text{Fe}^{2+}$**

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 $\text{Fe}^{3+}$ и $\text{Fe}^{2+}$**

а) В две пробирки налейте по 1 мл растворов солей  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$ , добавьте по 2 мл раствора серной кислоты. В обе пробирки прилейте раствор перманганата калия, в какой из них наблюдается обесцвечивание  $\text{KMnO}_4$ ? Запишите уравнение реакции, учитывая, что в кислой среде перманганат-ионы восстанавливаются до ионов  $\text{Mn}^{2+}$ , уравняйте его методом электронно-ионного баланса.

б) В две пробирки налейте по 1 мл растворов солей  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$ , 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  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  восстанавливаются до ионов  $\text{Cr}^{3+}$ , уравняйте его методом электронно-ионного баланса.

#### **Опыт 4. Действие восстановителей на катионы $\text{Fe}^{3+}$ и $\text{Fe}^{2+}$**

В две пробирки налейте по 1 мл растворов солей  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$ , добавьте по 1 мл раствора йодида калия. Какая из солей железа проявила окислительные 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  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{FeSO}_4$ , добавьте по 1 мл раствора роданида аммония  $\text{NH}_4\text{SCN}$  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 ( $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2$ ). Для какого иона железа наблюдается образование окрашенного внутрикомплексного соединения с реактивом Чугаева? Составьте уравнение реакции образования диметилглиоксимата железа  $[\text{Fe}(\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2\text{N}_2)_2]$ .

### **Опыт 7. Берлинская лазурь и турнбуллева синь**

На растворы  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{FeSO}_4$  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  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ .

На растворы  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{FeSO}_4$  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  $\text{Fe}_3 [\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ . Сделайте вывод, какой кровяной солью можно открыть ион  $\text{Fe}^{2+}$ , и с помощью какой обнаруживается ион  $\text{Fe}^{3+}$ .

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что произойдет с зеленоватым осадком  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  при добавлении к нему раствора перекиси водорода  $\text{H}_2\text{O}_2$ ? Запишите уравнение реакции, уравняйте его методом электронно-ионного баланса.

2. Выпадет ли осадок при смешивании равных объемов растворов  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{NaOH}$ , если  $\text{ПР}(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 3,8 \cdot 10^{-38}$ , а концентрации растворов 0,001 моль/л? Выпадет ли осадок при смешивании равных объемов растворов  $\text{FeSO}_4$  и  $\text{NaOH}$ , если  $\text{ПР}(\text{Fe}(\text{OH})_2) = 4,8 \cdot 10^{-16}$ , а концентрации обоих растворов 0,001 моль/л?

3. Какой объём соляной кислоты с концентрацией 0,01 моль/л требуется для полного растворения осадка  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  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  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{FeSO}_4$ , определите тип гидролиза и кислотность среды раствора. Какую окраску приобретёт лакмус в этих растворах?

## Лабораторная работа № 2

### КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА ИОНЫ $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ и $\text{Cu}^{2+}$

**Цель работы:** познакомиться с качественными реакциями на ионы  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$ , 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, фильтровальной бумаге (иногда предварительно пропитанной раствором реагента и высушенной). Пределы обнаружения веществ 0,1–0,001 мкг в капле объемом 50 мм<sup>3</sup>. Минимальные пределы обнаружения достигаются при выполнении анализа на фильтровальной бумаге.

2. *Микрорисалоскопический анализ* – метод анализа, основанный на реакциях образования кристаллических осадков с



характерной формой кристаллов, для рассмотрения которых используется микроскоп.

3. *Экстракция* – процесс перевода 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 $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ и $\text{Cu}^{2+}$**

В три пробирки налейте по 1 мл растворов солей  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$ , добавьте по 1 мл разбавленного раствора щёлочи в каждую пробирку. Составьте уравнения реакций образования синего  $\text{Co}(\text{OH})_2$ , голубого  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  и зелёного  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ . 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 $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ и $\text{Cu}^{2+}$**

В три пробирки налейте по 1 мл растворов солей  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$ , 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  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$ , 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.

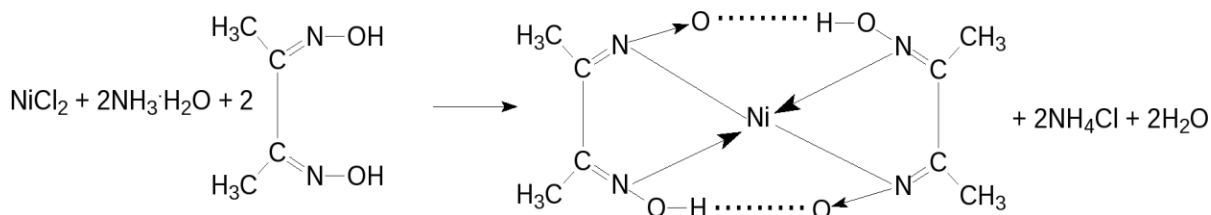
### *Капельные реакции на фильтровальной бумаге*

## **Опыт 4. Реакция катионов $\text{Ni}^{2+}$ с реактивом Чугаева**

На сухую фильтровальную бумагу поместите несколько капель раствора соли никеля (II), добавьте каплю раствора аммиака и каплю раствора диметилглиоксима  $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2$  (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 $\text{Co}^{2+}$ с роданидом аммония**

Поместите на сухую фильтровальную бумагу несколько капель раствора хлорида кобальта (II), добавьте кристаллы сухой соли  $\text{NH}_4\text{SCN}$ , при необходимости добавьте ещё одну каплю раствора. Как изменилась окраска кристаллов? Составьте уравнение реакции образования комплексного соединения  $(\text{NH}_4)_2[\text{Co}(\text{SCN})_4]$ .

### ***Обнаружение катионов с использованием экстракции***

### **Опыт 6. Реакция ионов $\text{Co}^{2+}$ 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  $(\text{NH}_4)_2[\text{Co}(\text{SCN})_4]$  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  $\text{Ni}^{2+}$  с помощью диметилглиоксима при реакции на капельной пластинке предел обнаружения  $\text{Ni}^{2+}$  – 0,16 мкг; в пробирке можно обнаружить 1,4 мкг  $\text{Ni}^{2+}$  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  $\text{Ni}^{2+}$  понижается до 0,002 мкг. Определите минимальную молярную концентрацию ионов  $\text{Ni}^{2+}$ , 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  $\text{Cu}^{2+}$  раствор тиоцианата железа (III) обесцвечивается мгновенно. Предел обнаружения меди – 0,02 мкг в 1 мл. Определите минимальную молярную концентрацию ионов  $\text{Cu}^{2+}$ , соответствующую этому пределу обнаружения.

### Лабораторная работа № 3

## КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА ИОНЫ $Al^{3+}$ , $Cr^{3+}$ , $Zn^{2+}$

**Цель работы:** познакомиться с качественными реакциями на ионы  $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$  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 $Al^{3+}$ , $Cr^{3+}$ , $Zn^{2+}$**

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 $Al^{3+}$ , $Cr^{3+}$ , $Zn^{2+}$**

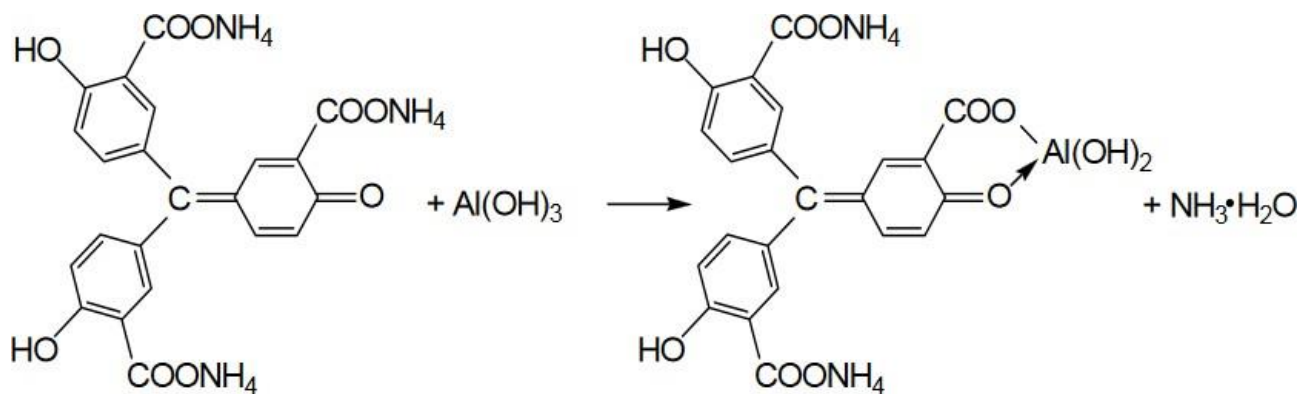
В три пробирки налейте по 1 мл растворов хлоридов алюминия, хрома и цинка, добавьте по 1 мл разбавленного раствора аммиака в каждую пробирку. Сравните полученные осадки с осадками из первого опыта. Составьте уравнения реакций образования соответствующих гидроксидов.

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.

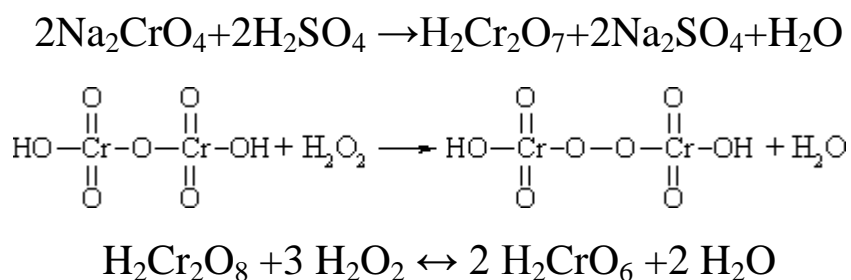
#### Опыт 5. Восстановительные свойства ионов хрома (III)

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  $\text{H}_2\text{O}_2$ , ~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  $\text{H}_2\text{CrO}_6$ . Запишите уравнение реакции, протекающее через образование дихромовой кислоты и её последующее окисление перекисью водорода:



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 $\text{Ag}^+$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ 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  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}^{2+}$  и  $\text{Pb}^{2+}$ , 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  $\text{AgJ}$  (жёлтый),  $\text{HgJ}_2$  (оранжевый),  $\text{PbJ}_2$  (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 $\text{Ag}^+$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$

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  $\text{Hg}^{2+}$  (оранжевая зона в центре) и  $\text{Pb}^{2+}$  (ярко-желтая зона по периферии). Бледно-желтая окраска  $\text{AgI}$  либо видна плохо (из-за маскировки оранжевым  $\text{HgI}_2$  и ярко-желтым  $\text{PbI}_2$ ), 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  $\text{NaOH}$ . При этом йодид свинца растворится в  $\text{NaOH}$  с образованием бесцветного плюмбита натрия  $\text{Na}_2\text{PbO}_2$ , 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 $\text{Ag}^+$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$

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  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  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  $\text{AgNO}_3$  и  $\text{KI}$ , если концентрации обоих растворов 0,001 моль/л, а произведение растворимости йодида серебра ПР ( $\text{AgI}$ )  $= 8,3 \cdot 10^{-17}$ .
4. В избытке йодида калия осадок йодида ртути (II) растворяется без изменения степеней окисления элементов с образованием комплексного соединения тетраиодомеркурата 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», «сорбция», «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)

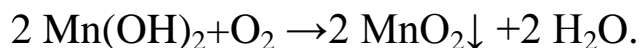
Испытуемый раствор	Добавленный реагент	Наблюдение	Предполагаемый состав	Вывод
Опыт № 1 «Открытие окрашенных ионов»				
№ 13	отсутствует	Раствор розовый	Ионы $\text{Co}^{2+}$	
№ 13	NaOH	Выпал синий осадок, при добавлении избытка щёлочи стал розовым	$\text{CoOHCl}$ $\text{Co(OH)}_2$	В пробирке был $\text{CoCl}_2$
Опыт № 2 «Действие щелочей»				
№ 14				

## Опыт 1. Открытие окрашенных ионов

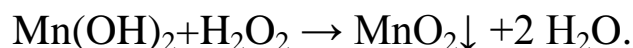
Опишите внешний вид растворов, сделайте предположения, какие растворы могут быть в каждой из пробирок, занесите их в таблицу. Наиболее вероятные предположения (для окрашенных растворов) проверьте с помощью соответствующих качественных реакций, взяв для анализа небольшую порцию испытуемого раствора. Составьте 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:



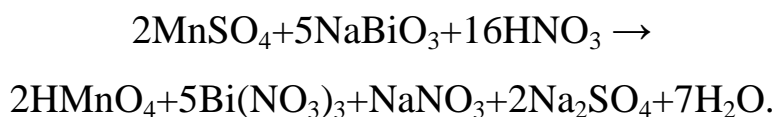
Эту реакцию можно сделать более наглядной, ускорив процесс окисления с помощью перекиси водорода:



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 сильноокислой среде:



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 выделения бурого газа и образования 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.

*Карпетьянц 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 $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ И $\text{Cu}^{2+}$ .....	10
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ.....	14
Лабораторная работа № 3. КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА ИОНЫ $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ .....	15
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ.....	18
Лабораторная работа № 4. РАЗДЕЛЕНИЕ И ОБНАРУЖЕНИЕ КАТИОНОВ $\text{Ag}^+$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ 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



## 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 и 85 г H<sub>2</sub>O.

$$\omega = \frac{m_{\text{р-го в-ва}}}{m_{\text{р-а}}} (\times 100\%) \quad , \quad \%$$

**1. Молярная концентрация** – число молей растворенного вещества, содержащегося в 1 литре раствора.

$$C = \frac{n_{\text{р-го в-ва}}}{V_{\text{р-а}}}, \text{ моль/л (M)}$$

$n$  – число молей растворенного вещества

$V$  – объем раствора (л)

1 M HNO<sub>3</sub> – одномолярный раствор HNO<sub>3</sub>, 1 л такого раствора содержит 1 моль HNO<sub>3</sub> или (1+14+48) = 63 г.

**3. Молярная доля** – отношение числа молей данного вещества к общему числу молей всех веществ, имеющих в растворе.

Для бинарного раствора :

$N_1$  – раствор

$n_1$

$N_2$  – растворимое вещества

$$N_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2}$$

$n_1 + n_2$

$$N_1 + N_2 = 1$$

4. **Нормальная концентрация (нормальность)** или эквивалентная концентрация, – число эквивалентов растворенного вещества, содержащихся в 1 л раствора.

$$C_{\text{Э}} = \frac{n_{\text{Э р-го в-ва}}}{V_{\text{р-а}}}, \text{ г-ЭКВ/л (н)}$$

$n_{\text{Э}}$  – число эквивалентов растворенного вещества

$V$  – объем раствора (л)

1 н  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – однонормальный раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 1 л такого раствора содержит 1 г-эквивалент  $\text{H}_2\text{SO}_4$  или  $(2+32+64)/2 = 49$  г.

5. **Моляльная концентрация** – число молей растворенного вещества, содержащегося в 1000 г растворителя.

$$C_{\text{м}} = \frac{n_{\text{р-го в-ва}}}{m_{\text{р-ля}}}, \text{ моль/кг}$$

$n$  – число молей растворенного вещества

$m$  – масса раствора (кг или г)

1 М  $\text{HNO}_3$  – одномоляльный раствор  $\text{HNO}_3$ , для приготовления такого раствора в 1 кг воды растворяют 1 моль  $\text{HNO}_3$  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  $\rho = 1$  г/мл, следовательно, масса раствора будет составлять  $30 + 4 = 34$  г. Массовая доля  $\omega = (4/34) \times 100\% = 11,76\%$

**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  $(600/100) \times 9 = 36$  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  $\rho = 1$  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  $x$ .

$15 = 100 \times x / (320 + x)$ . Количество вещества ( $x$ ) составит 56,47 г.

**Задача.** Чему равна массовая доля соли в растворе, полученном при смешении 250 г 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  $(250/100) \times 8 = 20$  г соли. Во втором растворе содержалось  $(750/100) \times 4 = 30$  г соли. В смешенном растворе содержится  $20 + 30 = 50$  г соли. Подставляем полученные значения в формулу для расчета массовой доли полученного раствора:  $\omega = (50/1000) \times 100\% = 5\%$ .

**Задача.** Вычислить молярную концентрацию 20%-ного раствора сульфата железа (II) ( $\rho = 1,21$  г/мл).

**Решение.** 20% - ная концентрация означает, что в 100 г раствора или в  $100/\rho = 100/1,21 = 82,64$  мл раствора содержится 20 г  $\text{FeSO}_4$ . Молярная масса  $\text{FeSO}_4$  составляет  $56 + 32 + 4 \times 16 = 152$  г. Следовательно, в 82,64 мл раствора содержится  $20/152 = 0,13$  молей  $\text{FeSO}_4$ . Подставляем полученные значения в уравнение для молярной концентрации, объем выражаем в л :  $C = 0,13/82,64 \times 10^{-3} = 1,59$  г-моль/л.

**Задача.** К 1 л 6%-ного раствора фосфорной кислоты ( $\rho = 1,031$  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 ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), 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  $100/\rho = 100/1,031 = 96,99$  мл раствора содержится 6 г  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . В 1000 мл (1л) содержится  $(1000/96,99) \times 6 = 61,86$  г  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Молярная масса фосфорной кислоты равна  $1 \times 3 + 31 + 16 \times 4 = 98$  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 ( $\rho = 1,19$  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.  $2 \times 36,5 = 71$  г HCl, где  $1 + 35,5 = 36,5$  г молярная масса хлористого водорода. Составляем пропорцию: 38 г HCl содержится в  $100/\rho$  мл 38% р-ра. 71 г HCl будет содержаться в  $x$  мл этого р-ра.

$x = 71 \times 100 / 1,19 \times 38 = 157$  мл. Для приготовления потребуется 157 мл 38 %-ной соляной кислоты .

### ***Задачи для самостоятельного решения***

1. Определите молярность соляной кислоты ( $\rho = 1,18$  г/мл), содержащей 36,5 % хлористого водорода.
2. Сколько граммов  $\text{AgNO}_3$  и воды надо взять для приготовления 200 мл 0,1 н раствора ?
3. В 300 мл раствора содержится 25 г  $\text{AlCl}_3$ . Вычислить молярную концентрацию раствора.
4. Вычислить молярную концентрацию 5%-ного раствора хлорида кальция ( $\rho = 1$  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 ( $\rho = 1,14$ г/мл). Определите молярность этого раствора и рассчитайте, какой объем 95% раствора серной кислоты ( $\rho = 1,83$ г/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 между 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 электропроницаемости -  $\epsilon$ . Наиболее полярные растворители: вода ( $\epsilon = 80$ ), уксусная кислота ( $\epsilon = 57$ ), этанол ( $\epsilon = 25$ ). Неполярными растворителями являются углеводороды (например, бензол).

Количественным критерием процесса диссоциации является степень диссоциации.

**Степень диссоциации  $\alpha$**  – это отношение числа молекул, диссоциированных на ионы (или распавшихся на ионы) к общему числу молекул, растворенного электролита.

$\alpha$  выражается в долях единиц (0 – 1) или процентах (0 – 100 %).

Величина  $\alpha$  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:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{HClO}_4$ .
3. Гидроксиды щелочных и щелочноземельных металлов:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{Ba(OH)}_2$

**Электролиты средней силы**  $\alpha \approx 0,03 - 0,3$  (3 - 30% ):  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$

**Слабые электролиты**  $\alpha \ll 1$  ( $\ll 100\%$  )

1. Ряд кислот:  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  ,  $\text{H}_2\text{S}$  ,  $\text{HCN}$  ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{HCN}$ , все органические кислоты,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
2. Нерастворимые основания р- , d- , f-элементов:  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , а также  $\text{NH}_4\text{OH}$  –гидроксид аммония.
3. Нерастворимые соли.
4. Некоторые растворимые соли ( $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ ,  $\text{HgCl}_2$ )/
5. Вода –  $\text{H}_2\text{O}$ .

*Сильные электролиты* диссоциируют на ионы нацело, т.е. процесс диссоциации является необратимым.



*Слабые электролиты* диссоциируют лишь частично, т.е. этот процесс является обратимым. Поэтому во времени устанавливается состояние химического равновесия:



Состояние равновесия можно охарактеризовать с помощью константы равновесия

$$K_d = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

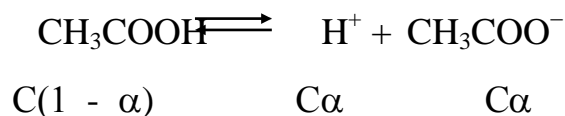
Константу равновесия для процесса диссоциации называют **константой диссоциации**, т.е. константа диссоциации – это константа равновесия процесса электролитической диссоциации..

Константа диссоциации зависит от:

- природы растворителя;
- природы электролита;
- температуры , т.е.  $K_d \neq f(C)$ , и не зависит от концентрации электролита.

Закон разбавления Оствальда устанавливает взаимосвязь между  $K_d$  и  $\alpha$  для слабых электролитов.

Рассмотрим диссоциацию слабого электролита – уксусной кислоты:



$C$  – исходная молярная концентрация;

$\alpha$  – степень диссоциации;

$C(1 - \alpha)$  – концентрация недиссоциированных молекул;

$C\alpha$  – концентрация каждого из ионов.

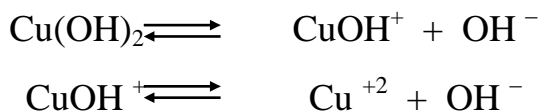
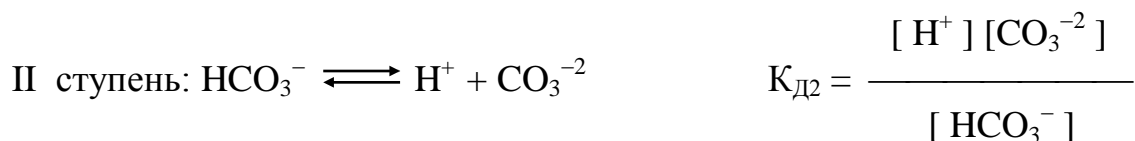
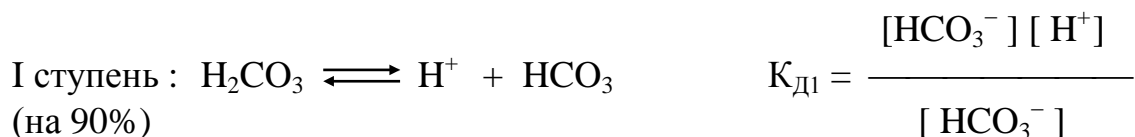
$$K_d = \frac{C\alpha \cdot C\alpha}{C(1 - \alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1 - \alpha}$$

Для растворов, где  $\alpha \ll 1$ , это выражение упрощается, т.к.  $(1 - \alpha) \rightarrow 1$ .

$$K_d \approx C\alpha^2 \quad \text{и} \quad \alpha = \sqrt{\frac{K_d}{C}}$$

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:



$K_1 > K_2 > K_3 > \dots$  – 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



$$K_d = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

Это уравнение можно представить в ином виде:

$$K_d [\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

Поскольку  $\alpha_{\text{H}_2\text{O}}$  очень мала, то можно считать, что число нераспавшихся молекул воды равно общей концентрации воды.

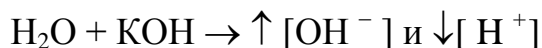
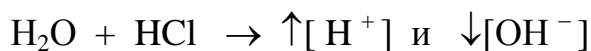
$$K_d [\text{H}_2\text{O}] = K_w \text{ (ионное произведение воды) .}$$

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

При 25°C,  $K_w = 10^{-14}$ ; следовательно,  $K_w = 10^{-7} \times 10^{-7}$ ; т.е.

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ моль/л .}$$

Концентрацию ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$  можно варьировать при добавлении либо кислот, либо оснований.



т.е.  $[\text{H}^+]$  и  $[\text{OH}^-]$  - взаимосвязаны.

Для определения кислотности раствора используют водородный показатель:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$$

Водородный показатель – десятичный логарифм концентрации водородных ионов, взятый с обратным знаком.

1) среда нейтральная,  $\text{pH} = -\lg 10^{-7} = 7$   $[\text{H}^+] = 10^{-7}$  моль/л .

2) среда кислая,  $\text{pH} < 7$ ,  $1 < \text{pH} < 14$ ,  $[\text{H}^+] > 10^{-7}$  моль/л .

3) среда щелочная,  $\text{pH} > 7$ ,  $7 < \text{pH} < 14$ ,  $[\text{H}^+] < 10^{-7}$  моль/л .

Аналогично водородному показателю можно определить величину  $\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-]$ .  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$

### **Примеры решения задач**

**Задача.** Чему равна концентрация азотной кислоты, если pH раствора равен 1?

**Решение.** Азотная кислота ( $\text{HNO}_3$ ) является сильным электролитом, т.е. диссоциирует на 100%, поэтому ее концентрация равна концентрации ионов

водорода. Если  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 1$ , то  $[\text{H}^+] = 0,1$  г-ион/л, соответственно молярная концентрация кислоты  $C = 0,1$  моль/л.

**Задача.** Чему равна концентрация гидроксида калия, если  $\text{pH}$  раствора равен 11?

**Решение.** Гидроксид калия (KOH) является сильным электролитом, т.е. диссоциирует на 100%, поэтому его концентрация равна концентрации гидроксид-ионов. Если  $\text{pH} = 11$ , то  $\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-] = 14 - 11 = 3$ . Следовательно,  $[\text{OH}^-] = 0,001$  г-ион/л, соответственно молярная концентрация гидроксида  $C = 0,001$  моль/л.

**Задача.** Вычислить  $\text{pH}$  раствора, содержащего 0,112 г KOH в 1 л раствора.

**Решение.** Определим, чему равна молярная концентрация данного раствора. Молярная масса KOH равна  $39 + 16 + 1 = 56$  г. Следовательно, молярная концентрация раствора  $0,112/56 = 0,002$  моль/л. Гидроксид калия (KOH) является сильным электролитом, т.е. диссоциирует на 100%, поэтому его концентрация равна концентрации гидроксид-ионов. В этом случае  $\text{pOH} = -\lg[0,002] = 2,7$ . Следовательно, значение  $\text{pH}$  данного раствора  $14,0 - 2,7 = 11,3$ .

**Задача.** Вычислить концентрацию протона в 0,02М растворе  $\text{H}_2\text{SO}_3$ , учитывая только первую ступень диссоциации, для которой константа диссоциации равна  $1,7 \cdot 10^{-2}$ .

**Решение.** Воспользуемся законом разбавления Оствальда и определим степень диссоциации кислоты.  $\alpha = \sqrt{1,7 \cdot 10^{-2}/0,02} = \sqrt{0,85} = 0,92$ .  $[\text{H}^+] = C\alpha = 0,92 \times 0,02 = 0,0184$  г-ион/л

**Задача.** Константа диссоциации азотистой кислоты равна  $5,1 \cdot 10^{-4}$ . Вычислите степень диссоциации  $\text{HNO}_2$  в ее 0,01 М растворе, концентрацию  $\text{H}^+$  и водородный показатель ( $\text{pH}$ ).

**Решение.** Воспользуемся законом разбавления Оствальда и определим степень диссоциации кислоты.  $\alpha = \sqrt{5,1 \cdot 10^{-4}/0,01} = \sqrt{5,1 \cdot 10^{-2}} = 0,226$ .  $[\text{H}^+] = C\alpha = 0,226 \times 0,01 = 0,00226$  г-ион/л.  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg[0,00226] = 2,65$

### **Задачи для самостоятельного решения**

1. Вычислить концентрации протона и гидроксил-иона в растворе,  $\text{pH}$  которого равен 8.

2. Какова  $[\text{OH}^-]$  в 0,01 М растворе гидроксиламина  $\text{NH}_2\text{OH}$ , если константа ионизации его  $1,21 \cdot 10^{-8}$ ?
3. Вычислить рН в 0,02 М растворе  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .
4. Найти степень диссоциации  $\text{HCOOH}$  в 0,2 н растворе, если константа диссоциации её равна  $1,8 \cdot 10^{-4}$ .
5. Вычислить рН 0,025 М раствора  $\text{NaOH}$ .
6. Раствор гидроксида натрия имеет рН = 12. Чему равна концентрация основания?
7. При растворении  $\text{NaCl}$  в каком из растворителей концентрация ионов натрия будет наибольшей: бензол, ацетон, вода, этанол?

### Глава 3. Реакции ионного обмена (РИО)

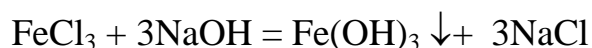
Согласно теории электролитической диссоциации все реакции в водных растворах являются реакциями между ионами. В отличие от молекулярных уравнений, ионные уравнения показывают истинных участников реакции.

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.

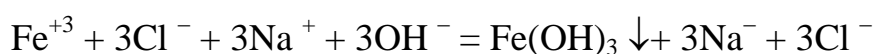
#### ***Примеры условий необратимого протекания реакций ионного обмена (РИО)***

1. Образование труднорастворимого вещества, которое выделяется из раствора в виде осадка:

*молекулярное уравнение*



*полное ионное уравнение*



*сокращенное ионное уравнение*



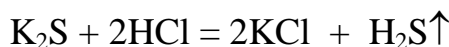


(т.е. истинные участники реакции  $\text{Fe}^{+3}$  и  $\text{OH}^-$ ).

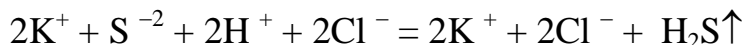
Труднорастворимые соединения всегда записываются в молекулярном виде.

## 2. Образование газообразного вещества

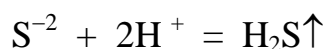
*молекулярное уравнение*



*полное ионное уравнение*



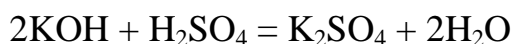
*сокращенное ионное уравнение*



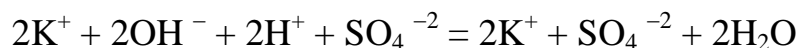
Газообразное вещество всегда записывается в молекулярной форме.

## 3. Образование малодиссоциирующих веществ

*молекулярное уравнение*



*полное ионное уравнение*

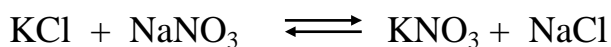


*сокращенное ионное уравнение*



Слабый электролит (малодиссоциирующее соединение) в РИО всегда записывается в молекулярном виде.

Если в полном ионном уравнении все участники сокращаются, то реакция обратима и РИО не протекает. Например,



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.

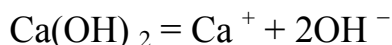
Примеры диссоциации различных соединений

### 1. Диссоциация кислот – сильных электролитов:



Кислоты-электролиты, при диссоциации которых образуются ионы водорода.

2. Диссоциация оснований – сильных электролитов:



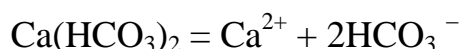
Основания – электролиты, диссоциирующие с образованием гидроксид-ионов.

3. Диссоциация солей:

а) нормальные (средние) растворимые соли



б) кислые соли, образованные слабыми кислотами



в) основные соли слабых оснований

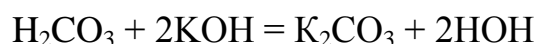


### ***Примеры написания уравнений реакций ионного обмена (РИО)***

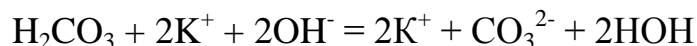
**Задачи.** Напишите молекулярное, полное ионное и сокращенное ионное уравнения данной реакции и установите, будет ли протекать РИО.

1.  $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{KOH}$

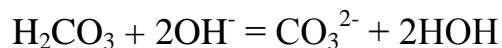
Напишем молекулярное уравнение, обменивая ионы с учетом их зарядов и подбирая стехиометрические коэффициенты.



Запишем полное ионное уравнение, учитывая, что угольная кислота и вода являются слабыми электролитами.



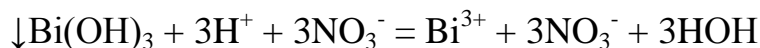
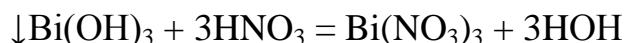
После сокращения краткое ионное уравнение имеет вид:



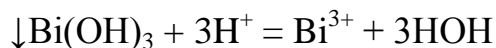
РИО между кислотой и основанием (реакция нейтрализации) протекают и в случае нерастворимых реагентов, если один из участников является сильным электролитом, т.к. в результате образуется слабый электролит – вода.

2.  $\text{Bi(OH)}_3 + \text{HNO}_3$

Аналогично задаче 1, напишем молекулярное и полное ионное уравнение, проверив по таблице растворимость гидроксида висмута.



Сокращенное ионное уравнение имеет вид:



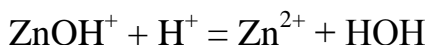
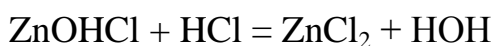
### 3. $\text{Sn}(\text{OH})_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2$

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  $\text{H}_2\text{SnO}_2$ . При взаимодействии с основанием образуется растворимая соль с кислотным остатком, представляющим собой комплексный анион.



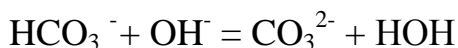
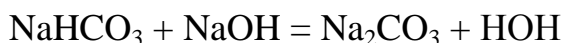
### 4. $\text{ZnOHCl} + \text{HCl}$

Основные соли взаимодействуют с кислотами, в результате РИО получают средние (нормальные) соли и вода. Большинство основных солей слабых оснований являются нерастворимыми соединениями. В случае растворимых соединений уравнения РИО будут иметь следующий вид:

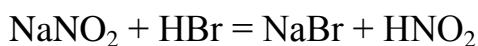


### 5. $\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH}$

Кислые соли взаимодействуют с основаниями, в результате РИО получают средние (нормальные) соли и вода.

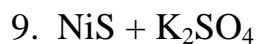
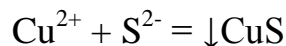
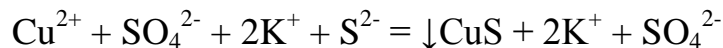
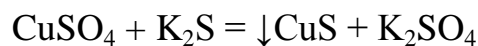
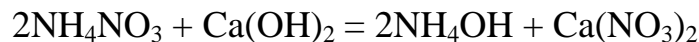
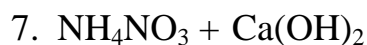


### 6. $\text{NaNO}_2 + \text{HBr}$

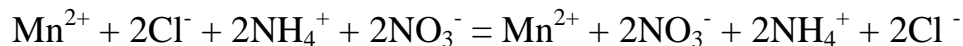
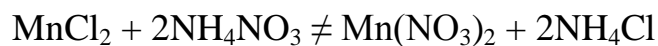
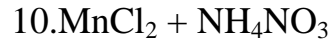




Азотистая кислота – слабый электролит. Сильная кислота «вытесняет» слабую из ее солей.

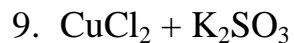
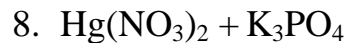
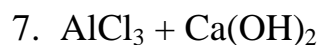
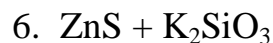
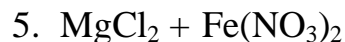
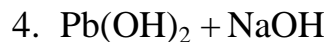
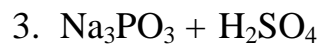
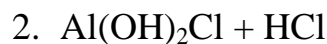
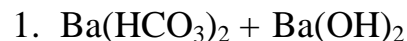


РИО не протекает, так как исходная соль нерастворима.



Условия протекания РИО не выполнены.

### *Задачи для самостоятельного решения*



## 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.

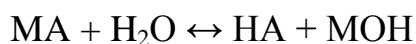
Характеризовать гидролиз количественно позволяют такие величины, как **степень гидролиза и константа гидролиза**. *Степень гидролиза* ( $h_{\text{гидр}}$ ) — это соотношение количества подвергающейся гидролизу соли  $n_{\text{гидр}}$  и общего количества растворенной соли  $n_{\text{общ}}$ .

$$h_{\text{гидр}} = (n_{\text{гидр}}/n_{\text{общ}}) \cdot 100 \%$$

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:



константу, соответствующую этому равновесию:

$$K = [\text{НА}] \cdot [\text{МОН}] / [\text{МА}] \cdot [\text{Н}_2\text{О}]$$

Известно, что концентрация воды в разбавленных растворах, имеет практически постоянное значение, поэтому ее можно включить в константу

$$K \cdot [\text{Н}_2\text{О}] = K_r,$$

тогда для константы гидролиза соли  $K_r$  будет иметь такой вид:

$$K_r = [\text{НА}] \cdot [\text{МОН}] / [\text{МА}]$$

**Константа и степень гидролиза** связаны соотношением:

$$K_r = C \cdot h^2 / (1-h), \text{ моль/л}$$

Где  $C$  – концентрация соли в растворе,  $h$ -степень гидролиза

Это выражение можно упростить, т.к. обычно  $h \ll 1$ , тогда

$$K_r = C \cdot h^2$$

Зная, константу гидролиза, можно определить pH среды:

$$K_r = \frac{[HA] \cdot [MOH]}{[MA]}$$

Концентрация образовавшейся кислоты равна концентрации гидроксид ионов, тогда

$$K_r = \frac{[OH^-]^2}{[MA]}$$

Используя это выражение можно вычислить pH раствора

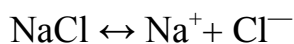
$$[OH^-] = \sqrt{(K_r \cdot [MA])} \text{ (моль/л)}$$

$$[H^+] = 10^{-14} / [OH^-] \text{ моль/л}$$

Возможны 4 случая протекания гидролиза:

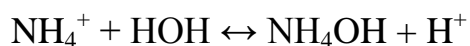
*1. Соли, образованные сильным основанием и сильной кислотой*

Соли, образованные сильным основанием и сильной кислотой не подвергаются гидролизу. pH среды не изменяется (pH ≈ 7 как в воде):



*2. Соли, образованные слабым основанием и сильной кислотой*

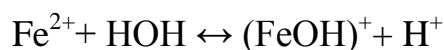
Такое соединение, при диссоциации, образует катионы, способные к присоединению гидроксид-иона из воды, входящей в гидратную оболочку. Тогда гидролиз проходит по катиону, при этом среда носит кислый характер, т.е. pH < 7:



Для солей, образованных слабым основанием и сильной кислотой, константа гидролиза и константа диссоциации основания связаны соотношением:

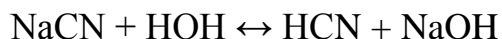
$$K_r = K_w / K_{осн}$$

Если соль образована *слабым многокислотным основанием*, то ее гидролиз обычно протекает по первой ступени.



*3. Соли, образованные сильным основанием и слабой кислотой.*

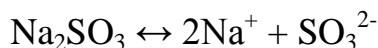
Такие соединения в растворе образуют анионы, способные к присоединению протона из воды, входящей в гидратную оболочку.. Гидролиз протекает по аниону, и в его результате создается щелочная среда,  $\text{pH} > 7$ :



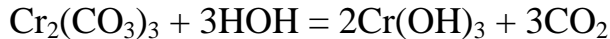
*Константа гидролиза и константа диссоциации слабой кислоты связаны зависимостью:*

$$K_{\Gamma} = K_w / K_{\text{к-ты}}$$

Если соль образована слабой многоосновной кислотой, то гидролиз протекает преимущественно по 1-й ступени



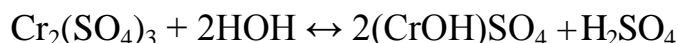
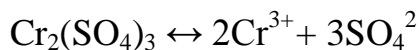
4. *Соли, образованные слабым основанием и слабой кислотой.* Такие соли в растворе не существуют, так как при попытке их получить путем реакции ионного обмена происходит совместный (полный, необратимый) гидролиз.



#### ***Примеры решения задач***

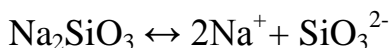
***Задача.*** Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза солей  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  и  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ . Какое значение  $\text{pH}$  ( $\text{pH} \leq 7$ ,  $\text{pH} \geq 7$ ) имеют растворы этих солей? Что произойдет при смешении растворов этих солей?

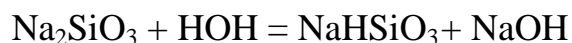
***Решение.*** Сульфат хрома является солью слабого нерастворимого основания и сильной серной кислоты. Такие соли гидролизуются по катиону



Гидролиз преимущественно протекает по первой ступени.

Силикат натрия – соль, образованная сильным основанием и слабой кремниевой кислотой. Такие соли гидролизуются по аниону





Гидролиз преимущественно протекает по первой ступени.

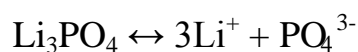
При смешении растворов этих солей произойдет совместный необратимый гидролиз.



**Задача.** Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза солей  $\text{Li}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{CuCl}_2$ . Какое значение pH имеют растворы этих солей?

**Решение.**  $\text{Li}_3\text{PO}_4$  – соль, образованная сильным основанием и слабой кислотой, гидролиз по аниону.

I ступень

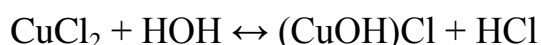


$\text{KCl}$  – соль, образованная сильным основанием и сильной кислотой, гидролизу не подвергается,  $\text{pH} \approx 7$

$\text{CuCl}_2$  — соль, образованная слабым основанием и сильной кислотой, гидролиз по катиону.



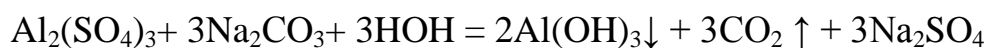
I ступень



**Задача.** Чему равна сумма стехиометрических коэффициентов уравнения взаимодействия водных растворов сульфата алюминия и карбоната натрия?

**Решение.** Сульфат алюминия  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  - соль, образованная слабым основанием и сильной кислотой, следовательно, гидролизуется по катиону.

Карбонат натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – соль, образованная сильным основанием и слабой кислотой, следовательно, гидролизуется по аниону. При смешении водных растворов этих солей будет наблюдаться полный гидролиз сульфата алюминия до гидроксида алюминия, карбоната натрия до угольной кислоты, которая разлагается на воду и двуокись углерода. Уравнение имеет вид

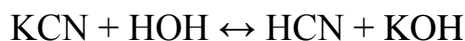
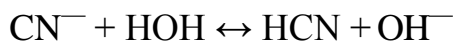




Сумма стехиометрических коэффициентов – 15.

**Задача.** Определите степень гидролиза и pH 0,005 н. KCN,  $K_{\text{HCN}} = 4,9 \cdot 10^{-10}$

**Решение.** Цианид калия соль слабой циановодородной кислоты, гидролизуеться по аниону.



Константа и степень гидролиза связаны соотношением:

$$K_r = C \cdot h^2, \text{ отсюда } h = \sqrt{(K_r/C)}$$

Сначала найдем константу гидролиза KCN:

$$K_r = K_w / K_{\text{к-ты}}$$

$$K_r = 10^{-14} / 4,9 \cdot 10^{-10} = 0,2 \cdot 10^{-4}$$

$$h = \sqrt{(0,2 \cdot 10^{-4} / 0,005)} = 0,063$$

$$K_r = [\text{HCN}] \cdot [\text{KOH}] / [\text{KCN}]$$

Концентрация образовавшейся кислоты равна концентрации гидроксид ионов,

$$\text{тогда } K_r = [\text{OH}^-]^2 / [\text{KCN}]$$

Используя это выражение можно вычислить pH раствора:

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{(K_r \cdot [\text{KCN}])}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{(0,2 \cdot 10^{-4} \cdot 0,005)} = 3,16 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-14} / 3,16 \cdot 10^{-4} = 0,32 \cdot 10^{-10} \text{ моль/л}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 0,32 \cdot 10^{-10} = 10,5$$

### Задачи для самостоятельной работы

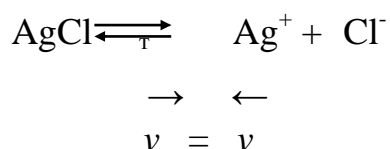
1. Кремниевая кислота слабее угольной. Запишите уравнения гидролиза карбоната и силиката натрия и возможные значения pH среды при равных исходных концентрациях солей и одинаковой температуре растворов.
2. Сравните степень гидролиза соли и pH среды в 0,1 М и 0,001 М растворах цианида калия.
3. Как уменьшить степень гидролиза соли?
4. Вычислите константу гидролиза хлорида аммония. Каковы степень гидролиза соли в 0,1 М растворе и pH раствора? Константа диссоциации основания  $K_{\text{NH}_4\text{OH}}$  равна  $1,81 \times 10^{-5}$ .

## Глава 5. Производство 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 ограничено 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 см<sup>3</sup> (мл) растворителя (г/100 г или см<sup>3</sup>/100 см<sup>3</sup>). 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<sup>+</sup> и Cl<sup>-</sup>, испытывая притяжение со стороны окружающих диполей воды, постепенно отрываются от кристаллов и переходят в раствор. Сталкиваясь в растворе, ионы Ag<sup>+</sup> и Cl<sup>-</sup> 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<sup>+</sup> и Cl<sup>-</sup>, сколько их осаждаются. Накопление ионов Ag<sup>+</sup> и Cl<sup>-</sup> в растворе прекращается, получается насыщенный раствор.



Данное равновесие можно охарактеризовать константой равновесия:

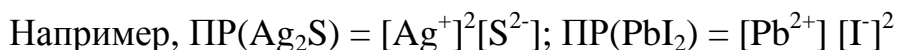
$$K_{\text{равн.}} = \frac{[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]}{[\text{AgCl}]}$$

Концентрация твердого вещества величина постоянная.  $[\text{AgCl}] = \text{const}$ . При переносе постоянных величин в левую часть получим новую константу, называемую произведением растворимости (ПР).

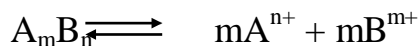
$$\text{ПР}_{\text{AgCl}} = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-].$$

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.



В общем случае выражение произведения растворимости для электролита



$$\text{ПР}_{\text{AmBn}} = [\text{A}]^m [\text{B}]^n$$

Значения произведения растворимости для разных веществ различны.

Например,  $\text{ПРCaCO}_3 = 4,810^{-9}$ ;  $\text{ПРАgCl} = 1,56 \cdot 10^{-10}$ .

ПР легко вычислить, зная растворимость соединения при данной  $t^\circ$ .

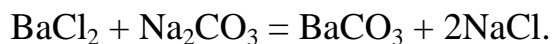
*Образование осадков.* Осадок образуется в том случае, когда произведение концентраций ионов малорастворимого электролита превысит величину его произведения растворимости при данной температуре. Когда ионное произведение станет равным величине ПР, выпадение осадка прекращается. Зная объем и концентрацию смешиваемых растворов, можно рассчитать, будет ли выпадать осадок образующейся соли.

То есть, если  $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] < \text{ПР}_{\text{AgCl}}$ , то раствор не насыщен.

Для насыщенного раствора  $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = \text{ПР}_{\text{AgCl}}$ .

В том случае, когда  $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] > \text{ПР}_{\text{AgCl}}$ , 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  $\text{BaCO}_3$ :



После прибавления эквивалентного количества  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в растворе остаются ионы  $\text{Ba}^{2+}$ , концентрация которых обусловлена величиной ПР. Повышение концентрации ионов  $\text{CO}_3^{2-}$ , вызванное прибавлением избытка осадителя ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), повлечет за собой соответственное уменьшение концентрации ионов  $\text{Ba}^{2+}$  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  $\text{BaSO}_4$  понемногу прибавлять раствор  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , то ионное произведение, которое было сначала меньше  $\text{IP}_{\text{BaSO}_4}$  ( $1,1 \cdot 10^{-10}$ ), постепенно достигнет  $\text{IP}$  и превысит его. Начнется выпадение осадка.

*Влияние температуры.*  $\text{IP}$  является постоянной величиной при постоянной температуре. С увеличением температуры  $\text{IP}$  возрастает, поэтому осаждение лучше проводить из охлажденных растворов.

*Растворение осадков.* Правило произведения растворимости важно для перевода труднорастворимых осадков в раствор. Растворение осадка начинается тогда, когда по какой-либо причине ионное произведение малорастворимого электролита становится меньше величины  $\text{IP}$ . 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  $\text{BaCO}_3$ . Раствор, соприкасающийся с этим осадком, насыщен относительно  $\text{BaCO}_3$ . Это означает, что  $[\text{Ba}^{2+}] [\text{CO}_3^{2-}] = \text{IP}_{\text{BaCO}_3}$ . Если добавить в раствор кислоту, то ионы  $\text{H}^+$  свяжут имеющиеся в растворе ионы  $\text{CO}_3^{2-}$  в молекулы малодиссоциированной угольной кислоты, разлагающейся с выделением диоксида углерода:



Вследствие этого резко снизится концентрация иона  $\text{CO}_3^{2-}$ , ионное произведение станет меньше величины  $\text{IP}_{\text{BaCO}_3}$ . Раствор окажется ненасыщенным относительно  $\text{BaCO}_3$ , и часть осадка  $\text{BaCO}_3$  перейдет в раствор. При добавлении достаточного количества кислоты можно весь осадок перевести в раствор. Этим же объясняется растворение труднорастворимых гидроксидов в кислотах.



Ионы  $\text{OH}^-$  связываются в малодиссоциированные молекулы  $\text{H}_2\text{O}$ .

Растворение осадка может произойти и в том случае, если один из ионов будет связываться в комплексный ион.



### Примеры решения задач

**Задача.** Произведение растворимости  $\text{PP}_{\text{PbSO}_4} = 2,2 \cdot 10^{-8}$  г/л. Чему равна растворимость  $\text{PbSO}_4$ ?

**Решение.** Обозначим растворимость  $\text{PbSO}_4$  через  $X$  моль/л. Перейдя в раствор,  $X$  молей  $\text{PbSO}_4$  дадут  $X$  ионов  $\text{Pb}^{2+}$  и  $X$  ионов  $\text{SO}_4^{2-}$ , т.е.:

$$[\text{Pb}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = X$$

$$\text{PP}_{\text{PbSO}_4} = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = X^2$$

$$X = \sqrt{(\text{PP}_{\text{PbSO}_4})} = \sqrt{(2,2 \cdot 10^{-8})} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л.}$$

Чтобы перейти к растворимости, выраженной в г/л, найденную величину умножим на молекулярную массу, после чего получим:

$$1,5 \cdot 10^{-4} \cdot 303,2 = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ г/л.}$$

**Задача.** Растворимость  $\text{CaCO}_3$  равна  $6,9 \cdot 10^{-3}$  г/л. Найти  $\text{PP}_{\text{CaCO}_3}$ .

**Решение.** Молярная масса  $M(\text{CaCO}_3) = 100,9$

Выразим растворимость ( $S$ ) в молях:  $S(\text{CaCO}_3) = (6,9 \cdot 10^{-3}) / 100,9 = 6,9 \cdot 10^{-5}$  моль/л

Так как каждая молекула  $\text{CaCO}_3$  дает при растворении по одному иону  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{CO}_3^{2-}$ , то  $[\text{Ca}^{2+}] = [\text{CO}_3^{2-}] = 6,9 \cdot 10^{-5}$  моль/л, следовательно,

$$\text{PP}_{\text{CaCO}_3} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}] = 6,9 \cdot 10^{-5} \cdot 6,9 \cdot 10^{-5} = 4,8 \cdot 10^{-9}$$

**Задача.** Произведение растворимости хлорида свинца  $\text{PbCl}_2$  при  $25^\circ\text{C}$  составляет  $1,6 \cdot 10^{-5}$ . Как изменится растворимость этой соли в 1 М растворе  $\text{HCl}$  по сравнению с чистой водой?

**Решение.**  $\text{PbCl}_2 = \text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ , из одной молекулы при диссоциации получается один катион свинца и 2 хлорид - аниона. Следовательно, если растворимость хлорида свинца - ( $S$ ), то произведение растворимости

$$\text{PP}_{\text{PbCl}_2} = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{Cl}^-]^2 = S \cdot (2S)^2 = 4S^3$$

Концентрация насыщенного раствора хлорида свинца в воде составит:

$$S = \sqrt[3]{\frac{ПП}{4}} = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л.}$$

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:

$$[Cl^-] = C_{HCl}$$

$$PP_{PbCl_2} = [Pb^{2+}] \cdot [Cl^-]^2 = S \cdot C_{HCl}^2$$

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  $NaCl$ .

$$PP_{PbCl_2} = 1,6 \cdot 10^{-5}$$

**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,

$[Pb^{2+}] \cdot [Cl^-]^2 = 1 \cdot 10^{-1} (1 \cdot 10^{-1})^2 = 1 \cdot 10^{-3}$ . Полученная величина превышает  $PP_{PbCl_2}$  ( $1,6 \cdot 10^{-5}$ ). 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  $PP(CaSO_4) = 4 \cdot 10^{-5}$  ?
2.  $PP(MgCO_3) = 1,0 \cdot 10^{-5}$ . Вычислить  $[Mg^{2+}]$  в моль/л и г/л.
3.  $PP(PbI_2) = 8,7 \cdot 10^{-9}$ . Выпадет ли осадок, если смешать равные объёмы 0,002 н раствора  $Pb(NO_3)_2$  и 0,001 М раствора  $KI$  ?
4. Растворимость  $PbBr_2$  равна  $2,7 \cdot 10^{-2}$  моль/л. Вычислить  $PP PbBr_2$ .
5. Концентрация  $[F^-]$  в насыщенном растворе  $CaF_2$  равна  $2 \cdot 10^{-4}$ . Найти  $PP(CaF_2)$ .

6.  $K_{sp}(\text{BaF}_2)$  при  $18^\circ\text{C}$  равно  $1.7 \times 10^{-6}$ . Вычислить концентрацию ионов  $\text{Ba}^{2+}$  и  $\text{F}^-$  в насыщенном растворе  $\text{BaF}_2$ .

7. Определить, образуется ли осадок хлорида свинца  $\text{PbCl}_2$  при смешивании  $0,05\text{M}$  раствора  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  с равным объемом

а)  $0,05\text{ M}$  раствора  $\text{KCl}$

б)  $0,5\text{ M}$  раствора  $\text{KCl}$

## Глава 6. Окислительно-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 ( $\text{NaH}$ ,  $\text{CaH}_2$  и др.), где степень окисления водорода отрицательна ( $-1$ ). Кислород почти во всех соединениях имеет степень окисления  $-2$ . Исключение составляют фторид кислорода  $\text{OF}_2$ , (степень окисления кислорода  $+1$ ) и пероксиды  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_2$  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  $C$  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 <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , Cl <sub>2</sub> , KMnO <sub>4</sub>	11	HF, Zn, H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , NH <sub>4</sub> Cl
2	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , I <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	12	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , NaH <sub>2</sub> SbO <sub>3</sub> , Au, ZnCl <sub>2</sub>
3	NaH, F <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	13	NH <sub>4</sub> HS, P, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , Ba(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
4	OF <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , O <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub>	14	NaNO <sub>2</sub> , Ca(HS) <sub>2</sub> , Ag, PH <sub>3</sub>
5	CaH <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , Br <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	15	BaCO <sub>3</sub> , AsH <sub>3</sub> , Ca, Na <sub>3</sub> SbO <sub>4</sub>
6	PbO <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , MnOHNO <sub>3</sub>	16	HNO <sub>3</sub> , Xe, KClO <sub>4</sub> , NH <sub>4</sub> OH
7	Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	17	Sn(OH) <sub>2</sub> , CuCl <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> S, Mn
8	H <sub>2</sub> S, Mg, Na <sub>3</sub> SbO <sub>3</sub> , Cr(OH) <sub>3</sub>	18	Al <sub>2</sub> S <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , NaClO, Se
9	Na <sub>2</sub> S, NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> , KHCO <sub>3</sub>	19	NaClO <sub>2</sub> , Al <sub>4</sub> C <sub>3</sub> , He, Bi(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ,
10	AlP, CO, HCl, NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	20	NaHSO <sub>3</sub> , Si, Na <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub> , Cr(OH) <sub>3</sub>

2. В каких из перечисленных соединений хлор может проявлять только окислительные свойства: NaCl, NaClO, HCl, KClO<sub>3</sub>, NaClO<sub>4</sub>, Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, HClO<sub>2</sub>?

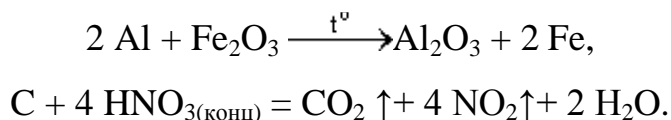
3. В каких из перечисленных соединений азот может проявлять только восстановительные свойства: NaNO<sub>2</sub>, NO, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HNO<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>Cl?

4. В каких из перечисленных соединений сера может быть как окислителем, так и восстановителем: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Ca(HS)<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, SO?

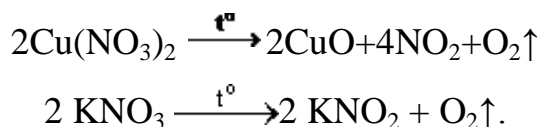
### Классификация окислительно–восстановительных реакций

Окислительно-восстановительные реакции обычно разделяют на три типа: межмолекулярные, внутримолекулярные и реакции диспропорционирования (самоокисления-самовосстановления). Иногда в эту классификацию добавляют четвертый тип – реакции конпропорционирования.

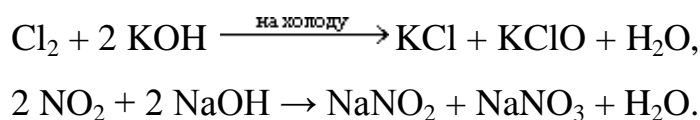
1) Межмолекулярные реакции протекают с изменением степени окисления атомов, которые находятся в различных молекулах. Например:



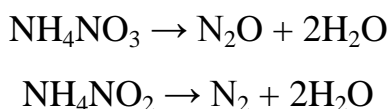
2) К внутримолекулярным реакциям относятся такие реакции, в которых окислитель и восстановитель входят в состав одной и той же молекулы, например:



3) В реакциях диспропорционирования (самоокисления-самовосстановления) один и тот же элемент является и окислителем, и восстановителем:



4) В реакциях конпропорционирования один и тот же химический элемент, имеющий разные степени окисления, в результате приводится к единой степени окисления:



### Вопросы для самостоятельной работы

1. Какие из перечисленных веществ могут вступать в реакции диспропорционирования:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{CaH}_2$ ?

2. Является ли реакция разложения перманганата калия реакцией диспропорционирования?  $2 \text{KMnO}_4 \xrightarrow{t^\circ} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + 2\text{O}_2 \uparrow$

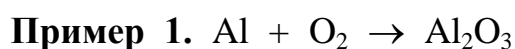
### Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций.

#### Метод электронного баланса

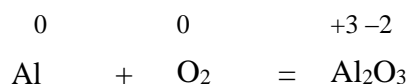
Для составления уравнений ОВР используются два метода: метод электронного баланса и метод полуреакций (электронно-ионного баланса). При

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.

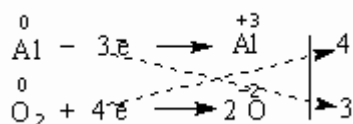
Метод электронного баланса универсален, он позволяет определить коэффициенты в реакциях, протекающих как в растворах, так и без растворителя, в веществах в любых агрегатных состояниях. Он удобен для написания реакций термического разложения, взаимодействия двух простых веществ



Определим степени окисления:

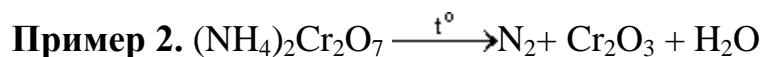
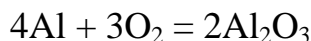


Алюминий отдает электроны (приобретает положительную степень окисления), а кислород – принимает электроны (приобретает отрицательную степень окисления). Чтобы получить степень окисления +3, атом алюминия должен отдать 3 электрона. Молекула кислорода, чтобы превратиться в кислородные атомы со степенью окисления –2, должна принять 4 электрона:

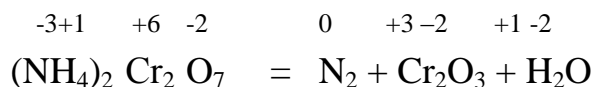


Чтобы количество отданных и принятых электронов выровнялось, первое уравнение надо умножить на 4, а второе – на 3. Для этого достаточно переместить числа отданных и принятых электронов против верхней и нижней строчки так, как показано на схеме вверху.

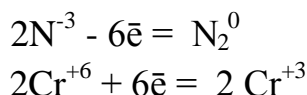
Если теперь в уравнении перед восстановителем (Al) мы поставим найденный нами коэффициент 4, а перед окислителем (O<sub>2</sub>) – найденный нами коэффициент 3, то количество отданных и принятых электронов выравняется и становится равным 12. Электронный баланс достигнут. Видно, что перед продуктом реакции Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> необходим коэффициент 2. Теперь уравнение окислительно-восстановительной реакции уравнено:



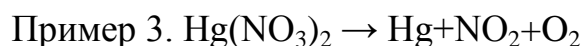
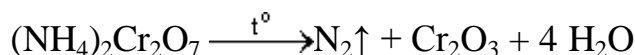
Определим степени окисления:



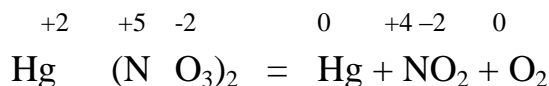
Азот отдаёт электроны, хром получает.



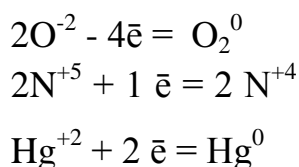
Число электронов отданных и принятых одинаково, электронный баланс достигнут. Видно, что перед продуктом реакции  $\text{H}_2\text{O}$  необходим коэффициент 4. Теперь уравнение окислительно-восстановительной реакции уравнено:



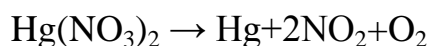
Определим степени окисления:



Кислород отдаёт электроны, ртуть и азот получают, здесь вместо привычных двух участников обмена электронами их сразу три:



Число электронов отданных и принятых одинаково, электронный баланс достигнут. Видно, что перед продуктом реакции  $\text{NO}_2$  необходим коэффициент 2. Теперь уравнение окислительно-восстановительной реакции уравнено:



### 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	$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{NO}_2$	11	$\text{BaO}_2 \rightarrow \text{BaO} + \text{O}_2$
2	$\text{K}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$	12	$\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$
3	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{ZnO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$	13	$\text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 + \text{SO}_3$
4	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{O}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{CrO}_4$	14	$\text{KClO}_4 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$
5	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{NO}_2 + \text{O}_2$	15	$\text{CdSO}_3 \rightarrow \text{CdSO}_4 + \text{CdS}$
6	$\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$	16	$\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$
7	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{NO}_2 + \text{O}_2$	17	$\text{NaClO}_2 \rightarrow \text{NaClO}_3 + \text{NaCl}$
8	$\text{HNO}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	18	$\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$
9	$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CoO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$	19	$\text{SnSO}_4 \rightarrow \text{SnO}_2 + \text{SO}_2$
10	$\text{LiNO}_3 \rightarrow \text{Li}_2\text{O} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$	20	$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Ni}(\text{NO}_2)_2 + \text{O}_2$

2. Расставьте коэффициенты уравнениях реакций замещения методом электронного баланса (по вариантам). Укажите окислитель и восстановитель:

Номер варианта	Схема реакции	Номер варианта	Схема реакции
1	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{C} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{Fe}$	11	$\text{Zn} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ag}$
2	$\text{KBr} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KCl} + \text{Br}_2$	12	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Mg} \rightarrow \text{MgO} + \text{Al}$
3	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Fe}$	13	$\text{MnO}_2 + \text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Mn}$
4	$\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2$	14	$\text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{S} + \text{HBr}$
5	$\text{O}_2 + \text{HI} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$	15	$\text{CuCl}_2 + \text{Cr} \rightarrow \text{Cu} + \text{CrCl}_3$
6	$\text{Al} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cu}$	16	$\text{Mg} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{MgO} + \text{Si}$
7	$\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$	17	$\text{NaI} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl} + \text{I}_2$
8	$\text{TiO}_2 + \text{Mg} \rightarrow \text{MgO} + \text{Ti}$	18	$\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{NaOH}$
9	$\text{Al} + \text{FeO} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}$	19	$\text{KClO}_3 + \text{I}_2 \rightarrow \text{KIO}_3 + \text{Cl}_2$
10	$\text{KI} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{KBr} + \text{I}_2$	20	$\text{Al} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_2$

## **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 присутствующих 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  $\text{H}^+$  или  $\text{OH}^-$  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  $\text{OH}^-$ .  
Уравнивание осуществляется за счет ионов  $\text{H}^+$  и молекул воды.
2. В щелочной среде ни в левой, ни в правой части не должно быть ионов  $\text{H}^+$ .  
Уравнивание осуществляется за счет ионов  $\text{OH}^-$  и молекул воды.
3. В нейтральной среде ни ионов  $\text{H}^+$ , ни  $\text{OH}^-$  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) уравнивать 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  $\text{H}_2\text{O}$ , ионы  $\text{H}^+$  или  $\text{OH}^-$  в зависимости от характера среды:

Процесс	Кислая среда	Нейтральная среда	Щелочная среда
Связывание избытка кислорода	$\text{O}^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$	$\text{O}^{2-} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{OH}^-$	$\text{O}^{2-} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{OH}^-$
Восполнение недостатка кислорода	$\text{H}_2\text{O} = \text{O}^{2-} + 2\text{H}^+$	$\text{H}_2\text{O} = \text{O}^{2-} + 2\text{H}^+$	$2\text{OH}^- = \text{O}^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

в) уравнивать 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:  $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ .

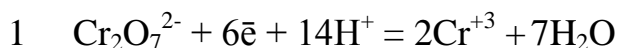
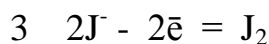
9. Расставить коэффициенты в молекулярном уравнении реакции.



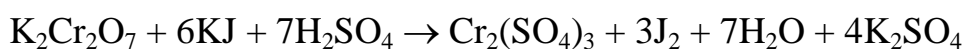
10. Провести проверку по частицам, не участвующим в ОВР, исключенным из полной ионно-молекулярной схемы (п.3). При необходимости коэффициенты для них находят подбором.

11. Провести окончательную проверку по кислороду.

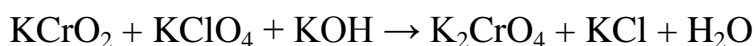
**Пример 3.** В кислой среде:



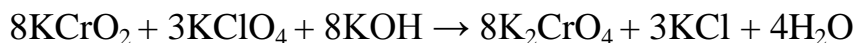
Суммарное молекулярное уравнение реакции:



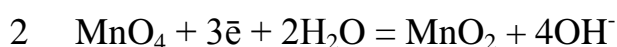
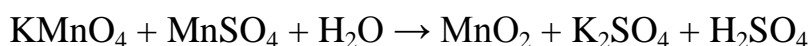
**Пример 4.** В щелочной среде:



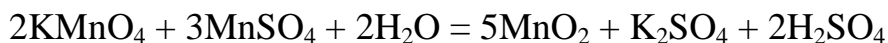
Суммарное молекулярное уравнение реакции



**Пример 5.** В нейтральной среде:



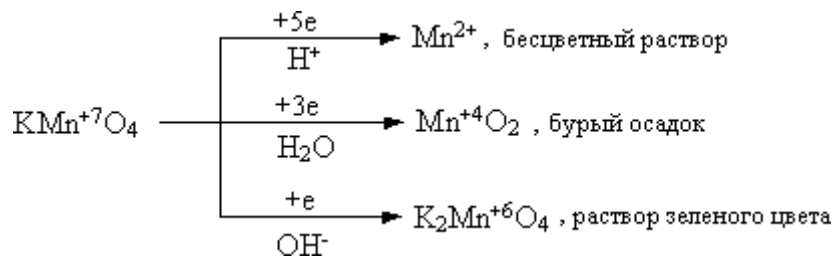
Суммарное молекулярное уравнение реакции:



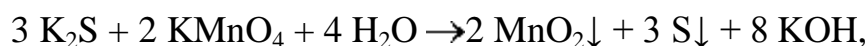
### Примеры некоторых часто используемых ОВР:

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:

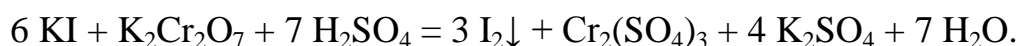
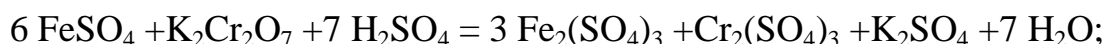


Ниже приведены реакции  $\text{KMnO}_4$  с сульфидом калия в качестве восстановителя в различных средах. В этих реакциях продуктом окисления сульфид-иона является свободная сера. В щелочной среде молекулы  $\text{KOH}$  не принимают участие в реакции, а лишь определяют продукт восстановления перманганата калия.



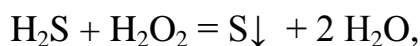
## 2) Окислительно-восстановительные реакции с участием дихромата калия

В кислой среде дихромат калия является сильным окислителем. Смесь  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  и концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (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:

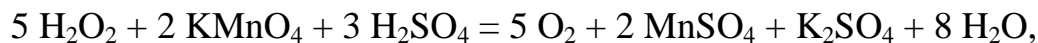


## 3) Окислительно-восстановительные реакции с участием пероксида водорода

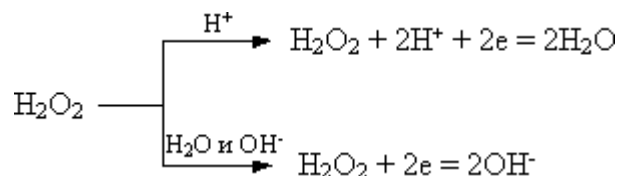
Пероксид водорода и нитрит калия проявляют преимущественно окислительные свойства:



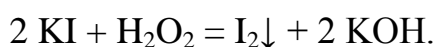
Однако, при взаимодействии с сильными окислителями (такими как, например,  $\text{KMnO}_4$ ), пероксид водорода и нитрит калия выступают в качестве восстановителей:



Пероксид водорода в зависимости от среды восстанавливается по-разному:



При этом в результате реакций образуется вода или гидроксид-ионы:



### Задания для самостоятельной работы

Расставьте коэффициенты уравнениях методом полуреакций. Укажите окислитель и восстановитель.

#### Вариант 1.

- 1)  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KBr} + \text{KBrO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2\uparrow + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{C}_3\text{H}_6 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2\downarrow + \text{C}_2\text{H}_6(\text{OH})_2 + \text{KOH}$

#### Вариант 2

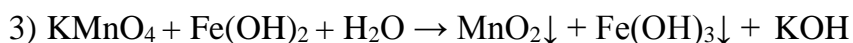
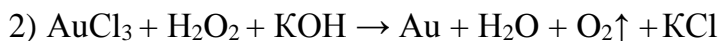
- 1)  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{S}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{S} + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}.$
- 3)  $\text{BaS} + \text{HNO}_{3(\text{конц.})} \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{S}\downarrow + \text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CH}_3(\text{CO})\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$

#### Вариант 3

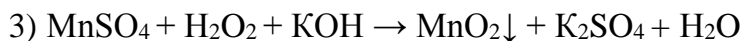
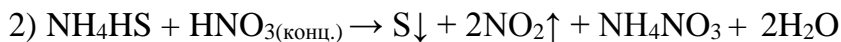
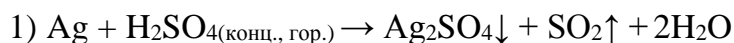
- 1)  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{NO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{CrCl}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl}$
- 4)  $\text{CH}_3\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CH}_3(\text{CO})\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{COOH}$

#### Вариант 4

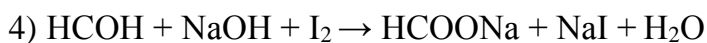
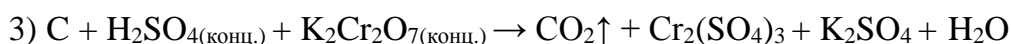
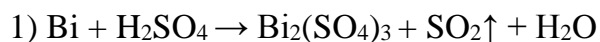
- 1)  $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц., гор.})} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{S}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$



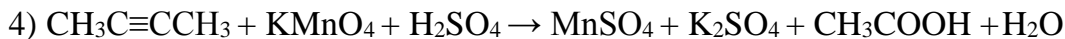
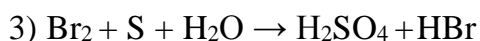
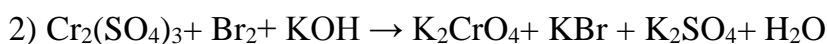
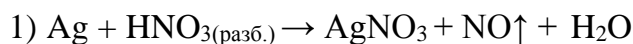
#### Вариант 5



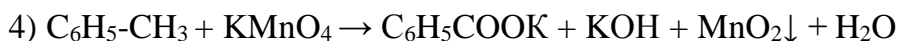
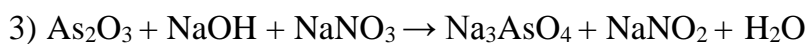
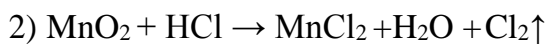
#### Вариант 6



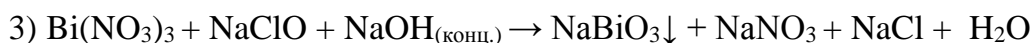
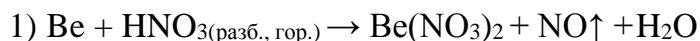
#### Вариант 7



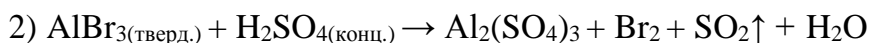
#### Вариант 8



#### Вариант -9



#### Вариант 10



### Вариант 11

- 1)  $\text{Ca} + \text{HNO}_3(\text{разб.}) \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{NH}_4\text{I}(\text{тв.}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \rightarrow \text{I}_2\downarrow + \text{H}_2\text{S}\uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{HSO}_4$
- 3)  $\text{Bi}(\text{OH})_3 + \text{KOH}(\text{конц.}) + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{KBiO}_3\downarrow + \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}(\text{CH}_3)_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$

### Вариант 12

- 1)  $\text{Ba} + \text{HNO}_3(\text{оч. разб.}) \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{Au}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow \text{Au}\downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{HBrO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{S} \rightarrow \text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$
- 4)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH} + \text{H}_2\text{O}$

### Вариант 13

- 1)  $\text{Bi} + \text{HNO}_3(\text{разб.}) \rightarrow \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{PbO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{AsH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{As}_2\text{O}_3\downarrow + \text{Ag}\downarrow + \text{HNO}_3$
- 4)  $\text{CH}_3\equiv\text{CCH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

### Вариант 14

- 1)  $\text{Cd} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow \text{Cd}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{C}_2\text{N}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCN} + \text{KCNO} + \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HI}$
- 4)  $\text{C}_4\text{H}_8 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$

### Вариант 15

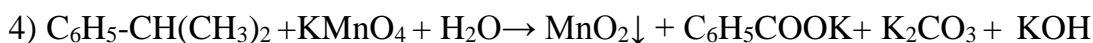
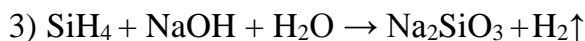
- 1)  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{AlP} + \text{HNO}_3(\text{конц., гор.}) \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$
- 4)  $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

### Вариант 16

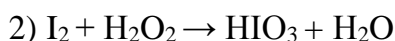
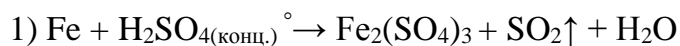
- 1)  $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CrO}_6 + \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{Si} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\uparrow$
- 4)  $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

### Вариант 17

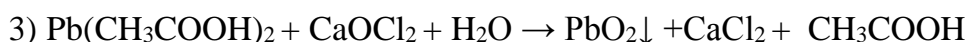
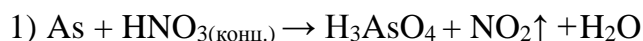
- 1)  $\text{As} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц., гор.}) \rightarrow \text{As}_2\text{O}_3\downarrow + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{B}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow \text{H}_3\text{BO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$



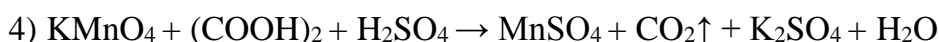
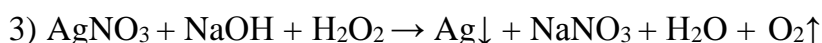
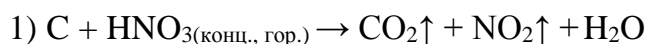
#### Вариант 18



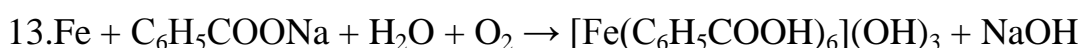
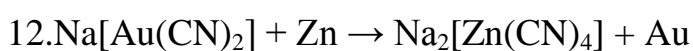
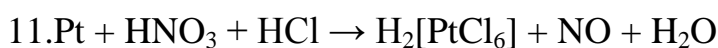
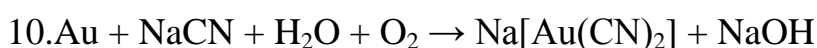
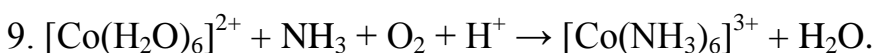
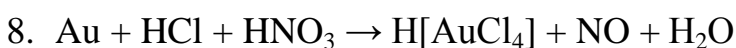
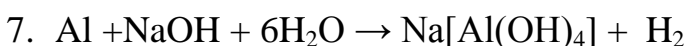
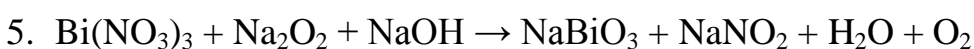
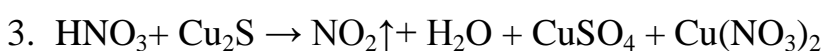
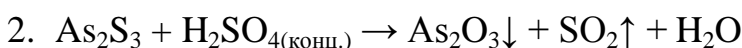
#### Вариант 19



#### Вариант 20

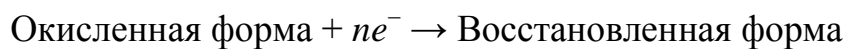


#### Дополнительные уравнения



## Направление протекания окислительно-восстановительных реакций

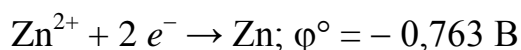
Направление протекания ОВР в водном растворе устанавливается в стандартных условиях по значениям **стандартных потенциалов**  $\varphi^\circ$  полуреакций восстановления:



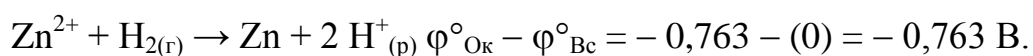
Окислительно-восстановительные реакции протекают самопроизвольно, если разность стандартных электродных потенциалов окислителя и восстановителя, или э.д.с. окислительно-восстановительной реакции  $\Delta E > 0$ .

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  $\varphi^\circ$  для окислительно-восстановительной пары, отрицательное, например

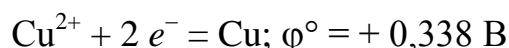


то реакция, в которой  $\text{Zn}^{2+}$  – окислитель и  $\text{H}_2$  – восстановитель, характеризуется отрицательным значением разности стандартных потенциалов соответствующих пар.

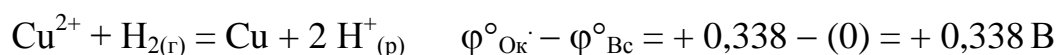


Направление ОВР определяет окислитель, у которого значение электродного потенциала больше. На практике самопроизвольно осуществляется обратный процесс:  $\text{Zn} + 2 \text{H}^+_{(\text{р})} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{H}_{2(\text{г})}$   $\varphi^\circ_{\text{Ок}} - \varphi^\circ_{\text{Вс}} = 0 - (- 0,763) = + 0,763 \text{ В}$

Для положительных значений  $\varphi^\circ$ , например пары  $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$

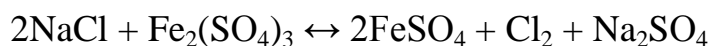


реакция



где  $2 \text{H}_{(\text{p})}^+$  – окислитель и  $\text{H}_2$  – восстановитель, характеризуется положительным значением разности потенциалов, и может протекать самопроизвольно.

**Пример 1.** Установить, в каком направлении возможно самопроизвольное протекание реакции



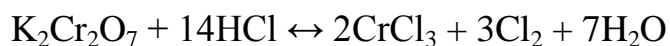
Запишем уравнения электронного баланса и стандартные электродные потенциалы электрохимических систем, участвующих в реакции :



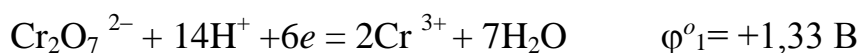
Поскольку  $\varphi_1^\circ > \varphi_2^\circ$ , то окислителем будет служить хлор, а восстановителем – ион  $\text{Fe}^{2+}$ ; рассматриваемая реакция будет протекать так:



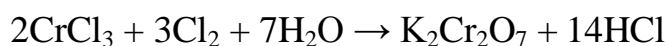
**Пример 2.** Установить, в каком направлении возможно самопроизвольное протекание реакции



Запишем уравнения электронно-ионного баланса и стандартные электродные потенциалы электрохимических систем, участвующих в реакции:



Поскольку  $\varphi_2^\circ > \varphi_1^\circ$ , то окислителем будет служить хлор, а восстановителем – бихромат-ион; рассматриваемая реакция будет протекать так::



В примере 1 стандартные электродные потенциалы взаимодействующих электрохимических систем существенно различались, так что направление протекания процесса однозначно определялось значениями  $\varphi^\circ$  при любых концентрациях реагирующих веществ. В тех случаях, когда сравниваемые



значения  $\varphi^0$  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:

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \cdot \ln \frac{[Ox]}{[Red]}$$

где  $\varphi$  – окислительно-восстановительный потенциал в данных условиях, В;

$\varphi^0$  – стандартный окислительно-восстановительный потенциал, В;

$R$  – универсальная газовая постоянная (8.314 Дж/(моль·К));

$T$  – абсолютная температура, К;

$n$  – 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

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \cdot \lg \frac{[Ox]}{[Red]}$$

**Пример 3.** Определить направление возможного самопроизвольного протекания реакции

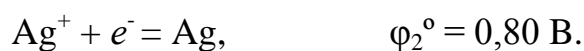


при стандартной температуре и следующих концентрациях ионов:

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:



По уравнению Нернста вычислим значения электродных потенциалов при указанных в условиях задачи концентрациях.

$$\text{а) } \varphi_1 = \varphi_1^{\circ} + 0,059/2 \cdot \lg [\text{Hg}_2^{2+}] = 0,79 + 0,030 \lg 10^{-1} = 0,79 - 0,03 = 0,76 \text{ В};$$

$$\varphi_2 = \varphi_2^{\circ} + 0,059 \cdot \lg [\text{Ag}^+] = 0,80 + 0,059 \lg 10^{-4} = 0,80 - 0,24 = 0,56 \text{ В}.$$

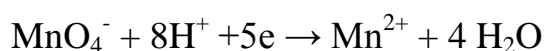
В данном случае  $\varphi_1 > \varphi_2$ , реакция будет протекать справа налево.

$$\text{б) } \varphi_1 = 0,79 + 0,030 \cdot \lg 10^{-4} = 0,79 - 0,12 = 0,67 \text{ В};$$

$$\varphi_2 = 0,80 + 0,059 \cdot \lg 10^{-1} = 0,80 - 0,06 = 0,74 \text{ В}.$$

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



окислительно-восстановительный потенциал можно вычислить по формуле

$$\varphi = \varphi^{\circ} + \frac{0,059}{5} \cdot \lg \frac{[\text{MnO}_4^-] \cdot [\text{H}^+]^8}{[\text{Mn}^{2+}]}, \text{ или}$$

$$\varphi = 1,507 + 0,012 \cdot \lg \frac{[\text{MnO}_4^-]}{[\text{Mn}^{2+}]} - 0,095 \text{pH}$$

Потенциалы процесса зависят от pH среды и будут тем больше, чем кислее раствор. Зависимость окислительного потенциала  $\text{KMnO}_4$  от концентрации ионов водорода используются 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

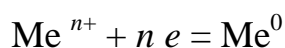
электроде создается избыток электронов, а на положительном – их недостаток. На катоде ионы (или молекулы) восстанавливаются под действием электронов, а на аноде частицы окисляются, отдавая свои электроны электроду.

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 изготавливаются из цинка, кадмия, никеля, олова, свинца, сурьмы, меди, серебра. Они принимают участие в электродных процессах.

### *Особенности катодных процессов в водных растворах*

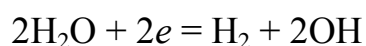
Рассмотрим процессы, которые могут протекать на катоде при электролизе водных растворов солей:

1. При электролизе к катоду будут двигаться катионы металла, которые могут разряжаться, принимая электроны и восстанавливаясь до металла, осаждающегося на электроде.



Для этого нужно приложить потенциал, соответствующий стандартному электродному потенциалу этого металла  $E^0_{\text{Me}^0/\text{Me}^{n+}}$  (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:

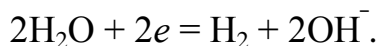


На электроде будет выделяться водород, а в прикатодном пространстве появятся гидроксид-ионы. Значение стандартного окислительно-восстановительного потенциала этого процесса  $E^0_{\text{H}_2/2\text{H}_2\text{O}} = 0,41 \text{ В}$  при  $\text{pH}=7$ . Однако, выделение на катоде газообразного водорода затрудняется из-за *перенапряжения* (см. приложение II) и требует большего потенциала: 0,83 В.

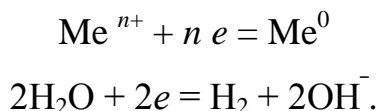
Следует иметь в виду, что из двух возможных катодных процессов наиболее вероятно будет протекать тот, который требует наименьшей затраты энергии, то есть тот процесс, у которого алгебраическая величина стандартного электродного потенциала больше.

Руководствуясь рядом значений стандартных электродных потенциалов, можно указать три случая:

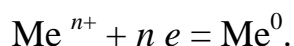
1. Катионы металлов, имеющих малую алгебраическую величину стандартного электродного потенциала (от  $\text{Li}^+$  до  $\text{Mn}^{2+}$  включительно,  $E^0_{\text{Me}^0/\text{Me}^{n+}} \leq E^0_{\text{Mn}^0/\text{Mn}^{2+}} = 1,05 \text{ В}$ ), обладают меньшей окислительной способностью, чем молекулы воды. Поэтому они не восстанавливаются на катоде, а вместо них восстанавливаются молекулы воды:



2. Катионы металлов, имеющих стандартный потенциал меньший, чем у водорода ( $E^0_{\text{H}_2/2\text{H}^+} = 0$  при  $\text{pH}=0$ ), но больший, чем у марганца ( $E^0_{\text{Me}^0/\text{Me}^{n+}} > E^0_{\text{Mn}^0/\text{Mn}^{2+}} = 1,05 \text{ В}$ ) при электролизе восстанавливаются на катоде. И эти металлы могут быть получены электролизом водных растворов их солей. Однако, при этом возможно одновременное восстановление молекул воды:



3. Катионы металлов, имеющие высокие значения электродных потенциалов ( $E^0_{\text{Me}^0/\text{Me}^{n+}} > 0$ , от  $\text{Sb}^{3+}$  до  $\text{Au}^{3+}$ ), при электролизе практически полностью восстанавливаются на катоде:



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,

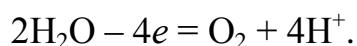
при электролизе возможно последовательное выделение металлов из раствора, содержащего смесь катионов различных металлов.

### *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:



Стандартный окислительно-восстановительный потенциал этого процесса  $E^0_{\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2} = +1,23 \text{ В}$ , 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,  $2\text{Br}^- - 2e = \text{Br}_2$  ( $E^0_{\text{Br}^-/\text{Br}_2} = +1,09 \text{ В}$ ). Большинство **анионов кислородсодержащих кислот** (например,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ), кроме ацетат-иона, в водном растворе не разряжаются. Вместо них в нейтральных и кислых растворах происходит разложение воды:  $2\text{H}_2\text{O} - 4e = \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ , а в щелочных растворах окисление гидроксид-ионов  $4\text{OH}^- - 4e = \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

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):  $\text{Me}^0 - ne = \text{Me}^{n+}$ . 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.

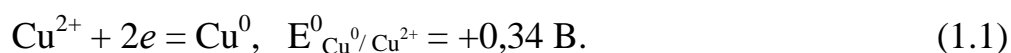
**Пример 1.** Как протекает электролиз водного раствора хлорида меди (II) с инертными угольными электродами?

1. Рассмотрим состав электролита. Для этого запишем уравнение процесса электролитической диссоциации:

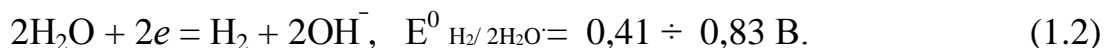


2. Определим, какие частицы будут участвовать в **катодном** процессе.

На катоде возможно восстановление ионов меди. Запишем уравнение реакции восстановления и выпишем значение стандартного электродного потенциала (см. приложение I, табл. 1):



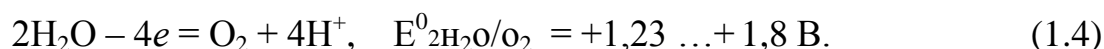
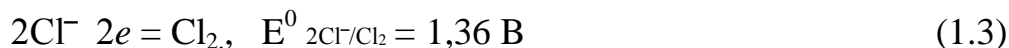
Поскольку электролизу подвергается **раствор** электролита, на катоде также возможно восстановление молекул воды:



Большой окислительной способностью обладают ионы меди (значение стандартного электродного потенциала более положительное), поэтому на катоде будет протекать процесс (1.1).

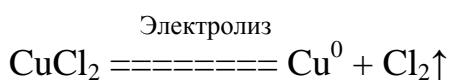
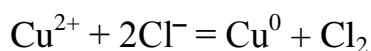
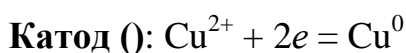
3. Определим, какие частицы будут участвовать в **анодном** процессе.

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):



Так как перенапряжение выделения кислорода велико, окисление хлорид-ионов происходит легче (сравните электродные потенциалы:  $E^0_{2\text{Cl}^-/\text{Cl}_2} = 1,36 \text{ В} \ll E^0_{2\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2} = +1,8 \text{ В}$ , потенциала разряжения молекул воды). Следовательно, на аноде будет выделяться хлор (процесс (1.3)).

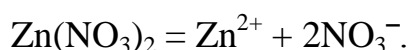
4. Составим суммарное ионное уравнение и от него перейдем к молекулярному уравнению окислительно-восстановительной реакции, протекающей при электролизе раствора хлорида меди.



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?

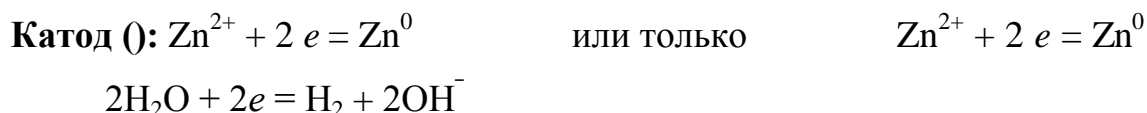
1. Рассмотрим состав электролита:



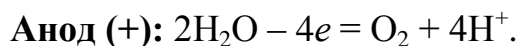


2. Определим, какие частицы будут участвовать в **катодном** процессе.

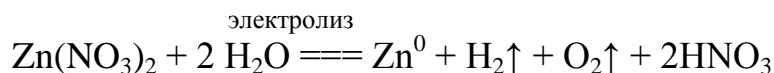
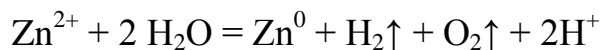
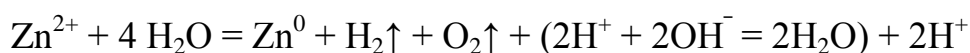
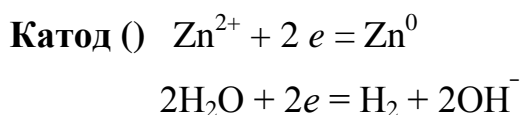
На катоде возможно восстановление ионов цинка и восстановление молекул воды. Для выбора процесса выпишем из таблицы значение стандартного электродного потенциала:  $E^0_{\text{Zn}^0/\text{Zn}^{2+}} = 0,76 \text{ В}$ . По величине  $E^0$  цинк относится к группе металлов, катионы которых участвуют в катодном процессе:  $E^0 > 1,05 \text{ В}$  (потенциала выделения марганца). Одновременно будет происходить восстановление молекул воды. Изменяя условия протекания электролиза, можно добиться преимущественного осаждения металла.



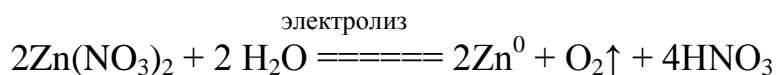
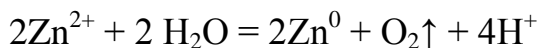
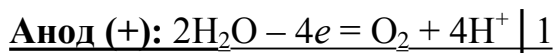
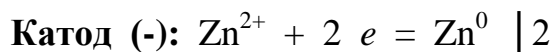
3. Определим **анодный** процесс. Электроды – инертные, следовательно, на аноде будет протекать окисление анионов кислотных остатков или молекул воды. Ион  $\text{NO}_3^-$  является анионом кислородсодержащей кислоты. Такие анионы не принимают участие в анодных процессах. Следовательно, на аноде будет протекать окисление молекул воды:



4. Запишем суммарное уравнение электролиза нитрата цинка.



или



Таким образом, путем электролиза раствора нитрата цинка можно получить цинк, кислород и вторичный продукт электролиза – азотную кислоту, которая накапливается в прианодном пространстве.

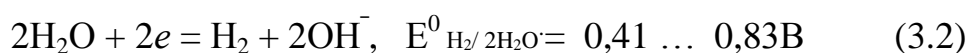
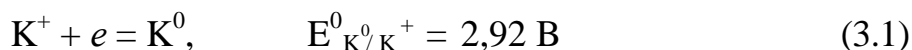
**П р и м е р 3.** Как протекает электролиз водного раствора сульфата калия с платиновыми электродами?

1. Рассмотрим состав электролита. Для этого запишем уравнение процесса электролитической диссоциации:



2. Определим, какие частицы будут участвовать в **катодном** процессе.

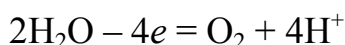
На катоде возможно протекание следующих процессов: восстановления ионов калия и восстановления молекул воды. Запишем уравнения реакции восстановления и выпишем значение стандартного электродного потенциала (см. приложение I, табл. 1)



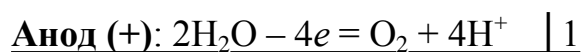
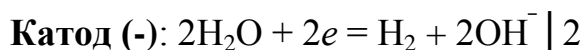
Так как  $E^0_{\text{K}^0/\text{K}^+} < E^0_{\text{H}_2/2\text{H}_2\text{O}}$ , следовательно, ионы калия более слабые окислители, поэтому на катоде будет протекать процесс (3.2).

3. Определим, какие частицы будут участвовать в **анодном** процессе.

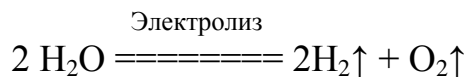
Так как анионы кислородсодержащих кислот не принимают участие в электродном процессе, на инертном платиновом аноде будет происходить окисление молекул воды.



4. Составим суммарное ионное уравнение и от него перейдем к молекулярному уравнению окислительно-восстановительной реакции, протекающей при электролизе раствора сульфата калия.



Если катодное и анодное пространства не разделены диафрагмой, то при перемешивании ионы  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$  взаимодействуют и образуют воду. Поэтому окончательное уравнение будет иметь вид:



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.

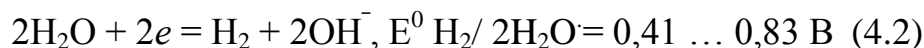
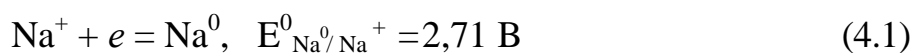
**П р и м е р 4.** Как протекает электролиз водного раствора бромида натрия с инертными иридиевыми электродами?

1. Рассмотрим состав электролита. Для этого запишем уравнение процесса электролитической диссоциации:



2. Определим, какие частицы будут участвовать в **катодном** процессе.

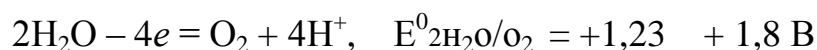
На катоде возможно протекание следующих процессов: восстановления ионов натрия и восстановления молекул воды. Запишем уравнения реакции восстановления и выпишем значение стандартного электродного потенциала (см. приложение I, табл. 1).



Так как  $E^0_{\text{Na}^0/\text{Na}^+} < E^0_{\text{H}_2/2\text{H}_2\text{O}}$ , следовательно, ионы натрия более слабые окислители, поэтому на катоде будет протекать процесс (4.2).

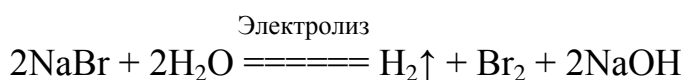
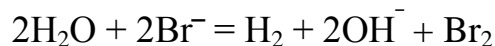
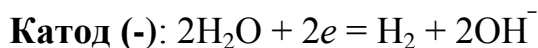
3. Определим, какие частицы будут участвовать в **анодном** процессе.

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).



Окисление бромид-ионов протекает легче, так как  $E^0_{2\text{Br}^-/\text{Br}_2} < E^0_{2\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2}$ , следовательно, на аноде будет выделяться бром.

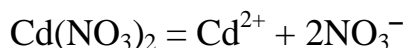
4. Составим суммарное ионное уравнение и от него перейдем к молекулярному уравнению окислительно-восстановительной реакции, протекающей при электролизе раствора бромида калия.



Таким образом, при электролизе водного раствора бромида натрия образуется водород, бром и побочный продукт электролиза – щелочь (NaOH).

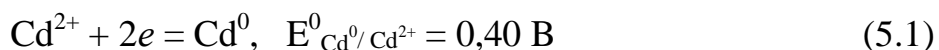
**Пример 5.** Как протекает электролиз водного раствора нитрата кадмия  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  с анодом из кадмия?

1. Рассмотрим состав электролита. Для этого запишем уравнение процесса электролитической диссоциации:

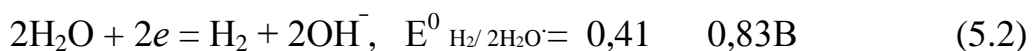


2. Определим, какие частицы будут участвовать в **катодном** процессе.

На катоде возможно восстановление ионов кадмия. Запишем уравнение реакции восстановления и выпишем значение стандартного электродного потенциала (см. приложение I, табл.1)



Поскольку электролизу подвергается раствор электролита, на катоде также возможно восстановление молекул воды

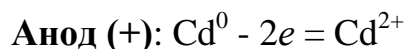
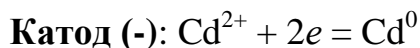


Большей окислительной способностью обладают ионы кадмия (значение стандартного электродного потенциала более положительное), поэтому на катоде будет протекать процесс (5.1).

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

$E^0_{\text{Cd}^0/\text{Cd}^{2+}} = 0,40 \text{ В} < E^0_{2\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2} = +1,23 \text{ В}$ . Следовательно, при электролизе будет происходить анодное растворение металла.

4. Запишем уравнения катодного и анодного процессов:



---


$$0 = 0$$

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.

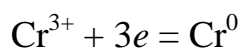
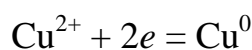
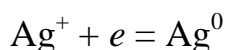
**П р и м е р 6.** В какой последовательности будут восстанавливаться ионы металлов при пропускании электрического тока через раствор, содержащий нитраты серебра, алюминия, хрома (III) и меди (II)?

Раствор этих солей содержит катионы  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$ , 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.

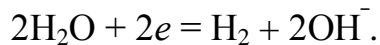
1. Выпишем из таблицы значения  $E^0_{\text{Me}^0/\text{Me}^{n+}}$  (см. приложение I, табл. 1).

$$E^0_{\text{Ag}^0/\text{Ag}^+} = +0,80 \text{ В}; E^0_{\text{Al}^0/\text{Al}^{3+}} = 1,67 \text{ В}; E^0_{\text{Cr}^0/\text{Cr}^{3+}} = 0,71 \text{ В}; E^0_{\text{Cu}^0/\text{Cu}^{2+}} = +0,34 \text{ В}.$$

2. Сравним эти величины:  $E^0_{\text{Ag}^0/\text{Ag}^+} > E^0_{\text{Cu}^0/\text{Cu}^{2+}} > E^0_{\text{Cr}^0/\text{Cr}^{3+}} > E^0_{\text{Al}^0/\text{Al}^{3+}}$ , следовательно, легче всего будут восстанавливаться катионы серебра, затем ионы меди и хрома:



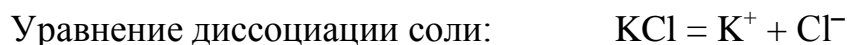
Катионы алюминия никогда не будут восстанавливаться на **катоде** при электролизе водных растворов, так как  $E^0_{\text{Al}^0/\text{Al}^{3+}} < 0,83 \text{ В}$  – потенциала, при котором восстанавливаются молекулы воды:.



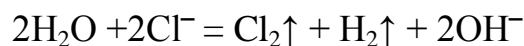
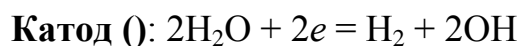
**Пример 7.** При электролизе водного раствора соли значение pH в приэлектродном пространстве одного из электродов возросло. Раствор какой соли при этом подвергался электролизу: а) KCl; б) Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>?

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.

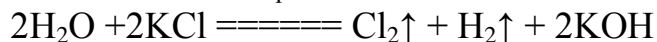
а) соль KCl



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).



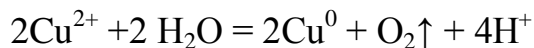
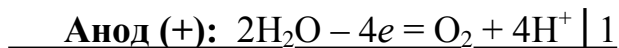
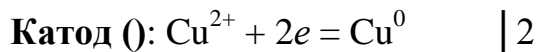
электролиз



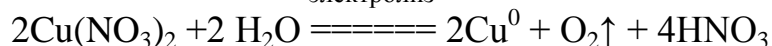
б) соль Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>



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).



электролиз



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 электролиза.

Номер варианта	Вещество	Номер варианта	Вещество	Номер варианта	Вещество
1	KMnO <sub>4</sub>	8	BeSO <sub>4</sub>	15	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
2	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	9	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	16	K <sub>2</sub> S
3	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	10	HF	17	MgCl <sub>2</sub>
4	CuCl <sub>2</sub>	11	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	18	CoBr <sub>2</sub>
5	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	12	ZnCl <sub>2</sub>	19	Bi(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>
6	K <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	13	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	20	NaHSO <sub>3</sub>
7	NiSO <sub>4</sub>	14	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>		

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 <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , KNO <sub>3</sub> , Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	11	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
2	AgNO <sub>3</sub> , Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	12	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
3	NaNO <sub>3</sub> , Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	13	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
4	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , AgNO <sub>3</sub>	14	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
5	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , LiNO <sub>3</sub> , Cr(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	15	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
6	Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , RbNO <sub>3</sub>	16	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , CsNO <sub>3</sub> , Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
7	Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , La(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	17	Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Cr(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>

8	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2, \text{Mn}(\text{NO}_3)_2, \text{Cd}(\text{NO}_3)_2$	18	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2, \text{Mg}(\text{NO}_3)_2, \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
9	$\text{Sn}(\text{NO}_3)_2, \text{AgNO}_3, \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	19	$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3, \text{Fe}(\text{NO}_3)_2, \text{Al}(\text{NO}_3)_3$
10	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2, \text{Al}(\text{NO}_3)_3, \text{TlNO}_3$	20	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2, \text{Mg}(\text{NO}_3)_2, \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

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.

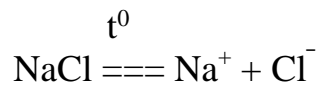
Номер варианта	Соли	Номер варианта	Соли
1	a) $\text{NaCl}$ ; б) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	11	a) $\text{K}_2\text{S}$ ; б) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
2	a) $\text{CuCl}_2$ ; б) $\text{AgNO}_3$	12	a) $\text{LiCl}$ ; б) $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$
3	a) $\text{KCl}$ ; б) $\text{CuSO}_4$	13	a) $\text{NaBr}$ ; б) $\text{CoSO}_4$
4	a) $\text{AlCl}_3$ ; б) $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$	14	a) $\text{Na}_2\text{S}$ ; б) $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$
5	a) $\text{KI}$ ; б) $\text{BeSO}_4$	15	a) $\text{CaCl}_2$ ; б) $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$
6	a) $\text{NaI}$ ; б) $\text{NaNO}_3$	16	a) $\text{NaHS}$ ; б) $\text{NiSO}_4$
7	a) $\text{KBr}$ ; б) $\text{CuSO}_4$	17	a) $\text{KI}$ ; б) $\text{KF}$
8	a) $\text{KF}$ ; б) $\text{CuCl}_2$	18	a) $\text{KCl}$ ; б) $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$
9	a) $\text{NaCl}$ ; б) $\text{AgNO}_3$	19	a) $\text{NaBr}$ ; б) $\text{NaF}$
10	a) $\text{NiCl}_2$ ; б) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$	20	a) $\text{MgCl}_2$ ; б) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$



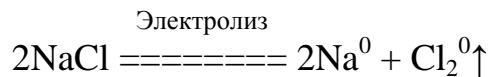
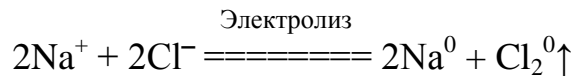
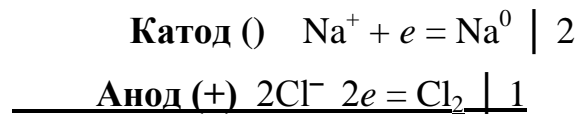
## Электролиз расплавов электролитов

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.



При электролизе расплава на катоде будет происходить процесс восстановления ионов  $\text{Na}^+$ , а на аноде – процесс окисления ионов  $\text{Cl}^-$ . При сложении уравнений двух электродных процессов получается суммарное уравнение окислительно-восстановительной реакции, протекающей при электролизе расплава  $\text{NaCl}$ .

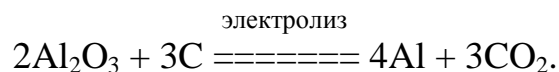


Таким образом, при электролизе расплава хлорида натрия получается металлический натрий и хлор. Если применять растворимый электрод, то и в расплавах может происходить анодное растворение металла.

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  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  ( $n=1,2,3$ ) в смеси с криолитом  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ . Алюминий восстанавливается на катоде, а анод, изготовленный из угля, окисляется до

углекислого газа, то есть в целом под действием электрического тока происходит реакция:



## 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 ( $\approx 96500$  Кл/моль). Именно такое количество электричества необходимо, чтобы восстановить  $N_A$  (число Авогадро)  $= 6,02 \cdot 10^{23}$  однозарядных ионов. **Молярная масса эквивалента**  $M_{\text{Э}}$  (г/моль) равна атомной массе элемента, деленной на величину заряда иона в соединении. **Электрохимическим эквивалентом** вещества называют величину  $E = M_{\text{Э}}/F$ . Данная величина характеризует массу вещества, окисляющегося или восстанавливающегося на электродах при прохождении через электролит 1 Кл электричества.

Законы Фарадея можно объединить в следующей формуле:

$$m = \frac{M_{\text{Э}} \cdot Q}{F} \quad \text{или} \quad m = \frac{M_{\text{Э}} \cdot I \cdot t}{F},$$

где  $m$  – масса вещества, выделившегося на электроде, г;

$M_{\text{Э}}$  – 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 .

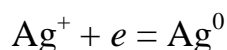
Следует учитывать, что при практическом проведении электролиза возможно протекание побочных процессов, например: взаимодействие образовавшегося вещества с электродом или электролитом, выделение наряду с металлом водорода и др., поэтому действительный расход количества электричества обычно превышает его количество, рассчитанное по законам Фарадея. В связи с этим введено понятие «выход по току» ( $A_m$ , % или  $\eta$ , %). Это отношение массы действительно получаемого вещества ( $m_{\text{эксн.}}$ ) к массе, теоретически вычисленной, то есть  $A_m = (m_{\text{эксн.}} / m_{\text{теор}}) \cdot 100 \%$ ,

$$A_T = \frac{m_{\text{эксн.}} \cdot 96500}{M_0 \cdot I \cdot t} \cdot 100 \%$$

#### *Пример решения задачи*

Через раствор  $\text{AgNO}_3$  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.



Записываем математическое выражение закона Фарадея:

$$m = \frac{M_0 \cdot I \cdot t}{F}$$

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.

$$M_0 = A(\text{Ag}) / 1 = 107,87 \text{ г/моль}$$

Определяем массу серебра, которое теоретически должно выделиться на катоде. Используем значение числа Фарадея, выраженное в А · ч / моль.

$$m_{\text{Ag}}^{\text{теор.}} = 107,87 \cdot 5 \cdot 0,25 / 26,8 = 5,03 \text{ г}$$

Считаем выход по току:  $A_m = (m_{\text{Ag}}^{\text{эксп.}} / m_{\text{Ag}}^{\text{теор.}}) \cdot 100 \% = (5,01/5,03) \cdot 100 \% = 99,6 \%$ . 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<sub>4</sub> тока силой 2 А масса катода увеличилась на 2,4 г. Рассчитайте время электролиза и объём 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 12,7 г. Вычислите объем газа (н.у.), выделившегося на аноде.
11. При электролизе водного раствора нитрата серебра (I) на аноде выделилось 13,44 л 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 300 мл 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 89,6 л (н.у.).
19. При электролизе 16 г 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 1,07 г 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 изготавливается 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 *шлак*), 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

*Каранетьяниц 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.



Таблица растворимости веществ.											
Катионы	Анионы										
	ОН <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
H <sup>+</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	-	Н	Р	Р
Na <sup>+</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
K <sup>+</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Mg <sup>2+</sup>	Н	РК	Р	Р	Р	М	Р	Н	РК	Р	РК
Ca <sup>2+</sup>	М	НК	Р	Р	Р	М	Р	Н	РК	М	РК
Sr <sup>2+</sup>	М	НК	Р	Р	Р	Р	Р	Н	РК	РК	РК
Ba <sup>2+</sup>	Р	РК	Р	Р	Р	Р	Р	Н	РК	НК	РК
Sn <sup>2+</sup>	Н	Р	Р	Р	М	РК	Р	Н	Н	Р	Н
Pb <sup>2+</sup>	Н	Н	М	М	М	РК	Р	Н	Н	Н	Н
Al <sup>3+</sup>	Н	М	Р	Р	Р	Г	Р	Г	НК	Р	РК
Cr <sup>3+</sup>	Н	Р	Р	Р	Р	Г	Р	Г	Н	Р	РК
Mn <sup>2+</sup>	Н	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Н	Н	Р	Н
Fe <sup>2+</sup>	Н	М	Р	Р	Р	Н	Р	Н	Н	Р	Н
Fe <sup>3+</sup>	Н	Р	Р	Р	-	-	Р	Г	Н	Р	РК
Co <sup>2+</sup>	Н	М	Р	Р	Р	Н	Р	Н	Н	Р	Н
Ni <sup>2+</sup>	Н	М	Р	Р	Р	РК	Р	Н	Н	Р	Н
Cu <sup>2+</sup>	Н	М	Р	Р	-	Н	Р	Г	Н	Р	Н
Zn <sup>2+</sup>	Н	М	Р	Р	Р	РК	Р	Н	Н	Р	Н
Cd <sup>2+</sup>	Н	Р	Р	Р	Р	РК	Р	Н	Н	Р	Н
Hg <sup>2+</sup>	Н	Р	Р	М	НК	НК	Р	Н	Н	Р	Н
Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	Н	Р	НК	НК	НК	РК	Р	Н	Н	М	Н
Ag <sup>+</sup>	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 гидролизуетеся при растворении и не существует в контакте с водой

## Приложение 2

### СТАНДАРТНЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ

Элемент	Реакция	E <sup>0</sup>	Элемент	Реакция	E <sup>0</sup>	
Ag	$\alpha - \text{Ag}_2\text{S} + 2\bar{\text{e}} = 2\text{Ag} + \text{S}^{2-}$	-0,70	B	$\text{BF}_4^- + 3\text{e} = \text{B} + 4\text{F}^-$	-1,04	
	$\text{Ag}(\text{CN})_2 + \bar{\text{e}} = \text{Ag} + 2\text{CN}^-$	-0,29		$\text{H}_3\text{BO}_3 + 3\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{B} + 3\text{H}_2\text{O}$	-0,869	
	$\text{AgI} + \bar{\text{e}} = \text{Ag} + \text{I}^-$	-0,152		$\text{BO}_3^{3-} + 6\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{B} + 3\text{H}_2\text{O}$	-0,165	
	$\text{AgCN} + \bar{\text{e}} = \text{Ag} + \text{CN}^-$	-0,04	Ba	$\text{Ba}^{2+} + 2\text{e} = \text{Ba}$	-2,905	
	$\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-} + \bar{\text{e}} = \text{Ag} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	0,01	Be	$\text{Be}^{2+} + 2\text{e} = \text{Be}$	-1,847	
	$\text{AgBr} + \bar{\text{e}} = \text{Ag} + \text{Br}^-$	0,071		$\text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Be} + 2\text{H}_2\text{O}$	-1,820	
	$\text{AgCl} + \bar{\text{e}} = \text{Ag} + \text{Cl}^-$	0,222		$\text{BeO}_2^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Be} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,909	
	$\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{\text{e}} = 2\text{Ag} + 2\text{OH}^-$	0,344	Bi	$\text{Bi}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e} = 2\text{Bi} + 6\text{OH}^-$	-0,46	
	$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + \bar{\text{e}} = \text{Ag} + 2\text{NH}_3$	0,373		$\text{BiOCl} + 2\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{Bi} + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$	0,16	
	$\text{Ag}_2\text{CrO}_4 + 2\bar{\text{e}} = 2\text{Ag} + \text{CrO}_4^{2-}$	0,446		$\text{Bi}^{3+} + 3\text{e} = \text{Bi}$	0,215	
	$\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\bar{\text{e}} = 2\text{Ag} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	0,472		$\text{BiO}^+ + 2\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{Bi} + \text{H}_2\text{O}$	0,32	
	$\text{AgBrO}_3 + \bar{\text{e}} = \text{Ag} + \text{BrO}_3^-$	0,55		$\text{Bi}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ + 6\text{e} = 2\text{Bi} + 3\text{H}_2\text{O}$	0,371	
	$2\text{AgO} + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{\text{e}} = \text{Ag}_2\text{O} + 2\text{OH}^-$	0,60		$\text{NaBiO}_3(\text{r}) + 6\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Bi}^{3+} + \text{Na}^+ + 3\text{H}_2\text{O}$	1,6 - 1,808	
	$\text{Ag}^+ + \bar{\text{e}} = \text{Ag}$	0,799		Br	$2\text{BrO}^- + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Br}_2 + 4\text{OH}^-$	0,45
	$\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{H}^+ + 2\bar{\text{e}} = 2\text{Ag} + \text{H}_2\text{O}$	1,173	$2\text{BrO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O} + 10\text{e} = \text{Br}_2 + 12\text{OH}^-$		0,50	
	$2\text{AgO} + 2\text{H}^+ + 2\bar{\text{e}} = \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$	1,398	$\text{BrO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} = \text{BrO}^- + 4\text{OH}^-$		0,54	
	Al	$\text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\bar{\text{e}} = \text{Al} + 4\text{OH}^-$	-2,35		$\text{BrO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e} = \text{Br}^- + 6\text{OH}^-$	0,61
		$\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\bar{\text{e}} = \text{Al} + 3\text{OH}^-$	-2,31		$\text{BrO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Br}^- + 2\text{OH}^-$	0,76
$\text{AlF}_6^{3-} + 3\bar{\text{e}} = \text{Al} + 6\text{F}^-$		-2,07	$\text{Br}_3^- + 2\text{e} = 3\text{Br}^-$		1,05	
$\text{Al}^{3+} + 3\text{e} = \text{Al}$		-1,663	$\text{Br}_2(\text{ж}) + 2\text{e} = 2\text{Br}^-$	1,065		
$\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{Al} + 3\text{H}_2\text{O}$		-1,471	$\text{BrO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{Br}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	1,44		
$\text{AlO}_2^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{Al} + 2\text{H}_2\text{O}$		-1,262	$2\text{BrO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\text{e} = \text{Br}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	1,52		
As	$\text{As} + 3\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{AsH}_3$	-0,60	$2\text{HBrO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	1,59		
	$\text{HAsO}_2 + 3\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{As} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,248	C	$\text{HCOO}^- + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{HCHO} + 3\text{OH}^-$	-1,07	
	$\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{HAsO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	0,559		$2\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	-0,49	
	$\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	0,58		$\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{HCOOH}$	-0,20	
Au	$\text{Au}(\text{CN})_2 + \bar{\text{e}} = \text{Au} + 2\text{CN}^-$	-0,61		$\text{C}(\text{графит}) + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{CH}_4$	-0,132	
	$\text{AuBr}_4^- + 2\text{e} = \text{AuBr}_2^- + 2\text{Br}^-$	0,802		$\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$	-0,12	
	$\text{AuCl}_4^- + 2\text{e} = \text{AuCl}_2^- + 2\text{Cl}^-$	0,926		$\text{HCOOH} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{HCHO} + \text{H}_2\text{O}$	-0,01	
	$\text{AuBr}_2 + \bar{\text{e}} = \text{Au} + 2\text{Br}^-$	0,959		$\text{HCOOH} + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$	0,145	
	$\text{AuCl}_2 + 2\bar{\text{e}} = \text{Au} + 2\text{Cl}^-$	1,15		$\text{HCOO}^- + 3\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{HCHO} + \text{H}_2\text{O}$	0,167	
	$\text{Au}^{3+} + 2\text{e} = \text{Au}^+$	1,401		$\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	0,19	
	$\text{Au}^{3+} + 3\text{e} = \text{Au}$	1,498		$\text{CO}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{HCHO} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,197	
	$\text{Au}^+ + 3\text{e} = \text{Au}$	1,692		$\text{HCOO}^- + 5\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$	0,199	
Элемент	Реакция	E <sup>0</sup>		Элемент	Реакция	E <sup>0</sup>

C	$\text{CO}_3^{2-} + 8\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{CH}_3\text{OH} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,209	Co	$\text{Co}(\text{OH})_2 + 2\text{e} = \text{Co} + 2\text{OH}^-$	-0,73
	$\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O}$	0,227		$\text{CoCO}_3 + 2\text{e} = \text{Co} + \text{CO}_3^{2-}$	-0,64
	$\text{HCHO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{CH}_3\text{OH}$	0,232		$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+} + 2\text{e} = \text{Co} + 6\text{NH}_3$	-0,42
	$2\text{CO}_3^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,441		$\text{Co}^{2+} + 2\text{e} = \text{Co}$	-0,277
	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{C}_2\text{H}_6 + \text{H}_2\text{O}$	0,46		$\text{Co}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Co} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,095
	$\text{CO}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{C}(\text{графит}) + 3\text{H}_2\text{O}$	0,475		$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+} + \text{e} = \text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+}$	0,1
	$\text{CO} + 6\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$	0,497		$\text{CoO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Co} + \text{H}_2\text{O}$	0,166
	$\text{CH}_3\text{OH} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$	0,59		$\text{Co}(\text{OH})_3 + \text{e} = \text{Co}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	0,17
Ca	$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e} = \text{Ca}$	-2,866		$\text{Co}^{3+} + 3\text{e} = \text{Co}$	0,33
Cd	$\text{CdS} + 2\text{e} = \text{Cd} + \text{S}^{2-}$	-1,175	Cr	$\text{Co}^{3+} + \text{e} = \text{Co}^{2+}$	1,38 - 1,842
	$\text{Cd}(\text{CN})_4^{2-} + 2\text{e} = \text{Cd} + 4\text{CN}^-$	-1,09		$\text{Cr}(\text{OH})_2 + 2\text{e} = \text{Cr} + 2\text{OH}^-$	-1,4
	$\text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{e} = \text{Cd} + 2\text{OH}^-$	-0,81		$\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{e} = \text{Cr} + 3\text{OH}^-$	-1,3
	$\text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{2+} + 2\text{e} = \text{Cd} + 4\text{NH}_3$	-0,61		$\text{CrO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e} = \text{Cr} + 4\text{OH}^-$	-1,2
	$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e} = \text{Cd}$	-0,403		$\text{Cr}^{2+} + 2\text{e} = \text{Cr}$	-0,913
	$\text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Cd} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,005		$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e} = \text{Cr}$	-0,744
Ce	$\text{CdO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Cd} + \text{H}_2\text{O}$	0,063	$\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{Cr} + 3\text{H}_2\text{O}$	-0,654	
	$\text{Ce}^{3+} + 3\text{e} = \text{Ce}$	-2,48	$\text{Cr}^{3+} + \text{e} = \text{Cr}^{2+}$	-0,407	
	$\text{Ce}^{4+} + \text{e} = \text{Ce}^{3+}$ (1M $\text{H}_2\text{SO}_4$ )	1,44	$\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{e} = \text{Cr}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$	-0,13	
	$\text{Ce}^{4+} + \text{e} = \text{Ce}^{3+}$ (1M $\text{HNO}_3$ )	1,61	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 12\text{e} = 2\text{Cr} + 7\text{H}_2\text{O}$	0,294	
	$\text{Ce}^{4+} + \text{e} = \text{Ce}^{3+}$ (1M $\text{HClO}_4$ )	1,70	$\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{Cr} + 4\text{H}_2\text{O}$	0,366	
	$\text{Ce}^{4+} + \text{e} = \text{Ce}^{3+}$	1,77	$\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{CrO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	0,945	
Cl	$\text{ClO}_4^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{ClO}_3^- + 2\text{OH}^-$	0,36	$\text{CrO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{e} = \text{Cr}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1,188	
	$2\text{ClO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Cl}_2 + 4\text{OH}^-$	0,40	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e} = 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	1,333	
	$\text{ClO}_4^- + \text{H}_2\text{O} + 8\text{e} = \text{Cl}^- + 8\text{OH}^-$	0,56	$\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{Cr}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$	1,477	
	$\text{ClO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e} = \text{Cl}^- + 6\text{OH}^-$	0,63	Cs	$\text{Cs}^+ + \text{e} = \text{Cs}$	-2,923
	$\text{ClO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 5\text{e} = \text{Cl}^- + 4\text{OH}^-$	0,85	Cu	$\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{e} = 2\text{Cu} + \text{S}^{2-}$	-0,89
	$\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$	0,88		$\text{CuS} + 2\text{e} = \text{Cu} + \text{S}^{2-}$	-0,71
	$\text{ClO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{e} = \text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	1,15		$\text{Cu}(\text{CN})_2^- + \text{e} = \text{Cu} + 2\text{CN}^-$	-0,43
	$\text{ClO}_4^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	1,189		$\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = 2\text{Cu} + 2\text{OH}^-$	-0,36
	$\text{ClO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}$	1,351		$\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{e} = \text{Cu} + 2\text{OH}^-$	-0,22
	$\text{Cl}_2 + 2\text{e} = 2\text{Cl}^-$	1,3595		$\text{CuI} + \text{e} = \text{Cu} + \text{I}^-$	-0,185
	$\text{ClO}_4^- + 8\text{H}^+ + 8\text{e} = \text{Cl}^- + 4\text{H}_2\text{O}$	1,38		$\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^+ + \text{e} = \text{Cu} + 2\text{NH}_3$	-0,12
	$2\text{ClO}_4^- + 16\text{H}^+ + 14\text{e} = \text{Cl}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$	1,39		$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} + 2\text{e} = \text{Cu} + 4\text{NH}_3$	-0,07
	$\text{ClO}_2 + 5\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{HCl} + 2\text{H}_2\text{O}$	1,436		$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} + 2\text{e} = \text{Cu}(\text{NH}_3)_2^+ + 2\text{NH}_3$	-0,01
	$\text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	1,451		$\text{CuI}_2^- + \text{e} = \text{Cu} + 2\text{I}^-$	0,00
	$2\text{ClO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\text{e} = \text{Cl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	1,47		$\text{CuBr} + \text{e} = \text{Cu} + \text{Br}^-$	0,03
	$\text{HClO} + \text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$	1,494		$\text{CuCl} + \text{e} = \text{Cu} + \text{Cl}^-$	0,137
	$\text{ClO}_2 + 4\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$	1,51		$\text{Cu}^{2+} + \text{e} = \text{Cu}^+$	0,153
	$2\text{ClO}_2 + 8\text{H}^+ + 8\text{e} = \text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	1,549		$\text{CuCl}_2^- + \text{e} = \text{Cu} + 2\text{Cl}^-$	0,177
	$\text{HClO}_2 + 3\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$	1,57		$2\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+$	0,203
	$2\text{HClO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	1,63		$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e} = \text{Cu}$	0,345
$2\text{HClO}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	1,64	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{e} = \text{CuCl}_2^-$		0,463	
Co	$\beta\text{-CoS} + 2\text{e} = \text{Co} + \text{S}^{2-}$	-1,07		$\text{Cu}^+ + \text{e} = \text{Cu}$	0,520
	$\alpha\text{-CoS} + 2\text{e} = \text{Co} + \text{S}^{2-}$	-0,90		$\text{Cu}^{2+} + \text{Cl}^- + \text{e} = \text{CuCl}$	0,538
Cu	$\text{CuO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$	0,570	Hg	$\text{HgBr}_4^{2-} + 2\text{e} = \text{Hg} + 4\text{Br}^-$	0,21

	$\text{Cu(OH)}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Cu} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,609		$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{K}^+ + 2\text{e} = 2\text{Hg} + 2\text{KCl (ТВ)}$	0,2415	
	$\text{Cu}^{2+} + \text{Br}^- + \text{e} = \text{CuBr}$	0,640		$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{e} = 2\text{Hg} + 2\text{Cl}^-$	0,268	
	$2\text{CuO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$	0,669		$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{e} = 2\text{Hg} + 2\text{Cl}^- (1\text{M KCl})$	0,28	
	$\text{Cu}^{2+} + \text{I}^- + \text{e} = \text{CuI}$	0,86		$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{e} = 2\text{Hg} + 2\text{Cl}^- (0,1\text{M KCl})$	0,334	
	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{CN}^- + \text{e} = \text{Cu(CN)}_2$	1,12		$\text{HgCl}_4^{2-} + 2\text{e} = \text{Hg} + 4\text{Cl}^-$	0,48	
Dy	$\text{Dy}^{3+} + 3\text{e} = \text{Dy}$	-2,353		$\text{Hg}_2\text{SO}_4 + 2\text{e} = 2\text{Hg} + \text{SO}_4^{2-}$	0,6151	
Eu	$\text{Eu}^{2+} + 2\text{e} = \text{Eu}$	-3,395		$\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{e} = 2\text{Hg}$	0,788	
	$\text{Eu}^{3+} + \text{e} = \text{Eu}^{2+}$	-0,429		$\text{Hg}^{2+} + 2\text{e} = \text{Hg}$	0,850	
F	$\text{F}_2\text{O} + 2\text{H}^+ + 4\text{e} = 2\text{F}^- + \text{H}_2\text{O}$	2,1		$2\text{Hg}^{2+} + 2\text{e} = \text{Hg}_2^{2+}$	0,920	
	$\text{F}_2 + 2\text{e} = 2\text{F}^-$	2,87		$\text{HgO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Hg} + \text{H}_2\text{O}$	0,926	
Fe	$\text{FeS} + 2\text{e} = \text{Fe} + \text{S}^{2-}$	-0,95	Ho	$\text{Ho}^{3+} + 3\text{e} = \text{Ho}$	-2,319	
	$\text{Fe(OH)}_2 + 2\text{e} = \text{Fe} + 2\text{OH}^-$	-0,877	I	$\text{IO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} = \text{IO}^- + 4\text{OH}^-$	0,14	
	$\text{FeCO}_3 + 2\text{e} = \text{Fe} + \text{CO}_3^{2-}$	-0,756		$2\text{IO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O} + 10\text{e} = \text{I}_2 + 12\text{OH}^-$	0,21	
	$\text{Fe(OH)}_3 + \text{e} = \text{Fe(OH)}_2 + \text{OH}^-$	-0,56		$\text{IO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e} = \text{I}^- + 6\text{OH}^-$	0,25	
	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e} = \text{Fe}$	-0,440		$2\text{IO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{I}_2 + 4\text{OH}^-$	0,45	
	$\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ + 8\text{e} = 3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}$	-0,085		$\text{IO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{I}^- + 2\text{OH}^-$	0,49	
	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = 2\text{Fe(OH)}_2$	-0,057		$\text{I}_2 + 2\text{e} = 2\text{I}^-$	0,536	
	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ + 6\text{e} = 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$	-0,051		$\text{I}_3^- + 2\text{e} = 3\text{I}^-$	0,545	
	$\text{Fe(OH)}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Fe} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,047		$\text{IO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} = \text{IO}^- + 4\text{OH}^-$	0,56	
	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{e} = \text{Fe}$	-0,037		$\text{HIO} + \text{H}^+ + 2\text{e} = \text{I}^- + \text{H}_2\text{O}$	0,99	
	$\text{Fe(OH)}_3 + 3\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$	0,059		$2\text{ICl}_2^- + 2\text{e} = \text{I}_2 + 4\text{Cl}^-$	1,06	
	$\text{Fe(OH)}_3 + \text{H}^+ + \text{e} = \text{Fe(OH)}_2 + \text{H}_2\text{O}$	0,271		$\text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	1,085	
	$\text{Fe(CN)}_6^{3+} + \text{e} = \text{Fe(CN)}_6^{4-}$	0,356		$\text{IO}_3^- + 5\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{HIO} + 2\text{H}_2\text{O}$	1,14	
	$\text{Fe}^{3+} + \text{e} = \text{Fe}^{2+} (1\text{M H}_2\text{SO}_4)$	0,68		$2\text{IO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\text{e} = \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	1,19	
	$\text{Fe}^{3+} + \text{e} = \text{Fe}^{2+} (1\text{M HCl})$	0,70		$2\text{HIO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	1,45	
	$\text{Fe(CN)}_6^{3+} + \text{e} = \text{Fe(CN)}_6^{4-} (1\text{M HCl})$	0,71		$\text{H}_3\text{IO}_6 + \text{H}^+ + 2\text{e} = \text{IO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$	1,60	
	$\text{Fe}^{3+} + \text{e} = \text{Fe}^{2+}$	0,771		Ir	$\text{IrO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{Ir} + \text{H}_2\text{O}$	0,93
	$\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ + 2\text{e} = 3\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	0,980			$\text{Ir}^{3+} + 3\text{e} = \text{Ir}$	1,15
Ga	$\text{Ga}^{3+} + 3\text{e} = \text{Ga}$	-0,53	K	$\text{K}^+ + \text{e} = \text{K}$	-2,924	
Gd	$\text{Gd}^{3+} + 3\text{e} = \text{Gd}$	-2,397	La	$\text{La}^{3+} + 3\text{e} = \text{La}$	-2,522	
Ge	$\text{H}_2\text{GeO}_3 + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Ge}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$	-0,363	Li	$\text{Li}^+ + \text{e} = \text{Li}$	-3,045	
	$\text{GeO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{Ge} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,15	Mg	$\text{Mg(OH)}_2 + 2\text{e} = \text{Mg} + 2\text{OH}^-$	-2,69	
	$\text{H}_2\text{GeO}_3 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{Ge} + 3\text{H}_2\text{O}$	-0,13		$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e} = \text{Mg}$	-2,363	
	$\text{Ge}^{2+} + 2\text{e} = \text{Ge}$	0,000		$\text{Mg(OH)}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O}$	-1,862	
H	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	-0,828	Mn	$\text{MnCO}_3 + 2\text{e} = \text{Mn} + \text{CO}_3^{2-}$	-1,48	
	$2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2$	0,0000		$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e} = \text{Mn}$	-1,18	
	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = 2\text{H}_2\text{O}$	1,776		$\text{Mn(OH)}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Mn} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,727	
Hf	$\text{Hf}^{4+} + 4\text{e} = \text{Hf}$	-1,70		$\text{MnO}_4^- + \text{e} = \text{MnO}_4^{2-}$	0,564	
	$\text{HfO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{Hf} + 2\text{H}_2\text{O}$	-1,57		$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e} = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	0,60	
Hg	$\text{HgS} + 2\text{e} = \text{Hg} + \text{S}^{2-}$	-0,69		$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1,228	
	$\text{Hg(CN)}_4^{2-} + 2\text{e} = \text{Hg} + 4\text{CN}^-$	-0,37		$\text{Mn}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ + 2\text{e} = 2\text{Mn}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$	1,443	
	$\text{Hg}_2\text{I}_2 + 2\text{e} = 2\text{Hg} + 2\text{I}^-$	-0,041		$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	1,507	
	$\text{HgI}_4^{2-} + 2\text{e} = \text{Hg} + 4\text{I}^-$	-0,04		$\text{Mn}^{3+} + \text{e} = \text{Mn}^{2+} (8\text{M H}_2\text{SO}_4)$	1,509	
	$\text{HgO(красная)} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Hg} + 2\text{OH}^-$	0,098		$\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	1,692	
	$\text{Hg}_2\text{Br}_2 + 2\text{e} = 2\text{Hg} + 2\text{Br}^-$	0,140		$\text{MnO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2,257	
Mo	$\text{H}_2\text{MoO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{MoO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	-1,091	Nd	$\text{Nd}^{3+} + 3\text{e} = \text{Nd}$	-2,431	

	$\text{MoO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 6\text{e} = \text{Mo} + 8\text{OH}^-$	-1,05	Ni	$\gamma\text{-NiS} + 2\text{e} = \text{Ni} + \text{S}^{2-}$	-1,04
	$\text{Mo}^{3+} + 3\text{e} = \text{Mo}$	-0,200		$\alpha\text{-NiS} + 2\text{e} = \text{Ni} + \text{S}^{2-}$	-0,83
	$\text{MoO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{Mo} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,072		$\text{Ni}(\text{OH})_2 + 2\text{e} = \text{Ni} + 2\text{OH}^-$	-0,72
	$\text{MoO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{Mo} + 4\text{H}_2\text{O}$	0,154		$\text{Ni}(\text{NH}_3)_6^{2+} + 2\text{e} = \text{Ni} + 6\text{NH}_3$	-0,49
	$\text{MoO}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{MoO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	0,320		$\text{NiCO}_3 + 2\text{e} = \text{Ni} + \text{CO}_3^{2-}$	-0,45
	$\text{MoO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{MoO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	0,606		$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e} = \text{Ni}$	-0,25
N	$3\text{N}_2 + 2\bar{\text{e}} = 2\text{N}_3^-$	-3,4	O	$\text{Ni}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Ni} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,110
	$3\text{N}_2 + 2\text{H}^+ + 2\bar{\text{e}} = 2\text{HN}_3$	-3,1		$\text{NiO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Ni} + \text{H}_2\text{O}$	0,116
	$\text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\bar{\text{e}} = 2\text{NH}_2\text{OH} + 2\text{OH}^-$	-3,04		$\text{NiO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Ni}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1,68
	$\text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 4\bar{\text{e}} = \text{N}_2\text{H}_4 + 4\text{OH}^-$	-1,16		$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} = 4\text{OH}^-$	0,401
	$\text{N}_2 + 8\text{H}_2\text{O} + 6\bar{\text{e}} = 2\text{NH}_4\text{OH} + 6\text{OH}^-$	-0,74		$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2\text{O}_2$	0,682
	$\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \bar{\text{e}} = \text{NO} + 2\text{OH}^-$	-0,46		$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{e} = 2\text{OH}^-$	0,88
	$\text{NO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\bar{\text{e}} = \text{NH}_4\text{OH} + 7\text{OH}^-$	-0,15		$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = 2\text{H}_2\text{O}$	1,229
	$\text{NO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + 3\bar{\text{e}} = \text{NO} + 4\text{OH}^-$	-0,14		$\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + 3\text{e} = \text{O}_2 + 2\text{OH}^-$	1,24
	$\text{NO}_3 + 7\text{H}_2\text{O} + 8\bar{\text{e}} = \text{NH}_4\text{OH} + 9\text{OH}^-$	-0,12		$\text{O}_3 + 6\text{H}^+ + 6\text{e} = 3\text{H}_2\text{O}$	1,511
	$\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{\text{e}} = \text{NO}_2 + 2\text{OH}^-$	0,01		$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = 2\text{H}_2\text{O}$	1,776
	$\text{N}_2 + 6\text{H}^+ + 6\bar{\text{e}} = 2\text{NH}_3$	0,057		$\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2,07
	$\text{N}_2\text{H}_4 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\bar{\text{e}} = 2\text{NH}_4\text{OH} + 2\text{OH}^-$	0,1		Os	$\text{OsO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} = \text{Os} + 4\text{OH}^-$
	$\text{N}_2 + 8\text{H}^+ + 6\bar{\text{e}} = 2\text{NH}_4^+$	0,275	$\text{OsCl}_6^{3-} + \text{e} = \text{Os}^{2+} + 6\text{Cl}^-$		0,4
	$2\text{NO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 6\bar{\text{e}} = \text{N}_2 + 8\text{OH}^-$	0,41	$\text{OsO}_4 + 8\text{H}^+ + 8\text{e} = \text{Os} + 4\text{H}_2\text{O}$		0,85
	$\text{NH}_2\text{OH} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{\text{e}} = \text{NH}_4\text{OH} + 2\text{OH}^-$	0,42	$\text{OsCl}_6^{2-} + \text{e} = \text{OsCl}_6^{3-}$		0,85
	$2\text{NO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 8\text{e} = \text{N}_2 + 8\text{OH}^-$	0,53	$\text{Os}^{2+} + 2\text{e} = \text{Os}$		0,85
	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{e} = \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	0,78	$\text{OsO}_4 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{OsO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$		0,96
	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{e} = \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	0,80	P	$\text{H}_2\text{PO}_2^- + \text{e} = \text{P} + 2\text{OH}^-$	-2,05
	$2\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} = \text{N}_2 + 4\text{OH}^-$	0,85		$\text{HPO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{H}_2\text{PO}_2^- + 3\text{OH}^-$	-1,57
	$\text{HNO}_2 + 7\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$	0,864		$\text{PO}_4^{3-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{HPO}_3^{2-} + 3\text{OH}^-$	-1,12
	$\text{NO}_3^- + 10\text{H}^+ + 8\text{e} = \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$	0,87		$2\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,94
	$2\text{NO}_2 + 2\text{e} = 2\text{NO}_2^-$	0,88		$\text{P} + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{e} = \text{PH}_3 + 3\text{OH}^-$	-0,89
	$\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{N}_2 + 2\text{OH}^-$	0,94		$\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{H}^+ + \text{e} = \text{P} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,51
	$\text{NO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{HNO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	0,94		$\text{H}_3\text{PO}_3 + 3\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{P}(\text{бел}) + 3\text{H}_2\text{O}$	-0,502
	$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,957		$\text{H}_3\text{PO}_3 + 3\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_3\text{PO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	-0,50
	$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,96		$\text{H}_3\text{PO}_3 + 3\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{P}(\text{кр}) + 3\text{H}_2\text{O}$	-0,454
	$\text{HNO}_2 + \text{H}^+ + \text{e} = \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	1,00		$\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{P}(\text{бел}) + 4\text{H}_2\text{O}$	-0,411
	$\text{NO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	1,03		$\text{H}_3\text{PO}_4 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{H}_3\text{PO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,39
	$\text{NO}_2 + \text{H}^+ + \text{e} = \text{HNO}_2$	1,09		$\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{P}(\text{кр}) + 4\text{H}_2\text{O}$	-0,383
	$2\text{NO}_3^- + 10\text{H}^+ + 8\text{e} = \text{N}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$	1,116		$\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	-0,276
	$2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\text{e} = \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	1,246		$\text{H}_3\text{PO}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_3\text{PO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	-0,50
	$2\text{HNO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{N}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O}$	1,297		$\text{P} + 3\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{PH}_3$	0,06
$2\text{NO}_2 + 8\text{H}^+ + 8\text{e} = \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	1,36	$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = 2\text{H}_3\text{PO}_3$		0,38	
$2\text{HNO}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	1,45	Pb		$\text{PbS} + 2\text{e} = \text{Pb} + \text{S}^{2-}$	-0,93
$2\text{NO} + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	1,678			$\text{PbO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Pb} + 2\text{OH}^-$	-0,58
$\text{N}_2\text{O} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$	1,766		$\text{PbCO}_3 + 2\text{e} = \text{Pb} + \text{CO}_3^{2-}$	-0,506	
			$\text{PbI}_2 + 2\text{e} = \text{Pb} + 2\text{I}^-$	0,365	
Na	$\text{Na}^+ + \text{e} = \text{Na}$	-2,714	S	$\text{S} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2\text{S}$	0,141
Pb	$\text{PbSO}_4 + 2\text{e} = \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$	-0,3563			

	$\text{PbF}_2 + 2e = \text{Pb} + 2\text{F}^-$	-0,350		$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	0,17
	$\text{PbBr}_2 + 2e = \text{Pb} + 2\text{Br}^-$	-0,280		$\text{SO}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 6e = \text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$	0,231
	$\text{PbCl}_2 + 2e = \text{Pb} + 2\text{Cl}^-$	-0,268		$2\text{SO}_4^{2-} + 10\text{H}^+ + 8e = \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 5\text{H}_2\text{O}$	0,29
	$\text{Pb}^{2+} + 2e = \text{Pb}$	-0,126		$\text{SO}_4^{2-} + 10\text{H}^+ + 8e = \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$	0,311
	$\text{PbO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{PbO}_2 + 2\text{OH}^-$	0,2		$\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 6e = \text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$	0,357
	$\text{PbO} + 2\text{H}^+ + 2e = \text{Pb} + \text{H}_2\text{O}$	0,248		$2\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}^+ + 4e = \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$	0,40
	$\text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2e = \text{Pb} + \text{H}_2\text{O}$	0,277		$\text{H}_2\text{SO}_3 + 4\text{H}^+ + 4e = \text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$	0,449
	$\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{PbO} + 2\text{OH}^-$	0,28		$\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 4e = 2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$	0,5
	$\text{Pb}_3\text{O}_4 + 2\text{H}^+ + 2e = 3\text{PbO} + \text{H}_2\text{O}$	0,972		$2\text{SO}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 4e = \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$	0,705
	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e = \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1,449-1,455		$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2e = 2\text{SO}_4^{2-}$	2,01
	$\text{PbO}_2 + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	1,685	Sb	$\text{SbO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 3e = \text{Sb} + 4\text{OH}^-$	-0,675
	$\text{Pb}^{4+} + 2e = \text{Pb}^{2+}$	1,694		$\text{Sb} + 3\text{H}^+ + 3e = \text{SbH}_3$	-0,51
Pd	$\text{Pd}(\text{OH})_2 + 2e = \text{Pd} + 2\text{OH}^-$	0,07		$\text{SbO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{SbO}_2 + 2\text{OH}^-$	-0,43
	$\text{PdI}_6^{2-} + 2e = \text{PdI}_4 + 2\text{I}^-$	0,623		$\text{Sb}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ + 6e = 2\text{Sb} + 3\text{H}_2\text{O}$	0,152
	$\text{PdCl}_4^{2-} + 2e = \text{Pd} + 4\text{Cl}^-$	0,623		$\text{SbO}^+ + 2\text{H}^+ + 3e = \text{Sb} + \text{H}_2\text{O}$	0,212
	$\text{PdO} + 2\text{H}^+ + 2e = \text{Pd} + \text{H}_2\text{O}$	0,896		$\text{SbO}_3 + 2\text{H}^+ + 3e = \text{SbO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	0,353
	$\text{PdCl}_6^{2-} + 4e = \text{Pd} + 6\text{Cl}^-$	0,96		$\text{SbO}_2 + 4\text{H}^+ + 3e = \text{Sb} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,446
	$\text{Pd}^{2+} + 2e = \text{Pd}$	0,987		$\text{Sb}_2\text{O}_5 + 6\text{H}^+ + 4e = 2\text{SbO}^+ + 3\text{H}_2\text{O}$	0,581
	$\text{PdBr}_6^{2-} + 2e = \text{PdBr}_4 + 2\text{Br}^-$	0,993		$\text{Sb}_2\text{O}_5 + 4\text{H}^+ + 4e = \text{Sb}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	0,671
	$\text{PdO}_2 + 2\text{H}^+ + 2e = \text{PdO} + \text{H}_2\text{O}$	1,283	Sc	$\text{Sc}^{3+} + 3e = \text{Sc}$	-2,077
$\text{PdCl}_6^{2-} + 2e = \text{PdCl}_4 + 2\text{Cl}^-$	1,288	Se	$\text{Se} + 2e = \text{Se}^{2-}$	-0,92	
Pt	$\text{PtS} + 2e = \text{Pt} + \text{S}^{2-}$	-0,95		$\text{Se} + 2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2\text{Se}$	-0,40
	$\text{PtS}_2 + 2e = \text{PtS} + \text{S}^{2-}$	-0,64		$\text{SeO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} + 4e = \text{Se} + 6\text{OH}^-$	-0,366
	$\text{Pt}(\text{OH})_2 + 2e = \text{Pt} + 2\text{OH}^-$	0,15		$\text{SeO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{SeO}_3 + 2\text{OH}^-$	0,05
	$\text{PtI}_6^{2-} + 2e = \text{PtI}_4 + 2\text{I}^-$	0,393		$\text{H}_2\text{SeO}_3 + 4\text{H}^+ + 4e = \text{Se} + 3\text{H}_2\text{O}$	0,741
	$\text{PtBr}_4^{2-} + 2e = \text{Pt} + 4\text{Br}^-$	0,58		$\text{SeO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	1,15
	$\text{PtBr}_6^{2-} + 2e = \text{PtBr}_4 + 2\text{Br}^-$	0,59	Si	$\text{SiO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} + 4e = \text{Si} + 6\text{OH}^-$	-1,7
	$\text{PtCl}_6^{2-} + 2e = \text{PtCl}_4 + 2\text{Cl}^-$	0,720		$\text{SiF}_6^{2-} + 4e = \text{Si} + 6\text{F}^-$	-1,2
	$\text{PtCl}_4^{2-} + 2e = \text{Pt} + 4\text{Cl}^-$	0,73		$\text{SiO}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 4e = \text{Si} + 3\text{H}_2\text{O}$	-0,455
$\text{Pt}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2e = \text{Pt} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,980		$\text{Si} + 4\text{H}^+ + 4e = \text{SiH}_4$	0,102	
$\text{PtO}_2 + 2\text{H}^+ + 2e = \text{Pt}(\text{OH})_2$	1,045	Sn	$\text{SnS} + 2e = \text{Sn} + \text{S}^{2-}$	-0,94	
$\text{Pt}^{2+} + 2e = \text{Pt}$	1,188		$\text{Sn}(\text{OH})_6^{2-} + 2e = \text{HSnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 3\text{OH}^-$	-0,93	
Ra	$\text{Ra}^{2+} + 2e = \text{Ra}$	-2,925		$\text{HSnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{Sn} + 3\text{OH}^-$	-0,91
Rb	$\text{Rb}^+ + e = \text{Rb}$	-2,925		$\text{SnF}_6^{2-} + 4e = \text{Sn} + 6\text{F}^-$	-0,25
S	$\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{SO}_3 + 2\text{OH}^-$	-0,93		$\text{Sn}^{2+} + 2e = \text{Sn}$	-0,136
	$2\text{SO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O} + 8e = \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 10\text{OH}^-$	-0,76		$\text{SnO}_2 + 2\text{H}^+ + 2e = \text{SnO} + \text{H}_2\text{O}$	-0,108
	$\text{SO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} + 4e = \text{S} + 6\text{OH}^-$	-0,66		$\text{SnO}_2 + 4\text{H}^+ + 4e = \text{Sn} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,106
	$2\text{SO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} + 4e = \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 6\text{OH}^-$	-0,58		$\text{SnO} + 2\text{H}^+ + 2e = \text{Sn} + \text{H}_2\text{O}$	-0,104
	$\text{S}_2^{2-} + 2e = 2\text{S}^{2-}$	-0,524		$\text{Sn}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2e = \text{Sn} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,091
	$\text{S} + 2e = \text{S}^{2-}$	-0,48		$\text{SnCl}_6^{2-} + 2e = \text{SnCl}_4 + 2\text{Cl}^-$	0,14
	$2\text{S} + 2e = \text{S}_2^{2-}$	-0,476		$\text{Sn}^{4+} + 2e = \text{Sn}^{2+}$	0,151
	$\text{S} + \text{H}^+ + 2e = \text{HS}^-$	-0,065	Sr	$\text{Sr}^{2+} + 2e = \text{Sr}$	-2,888
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 8e = 2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$	-0,006	Te	$\text{Te} + 2e = \text{Te}^{2-}$	-1,14	
$\text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2e = 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	0,08		$\text{Te} + 2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2\text{Te}$	-0,72	
$\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 8e = \text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$	0,149		$\text{TeO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e = \text{Te} + 6\text{OH}^-$	-0,57	
$\text{TeO}_2 + 4\text{H}^+ + 4e = \text{Te} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,529		$\text{V}^{2+} + 2e = \text{V}$	-1,175	

	$\text{TeO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{TeO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	0,892		$\text{V}^{3+} + \text{e} = \text{V}^{2+}$	-0,255
	$\text{H}_6\text{TeO}_6 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{TeO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	1,02		$\text{VO}_2^+ + 4\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{V} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,25
Ti	$\text{Ti}^{2+} + 2\text{e} = \text{Ti}$	-1,63		$\text{VO}_2^{2+} + \text{e} = \text{VO}^+$	-0,044
	$\text{TiO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Ti} + \text{H}_2\text{O}$	-1,306		$\text{VO}_2^+ + 4\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{V} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,360
	$\text{TiF}_6^{2-} + 4\text{e} = \text{Ti} + 6\text{F}^-$	-1,19	V	$\text{V}_2\text{O}_5 + 6\text{H}^+ + 2\text{e} = 2\text{VO}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$	0,958
	$\text{TiO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{Ti} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,86		$\text{VO}_2^+ + 2\text{H}^+ + \text{e} = \text{VO} + \text{H}_2\text{O}$	1,004
	$\text{TiO}_2(\text{рутил}) + \text{H}^+ + 4\text{e} = \text{Ti}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,666		$\text{VO}_4^{3-} + 6\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{VO}^+ + 3\text{H}_2\text{O}$	1,256
	$\text{TiO}_2(\text{рутил}) + 2\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{Ti}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,502		$\text{H}_2\text{VO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + \text{e} = \text{VO}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$	1,314
	$\text{Ti}^{3+} + \text{e} = \text{Ti}^{2+}$	-0,368		$\text{WO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 6\text{e} = \text{W} + 8\text{OH}^-$	-1,05
	$\text{Ti}^{4+} + \text{e} = \text{Ti}^{3+} (5\text{M H}_3\text{PO}_4)$	-0,15	W	$\text{WO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{W} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,119
	$\text{TiO}^{2+} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Ti}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$	-0,135		$\text{WO}_3 + 6\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{W} + 3\text{H}_2\text{O}$	-0,09
	$\text{TiO}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{e} = \text{Ti}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$	0,10		$\text{W}_2\text{O}_5 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = 2\text{WO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	-0,031
	Tl	$\text{Tl}_2\text{S} + 2\text{e} = 2\text{Tl} + \text{S}^{2-}$	-0,93		$2\text{WO}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{W}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$
$\text{TlI} + \text{e} = \text{Tl} + \text{I}^-$		-0,753		$\text{WO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{W} + 4\text{H}_2\text{O}$	0,049
$\text{TlBr} + \text{e} = \text{Tl} + \text{Br}^-$		-0,658		$2\text{WO}_4^{2-} + 6\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{W}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O}$	0,801
$\text{TlCl} + \text{e} = \text{Tl} + \text{Cl}^-$		-0,557		$\text{ZnS} + 2\text{e} = \text{Zn} + \text{S}^{2-}$	-1,405
$\text{TlOH} + \text{e} = \text{Tl} + \text{OH}^-$		-0,344	Zn	$\text{Zn}(\text{CN})_4^{2-} + 2\text{e} = \text{Zn} + 4\text{CN}^-$	-1,26
$\text{Tl}^+ + \text{e} = \text{Tl}$		-0,3363		$\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{e} = \text{Zn} + 2\text{OH}^-$	-1,245
$\text{Tl}(\text{OH})_3 + 2\text{e} = \text{TlOH} + 2\text{OH}^-$		-0,05		$\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + 2\text{e} = \text{Zn} + 4\text{OH}^-$	-1,22
$\text{Tl}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} = 2\text{Tl}^+ + 6\text{OH}^-$		0,02		$\text{ZnO}_2^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Zn} + 4\text{OH}^-$	-1,216
$\text{TlOH} + \text{H}^+ + \text{e} = \text{Tl} + \text{H}_2\text{O}$		0,778		$\text{ZnCO}_3 + 2\text{e} = \text{Zn} + \text{CO}_3^{2-}$	-1,06
$\text{Tl}^{3+} + 2\text{e} = \text{Tl}^+$		1,252		$\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+} + 2\text{e} = \text{Zn} + 4\text{NH}_3$	-1,04
U	$\text{UO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} = \text{U} + 4\text{OH}^-$	-2,39		$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e} = \text{Zn}$	-0,763
	$\text{U}^{3+} + 3\text{e} = \text{U}$	-1,798		$\text{ZnO}_2^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Zn} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,441
	$\text{U}^{4+} + \text{e} = \text{U}^{3+}$	-0,607		$\text{ZrO}^{2+} + 2\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{Zr} + \text{H}_2\text{O}$	-1,570
	$\text{UO}_2^{2+} = \text{UO}_2^+$	0,05	Zr	$\text{ZrO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{Zr} + 2\text{H}_2\text{O}$	-1,553
	$\text{UO}_2^{2+} + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{U} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,334		$\text{Zr}^{4+} + 4\text{e} = \text{Zr}$	-1,539
	$\text{UO}_2^+ + 4\text{H}^+ + \text{e} = \text{U} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,62			

## 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	$\text{Cs}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{Cs}^0$	-3,08	Кадмий	$\text{Cd}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Cd}^0$	-0,40
Литий	$\text{Li}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{Li}^0$	-3,02	Таллий	$\text{Tl}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{Tl}^0$	-0,34
Рубидий	$\text{Rb}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{Rb}^0$	-2,99	Кобальт	$\text{Co}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Co}^0$	-0,28
Калий	$\text{K}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{K}^0$	-2,92	Никель	$\text{Ni}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Ni}^0$	-0,25
Барий	$\text{Ba}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Ba}^0$	-2,90	Олово	$\text{Sn}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Sn}^0$	-0,14
Стронций	$\text{Sr}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Sr}^0$	-2,89	Свинец	$\text{Pb}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Pb}^0$	-0,13
Кальций	$\text{Ca}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Ca}^0$	-2,87	Водород	$2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons \text{H}_2$	0,00
Натрий	$\text{Na}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{Na}^0$	-2,71	Сурьма	$\text{Sb}^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons \text{Sb}^0$	+0,20
Лантан	$\text{La}^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons \text{La}^0$	-2,37	Висмут	$\text{Bi}^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons \text{Bi}^0$	+0,23
Магний	$\text{Mg}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Mg}^0$	-2,34	Медь	$\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Cu}^0$	+0,34
Бериллий	$\text{Be}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Be}^0$	-1,70	Серебро	$\text{Ag}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{Ag}^0$	+0,80
Алюминий	$\text{Al}^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons \text{Al}^0$	-1,67	Палладий	$\text{Pd}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Pd}^0$	+0,83
Титан	$\text{Ti}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Ti}^0$	-1,63	Ртуть	$\text{Hg}_2^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Hg}^0$	+0,79
Марганец	$\text{Mn}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Mn}^0$	-1,05	Ртуть	$\text{Hg}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Hg}^0$	+0,85
Цинк	$\text{Zn}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Zn}^0$	-0,76	Платина	$\text{Pt}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Pt}^0$	+1,20
Хром	$\text{Cr}^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons \text{Cr}^0$	-0,71	Золото	$\text{Au}^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons \text{Au}^0$	+1,50
Железо	$\text{Fe}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Fe}^0$	-0,44	Золото	$\text{Au}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{Au}^0$	+1,68



Учебное издание

Ирина Альбертовна Низова, Наталья Анатольевна Зайцева

## ЗАДАЧИ И ВОПРОСЫ ПО КУРСУ «ХИМИЯ»

*Учебное пособие*

Редактор изд-ва

Компьютерная верстка *И.А.Низовой*

Подписано в печать . Бумага писчая. Формат 60×84 1/16.

Печать на ризографе. Гарнитура Times New Roman.

Печ. л. Уч.-изд. л. 1,0 .Тираж 100 .Заказ

Издательство УГГУ

620144, 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»

М. Л. Хазин

## **Б1.О.12 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ  
СТУДЕНТОВ

Направление подготовки

*15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»*

Профиль

*Автоматизация технологических процессов и производств в горной промышленности*

форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Екатеринбург

2023

Минобрнауки России  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**ОДОБРЕНО**  
Методической комиссией  
горно-механического  
факультета УГГУ  
14.10.2020г.  
Председатель комиссии  
П. А. Осипов

**М. Л. Хазин**

## **Б1.О.12 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**

Направление подготовки

*15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»*

Профиль

*Автоматизация технологических процессов и производств в горной промышленности*

форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

X12

Рецензент: Ю. Н. Жуков, профессор, доктор технических наук (УрФУ)

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры  
Эксплуатации горного оборудования (протокол № 1) от 18.09.2023  
и рекомендовано для издания в УГГУ

**Хазин М. Л.**

X12 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ: методические указания по самостоятельной работе студентов направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств. - Екатеринбург: Изд-во, УГГУ, 2023. – 14 с.

Для студентов направления подготовки 21.05.04 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств. Представлены современные конструкционные и электротехнические материалы, которые будут использоваться в горных машинах и системах автоматизированного управления в ближайшие десятилетия. Данная работа позволяет учащимся ориентироваться в широкой номенклатуре материалов, осуществлять подбор по физико-механическим характеристикам с целью обеспечения наивысшего качества и точности изготавливаемых конструкций.

Табл. 2. Библ. 9 назв.

© Хазин М. Л., 2023

© Уральский государственный  
горный университет, 2023

## Оглавление

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
1.1. Цель преподавания дисциплины.....	5
1.2. Задачи изучения дисциплины.....	5
1.3. Место дисциплины в структуре ОПОП.....	5
1.4. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины	5
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
2.1. Наименование тем, их содержание, объем в часах.....	6
2.2. Распределение часов по темам и видам занятий.....	6
3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ.....	7
3.1. Методические рекомендации по самостоятельной подготовке теоретического материала .....	8
3.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям .....	10
3.3. Методические рекомендации по подготовке практико- ориентированного задания .....	11
3.4. Контроль знаний студентов.....	11
4. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	13
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	13
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	14

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цель дисциплины**

*Цель дисциплины:* формирование научного и практического представления о структуре и свойствах материалов, позволяющих решать задачи, возникающие при выполнении профессиональных функций.

### **1.2. Задачи изучения дисциплины**

Основная задача дисциплины – подготовка студентов к применению навыков разработки автоматизированных систем управления горными объектами.

Для этого необходимо:

- развитие у обучаемых знаний и навыков, необходимых для выбора материалов;
- ознакомление обучаемых с методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий;
- обучение студентов применению полученных практических и теоретических знаний при обеспечении качества и надежности горных машин и оборудования.

### **1.3. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Материаловедение в машиностроении» является дисциплиной обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств» профиля «Автоматизация технологических процессов и производств в горной промышленности».

### **1.4. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины**

В процессе изучения дисциплины формируются профессиональные компетенции и индикаторы достижения компетенции.

ПК-1.2: способностью выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий;

ПК-1.2.1. Выбирает основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических

процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

*Знать:*

- общую классификацию материалов, их характерные свойства, области применения;
- типовые методы измерения параметров и свойств материалов;

*Уметь:*

- выбирать материалы с необходимым комплексом физико-механических характеристик;
- проводить измерения параметров материалов;

*Владеть:*

- навыками выбора материалов с необходимым комплексом физико-механических характеристик;
- навыками использования технической и справочной литературы для выбора материалов.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **2.1. Наименование и содержание тем**

#### **Тема 1: Строение, свойства и кристаллизация материалов.**

Аморфная и кристаллическая структура. Кристаллизация и структура металлов и сплавов. Виды сплавов. Диаграммы состояния сплавов. Диаграмма железо-углерод. Технологии термической обработки: отжиг, закалка, отпуск, нормализация. Поверхностная закалка; химико-термическая обработка. Деформация и разрушение. Виды деформации, диаграмма деформации. Твердость, усталость, выносливость и износостойкость.

#### **Тема 2: Конструкционные металлы и сплавы. Композиционные материалы.**

Углеродистые и легированные конструкционные стали. Чугуны. Цветные металлы и их сплавы. Стекло и керамика. Пластмассы и полимеры. Классификация и виды композиционных материалов.

#### **Тема 3: Электротехнические материалы.**

Проводниковые металлические и неметаллические материалы. Магнитные металлические и неметаллические материалы. Газообразные, жидкие и твердые диэлектрические материалы. Свойства, области применения.

### **2.2. Распределение часов по темам и видам занятий**

Для студентов очной формы обучения:

№	Тема, раздел	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа	Формируемые компетенции	Наименование оценочного средства
		лекции	практич. занятия и др. формы	лаборат. занятия.			
1.	Строение, свойства и кристаллизация материалов.	4	6		12	ПК-1.2	тест
2.	Конструкционные металлы и сплавы. Композиционные материалы.	6	4		12	ПК-1.2	тест
3.	Электротехнические материалы.	6	6		12	ПК-1.2	тест
4.	Подготовка к зачету				4		
	<b>ИТОГО</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>40</b>		<b>Зачет</b>

Для студентов заочной формы обучения:

№	Тема, раздел	Количество часов				Формируемые компетенции	Наименование оценочного средства
		лекции	практич. занятия и др. формы	лаборат. занятия	самостоятельная работа		
1.	Строение, свойства и кристаллизация материалов.	2	2		18	ПК-1.2	тест
2.	Конструкционные металлы и сплавы. Композиционные материалы.	3	2		18	ПК-1.2	тест
3.	Электротехнические материалы.	3	4		20	ПК-1.2	тест
	<b>ИТОГО</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>56</b>		<b>Зачет</b>

Для студентов очно-заочной формы обучения:

№	Тема, раздел	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа	Формируемые компетенции	Наименование оценочного средства
		лекции	практич. занятия и др. формы	лаборат. занятия.			
5.	Строение, свойства и кристаллизация	3	2		16	ПК-1.2	тест



	материалов.						
6.	Конструкционные металлы и сплавы. Композиционные материалы.	3	2		16	ПК-1.2	тест
7.	Электротехнические материалы.	3	2		18	ПК-1.2	тест
8.	Подготовка к зачету				4		
	<b>ИТОГО</b>	<b>12</b>	<b>6</b>		<b>54</b>		Зачет

Освоение дисциплины предусматривает репродуктивные (информационные лекции, опросы, работа с книгой и т.д.); активные (доклады, работа с информационными ресурсами, решение задач); интерактивные (групповые дискуссии, тренинги, анализ ситуаций) технологии обучения.).

### **3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ**

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Материаловедение» позволяет сформировать знания, умения и навыки магистрантов направления подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» в области свойств современных материалов, используемых в автоматике и электронике при создании автоматизированных систем управления. Проверка знаний материала лекционных и практических занятий проводится в виде тестирования.

Основные цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубление и расширение теоретических знаний, формирование умений использовать справочную документацию и дополнительную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности обучающихся, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельного мышления;
- развитие исследовательских умений.

Особую важность приобретают умения обучающихся выбирать материалы для профессиональной деятельности, определять основные свойства материалов по маркам, знание свойств, классификации, характеристики применяемых в профессиональной деятельности материалов, самостоятельное применение полученных знаний и умений на практике.

Методические рекомендации помогут обучающимся целенаправленно изучать материал по теме, определять свой уровень знаний и умений при выполнении самостоятельной работы.

### **3.1. Методические рекомендации по самостоятельной подготовке теоретического материала**

Основной формой изучения курса является самостоятельная работа студента с книгой. В начале следует ознакомиться с программой курса, затем прочитать соответствующие разделы по учебнику. При изучении раздела необходимо усвоить основные понятия, термины, внимательно рассмотреть примеры и выводы. Усвоив тот или иной раздел учебника необходимо ответить на вопросы для самопроверки, приведённые в настоящих методических указаниях. Вопросы для самопроверки обращают внимание студента на наиболее важные разделы курса и дают возможность установить, всё ли главное им усвоено.

Самостоятельная работа студентов по изучению отдельных тем дисциплины включает поиск учебных пособий по данному материалу, проработку и анализ теоретического материала, самоконтроль знаний по данной теме с помощью нижеприведенных контрольных вопросов и заданий.

#### **Контрольные вопросы**

1. В чем сущность металлического, ионного и ковалентного типов связи?
2. Каковы характерные свойства металлов и чем они определяются?
3. Что такое элементарная ячейка?
4. Что такое полиморфизм?
5. Что такое параметр кристаллической решетки, плотность упаковки и координационное число?
6. Что такое мозаичная структура?
7. Виды дислокаций и их строение.
8. Каковы термодинамические условия фазового превращения?
9. Каковы параметры процесса кристаллизации?
10. Что такое переохлаждение?
11. Что такое компонент, фаза, физико-химическая система, число степеней свободы?
12. Приведите объяснение твердого раствора, механической смеси, химического (металлического) соединения.
13. Что представляют собой твердые растворы замещения и внедрения? 4. Как строятся диаграммы состояния?
14. Объясните принцип построения кривых нагревания и охлаждения с помощью правила фаз.
15. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая

образования непрерывного ряда твердых растворов.

16. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая полной нерастворимости компонентов в твердом состоянии.

17. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая образования эвтектики, состоящей из ограниченных твердых растворов.

18. Каким образом определяются состав фаз и их количественное соотношение?

19. Чем объясняется назначение процесса улучшения для конструкционной стали?

20. Как влияет степень легирования на механические свойства улучшаемой стали?

21. Какие требования предъявляются к рессорно-пружинным сталям?

22. Какие вы знаете износостойкие стали?

23. Каковы требования, предъявляемые к нержавеющей стали?

24. Что такое композиты?

25. Как подразделяют композиты в зависимости от формы и размеров наполнителя?

26. Как подразделяют композиты по виду матрицы?

27. От чего зависят механические свойства композитов?

28. Какие композиционные материалы используют для работы при высоких температурах (жаропрочные)?

29. Что лежит в основе классификации полимеров?

30. Какие материалы относятся к обратимым и необратимым полимерам?

31. Какие вы знаете наполнители пластмасс?

32. Для чего вводят в пластмассы отвердители?

33. Приведите примеры пластиков с твердыми наполнителями.

34. Укажите область применения термопластов и реактопластов.

35. В чем преимущества пластмасс по сравнению с металлическими материалами? Каковы их недостатки?

36. Материалы высокой проводимости.

37. Как влияет кремний на электросопротивление стали?

38. Что характеризует магнитная проницаемость материала?

39. Материалы, применяемые в постоянных магнитных полях.

40. Материалы для высоконапряженных разрывных контактов.

### **3.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

Самостоятельная работа студентов по подготовке к практическим занятиям, включает проработку и анализ теоретического материала, а также самоконтроль знаний по теме практического занятия с помощью нижеприведенных контрольных вопросов и заданий. При изучении тем дисциплины рекомендуется использовать литературные источники.

### **3.3. Методические рекомендации по подготовке практико-ориентированного задания**

Необходимо уяснить принципы обозначения сталей и сплавов. Обратить внимание на различие обозначений конструкционных и инструментальных сталей. Помнить, что одна и та же буква может обозначать различные легирующие элементы в обозначениях сталей и цветных металлов.

*Примерные практико-ориентированные задания*

1. Расшифруйте состав и марку сплавов КЧ30-6 и А12
2. Расшифруйте состав и марку сплавов 8Х18Н9АТ и 8Х18Н9ТА
3. Расшифруйте состав и марку сплавов 12ХГ2МТР и ТТ15К6

### **3.4. Контроль знаний студентов**

Зачет – форма контроля промежуточной аттестации, в результате которого обучающийся получает оценку «зачтено», «не зачтено».

Зачет проводится по расписанию.

Цель зачета – завершить курс изучения дисциплины, проверить сложившуюся у обучающегося систему знаний, понятий, отметить степень полученных знаний, определить сформированность компетенций.

Зачет подводит итог знаний, умений и навыков обучающихся по дисциплине, всей учебной работы по данному предмету.

При подготовке к зачету прежде всего необходимо запоминать определение каждого понятия, так как именно в нем фиксируются признаки, показывающие его сущность и позволяющие отличать данную категорию от других. В процессе заучивания определений конкретных понятий обучающийся «наращивает» знания. Материаловедение имеет свою систему понятий, и обучающийся через запоминание конкретной учебной информации приобщается к данной системе, «поднимается» до ее уровня, говорит на ее языке (не пытайтесь объяснить суть той или иной категории с помощью обыденных слов).

Однако преподаватель на зачете проверяет не столько уровень запоминания учебного материала, сколько то, как обучающийся понимает те или иные категории и реальные проблемы, как умеет мыслить, аргументировать, отстаивать определенную позицию, объяснять заученную дефиницию.

Таким образом, необходимо разумно сочетать запоминание и понимание, простое воспроизводство учебной информации и работу мысли.

Для того чтобы быть уверенным на зачете, необходимо ответы на наиболее трудные, с точки зрения обучающегося, вопросы подготовить заранее и тезисно записать. Запись включает дополнительные ресурсы памяти.

К зачету по Материаловедению необходимо начинать готовиться с первой лекции, лабораторного занятия, так как материал, набираемый памятью постепенно, неоднократно подвергавшийся обсуждению, образует качественные знания, формирует необходимые компетенции.

При подготовке к зачету следует пользоваться конспектами лекций, учебниками.

Зачет по Материаловедению проводится в устной или письменной форме путем выполнения зачетного задания.

На подготовку к устному ответу обучающегося дается 40-60 минут в зависимости от объема билета. На подготовку ответа в письменной форме – не менее 120 минут.

При опоздании к началу письменного зачета - обучающийся на зачет не допускается. Использование средств связи, «шпаргалок», подсказок на зачете- является основанием для удаления обучающегося с зачета, а в зачетной ведомости проставляется оценка «не зачтено».

Для подготовки к зачету в письменной форме обучающийся должен иметь лист (несколько листов) формата А-4.

Лист (листы) формата А-4, на котором будет выполняться зачетное - задание, должен быть подписан обучающимся в начале работы в правом верхнем углу. Здесь следует указать:

- Ф. И. О. обучающегося;
- группу, курс
- дату выполнения работы
- название дисциплины

Страницы листов с ответами должны быть пронумерованы.

Проверка письменных работ осуществляется преподавателем, проводившим зачет, в течение 3-х рабочих дней после его проведения. Результаты письменного зачета - объявляются путем выдачи копии зачетной ведомости старосте группы, результаты устного зачета объявляются в процессе проведения зачета- после ответа обучающегося.

Зачет - может проводиться с использованием технических средств обучения.

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

##### **Профессиональные пакеты программных средств:**

1. Microsoft Windows 8 Professional
2. Microsoft Office Standard 2013
3. Microsoft SQL Server Standard 2014
4. Microsoft Office Professional 2010
5. Microsoft Office Professional 2013
6. Statistica Base

7. Система распознавания текста ABBYY FineReader 12 Professional
8. FineReader 12 Professional
9. Microsoft Windows 8.1 Professional
10. Microsoft Windows 8.1 Professional

*Ресурсы сети Интернет:*

Единое окно доступа к образовательным ресурсам - Режим доступа:  
<http://window.edu.ru>

Профессиональное образование - <tp://window.edu.ru>

Техническая библиотека - <http://techlibrary.ru/>

Книги по материаловедению  
<http://www.materialscience.ru/subjects/materialovedenie/knigi>

*Информационные справочные системы:*

Библиотека стандартов и нормативов - <http://www.docload.ru>

*Современные профессиональные базы данных:*

E-library: электронная научная библиотека: <https://elibrary.ru>

Scopus: база данных рефератов и цитирования  
<https://www.scopus.com/customer/profile/display.uri>

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Характерной особенностью современного развития техники является широкое внедрение методов и средств автоматизации, вызванное переходом на автоматизированное и автоматическое управление различными производственными и технологическими процессами, создание гибких производственных модулей, систем и комплексов. Повышение эффективности и качества проектируемых технических систем невозможно без повышения надежности автоматизированных систем управления, что обуславливает возрастание фактора надежности в современных условиях развития техники и проектировании технических систем различного назначения.

В конечном счете надежность автоматизированных систем определяется надежностью комплектующих элементов. Поэтому знание основных вопросов надежности элементной базы, свойств и характеристик материалов является в настоящее время необходимым условием успешной работы в области информатики и управления, и особенно это относится к будущим разработчикам аппаратуры автоматизации.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Балин В. С. Конструкционные материалы: учебное пособие. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ. 2006. - 138 с.
2. Балин В. С., Зубов В. В. Материаловедение: учебное пособие/ 2-е изд., перераб. и доп. - Екатеринбург: УГГУ, 2012. - 202 с.
3. Балин В. С., Хазин М. Л. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами: учебное пособие. - 3-е изд., стер. - Екатеринбург: УГГУ, 2007. - 49 с.
4. Болтон У. Конструкционные материалы: металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты: Карманный справочник = Engineering materials : пер. с англ. / - 2-е изд., стер. - Москва: Додэка-XXI, 2007. - 320 с.
5. Комаров О. С., Керженцева А. Ф., Макаева Г. Г. Материаловедение в машиностроении. М.: Высшая школа. 2009. 304 с.
6. Хазин М. Л. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ: учебно-практическое пособие, Урал. гос. горный ун-т – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 184 с.
7. Хазин М. Л. Материаловедение: методические материалы. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2008. 208 с.

Учебное издание

Хазин Марк Леонтьевич

## МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ:

методические указания по самостоятельной работе студентов направления  
подготовки 21.05.04 Горное дело

Учебное пособие  
для самостоятельной работы

Редактор В. В. Баклаева

Подписано в печать . . .23 г. Бумага писчая. Формат 60 x 84 1/16  
Печать офсетная. Печ. л. 5,0. Уч.-изд. л 4,41. Тираж 50. Заказ № \_\_\_\_\_

Издательство УГГУ  
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.  
Уральский государственный горный университет

Отпечатано с оригинал-макета  
В лаборатории множительной техники УГГУ



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому  
комплексу  
С.А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ, Ч.1**

Направление подготовки

*15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Направленность

*Автоматизация и цифровые технологии в горной  
промышленности*

Автор: Потапов В.В., доцент, к.т.н.

Одобрены на заседании кафедры  
Горного дела

Зав. кафедрой

(подпись)

Валиев Н. Г.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 07.09.2023 г.

(Протокол, дата)

Рассмотрена методической комиссией  
Горно-механического факультета

Председатель

(подпись)

Осипов П. А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023 г.

(Протокол, дата)

Екатеринбург  
2023

## ***Оглавление***

Методические указания по выполнению контрольной работы .....	3
1. Задание к контрольной работе.....	4
2. Пример выполнения расчетов по контрольной работе.....	5
3. Пример оформления титульного листа.....	6

## Методические указания по выполнению контрольной работы

В соответствии с учебным планом при изучении дисциплины «технология открытых и подземных горных работ» студентами по направлению подготовки **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Контрольная работа содержит задания по вариантам.

Контрольная работа выполняется студентами в течение семестра и передается на проверку (рецензирование) преподавателем. Успешное выполнение контрольной работы является обязательным условием допуска студента к сдаче экзамена по дисциплине.

Вариант контрольной работы выбирается по списку.

К контрольной работе предъявляются следующие требования:

- 1) работа должна быть полностью выполнена и аккуратно оформлена;
- 2) текст работы может быть рукописным или машинописным;
- 3) все страницы должны быть пронумерованы и на каждой оставлены поля (25-30 мм) для замечаний рецензента;
- 4) необходимые схемы и чертежи должны выполняться с использованием чертежных принадлежностей;
- 5) на первой странице необходимо указать вариант контрольной работы и его содержание, в конце работы приводится список использованной литературы, составленный в соответствии с библиографическими требованиями;
- 6) выполненная работа в конце обязательно подписывается студентом с указанием даты ее выполнения;
- 7) работа, оформленная с нарушением перечисленных требований, к рассмотрению не принимается.

Сроки выполнения контрольной работы фиксируются учебным графиком. Выполненная работа рецензируется и оценивается преподавателем по четырех балльной шкале («зачтено» или «не зачтено»).

В случае отрицательной рецензии студент должен исправить все ошибки и дать исчерпывающие ответы. Стирать или зачеркивать замечания не разрешается. Исправленная работа направляется на повторное рецензирование. Исправления отдельно от работы не рассматриваются.

## Задания к контрольной работе

*Контрольная работа:* задание 1 - выбор способа вскрытия и подготовки месторождения

*Задача:* на основании горно-геологических данных выбрать способ вскрытия и подготовки месторождения

*Условия:*

Глубина до верхней отметки залежи, м	200
Разведанная глубина залежи, м	600
Угол падения залежи, град	70
Размер залежи по простиранию, м	1200
Мощность залежи, м	30
Крепость руды, $f_p$	10
Крепость породы, $f_{п}$	10
Полезный компонент	Zn

Вариативность расчетов осуществляется с помощью различных исходных данных для расчетов. Для расчетов обучающиеся получают следующие исходные данные по вариантам:

Варианты	Длина рудного тела L, м	h, м	H, м	m, м	$\alpha$ , град.	Углы сдвига, град.				Крепость		Тип руды
						$\beta$	$\beta_1$	$\delta$	$\varphi$	руды $f_p$	породы $f_n$	
1	600	100	600	10	3	70	75	80	45	12	10	полимет.
2	700	300	700	20	30	70	75	80	45	10	12	полимет.
3	800	40	800	30	40	70	75	80	45	8	8	Cu
4	900	100	900	40	60	70	75	80	45	12	8	Fe
5	1000	200	1000	50	90	70	75	80	45	10	8	Fe
6	1100	200	600	20	60	70	75	85	45	12	10	Cu
7	1200	200	700	30	70	70	75	85	45	10	10	Zn
8	1300	200	800	40	40	70	75	85	45	8	10	Pb
9	1400	300	900	50	50	70	75	85	45	12	8	Fe
10	1500	300	1000	55	80	70	75	85	45	10	8	Fe
11	1600	100	600	10	80	72	77	80	45	12	10	полимет.
12	500	300	700	20	80	72	77	80	45	10	12	полимет.
13	600	40	800	30	80	72	77	80	45	8	8	Zn
14	700	100	900	40	80	72	77	80	45	12	8	Fe
15	800	500	1000	50	70	72	77	80	45	10	10	Fe
16	900	0	300	30	70	72	77	80	45	10	11	полимет.
17	1000	20	400	40	70	72	77	80	45	10	11	полимет.
18	1100	30	500	50	60	72	77	80	45	8	11	Ti
19	1200	40	700	100	25	72	77	80	45	10	8	Fe
20	1300	100	800	200	0	72	77	80	45	10	10	Fe
21	500	10	300	40	80	70	75	80	45	12	10	полимет.
22	600	20	200	50	70	70	75	80	45	12	10	полимет.
23	700	40	400	60	70	70	75	80	45	18	10	Cu
24	800	100	400	70	70	70	75	80	45	12	8	Fe
25	900	200	500	80	80	70	75	80	45	15	8	Fe
26	1000	100	400	70	80	70	75	80	45	12	10	полимет.
27	1200	200	500	10	50	70	75	80	45	14	10	полимет.
28	1100	300	600	70	70	70	75	80	45	16	12	полимет.
29	1000	300	800	100	90	70	75	80	45	18	12	полимет.
30	900	350	1200	50	80	70	75	80	45	15	4	полимет.

**Контрольная работа: задание 2 – определение параметров шпуровой отбойки**

**Задача:** на основании горно-геологических и технологических данных определить основные параметры шпуровой отбойки.

*Условия:*

Диаметр шпура, мм	42
Мощность рудного тела, м	2,0
Угол падения залежи, град	30
Коэффициент крепости, $f$	12
Ширина забоя, м	2,0
Высота отбиваемого слоя, м	2,5
Тип ВВ	1
Схема шпуровой отбойки	$a$

Вариативность расчетов осуществляется с помощью различных исходных данных для расчетов. Для расчетов обучающиеся получают следующие исходные данные по вариантам:

### Параметры шпуровой отбойки

Варианты	Диаметр шпура $d$ , мм	$\alpha$ , град	Мощность рудного тела $M$ , м	Коэффициент крепости, $f$	Ширина забоя, $B$ , м	Высота отбиваемого слоя, $h_c$ , м	Тип ВВ	Схема шпуровой отбойки
1	42	30	2,0	12	2,0	2,5	1	а
2	39	40	3,0	10	3,0	2,0	2	б
3	35	35	3,5	8	3,5	2,2	3	в
4	40	25	1,5	14	2,5	2,3	4	а
5	30	20	2,0	16	3,0	3,0	5	б
6	42	30	2,0	12	2,0	2,5	6	в
7	39	40	3,0	10	3,0	2,0	7	а
8	35	35	3,5	8	3,5	2,2	8	б
9	40	25	1,5	14	2,5	2,3	9	в
10	30	20	2,0	16	2,0	3,0	10	а
11	42	30	3,0	12	3,0	2,5	11	б
12	39	40	3,5	10	3,5	2,0	12	в
13	35	35	1,5	8	2,5	2,2	13	а
14	40	25	2,0	14	3,0	2,3	14	б
15	30	20	3,0	16	2,0	3,0	1	в
16	42	30	3,5	12	3,0	2,5	2	а
17	39	40	1,5	10	3,5	2,0	3	б
18	35	35	2,0	8	2,5	2,2	4	в
19	40	25	4,0	14	3,0	2,3	5	а
20	30	20	2,0	16	2,0	3,0	6	б
21	42	30	3,0	12	3,0	2,5	7	в
22	45	35	2,0	14	2,0	2,4	8	а
23	39	40	3,0	10	3,0	2,0	9	б
24	35	35	3,5	8	3,5	2,2	10	в
25	40	25	1,5	14	2,5	2,3	11	а

### Теоретический удельный расход ВВ, кг/м<sup>3</sup>

Коэффициент крепости, $f$	4	6	8	10	12	14	16	18-20
Удельный расход ВВ, $q_0$	0,4	0,49	0,61	0,74	0,9	1,09	1,31	1,61

Тип ВВ, рекомендованных для применения на горных предприятиях

№	Тип ВВ	коэффициент относительной работоспособности, $k_1$	Плотность заряжения, $\Delta$ , $\text{кг/м}^3$
1	Аммонит № 6 - ЖВ	1,0	1200
2	Аммонал водоустойчивый	0,9	1115
3	Аммонал М-10	0,79	1114
4	Денафталит -200	0,9	1119
5	Детонит М	0,82	1200
6	Аммонал скальный №1	0,8	1160
7	Аммонал Э-5	0,8	1118
8	Аммонал скальный №3	1,25	1200
9	Гранулит АС -4	0,98	850
10	Гранулит АС -8	0,89	920
11	Граммонит 79/21	1,0	850
12	Гранулит АС -6	0,92	900
13	Гранулит М	1,13	800
14	Игданит	1,13	900

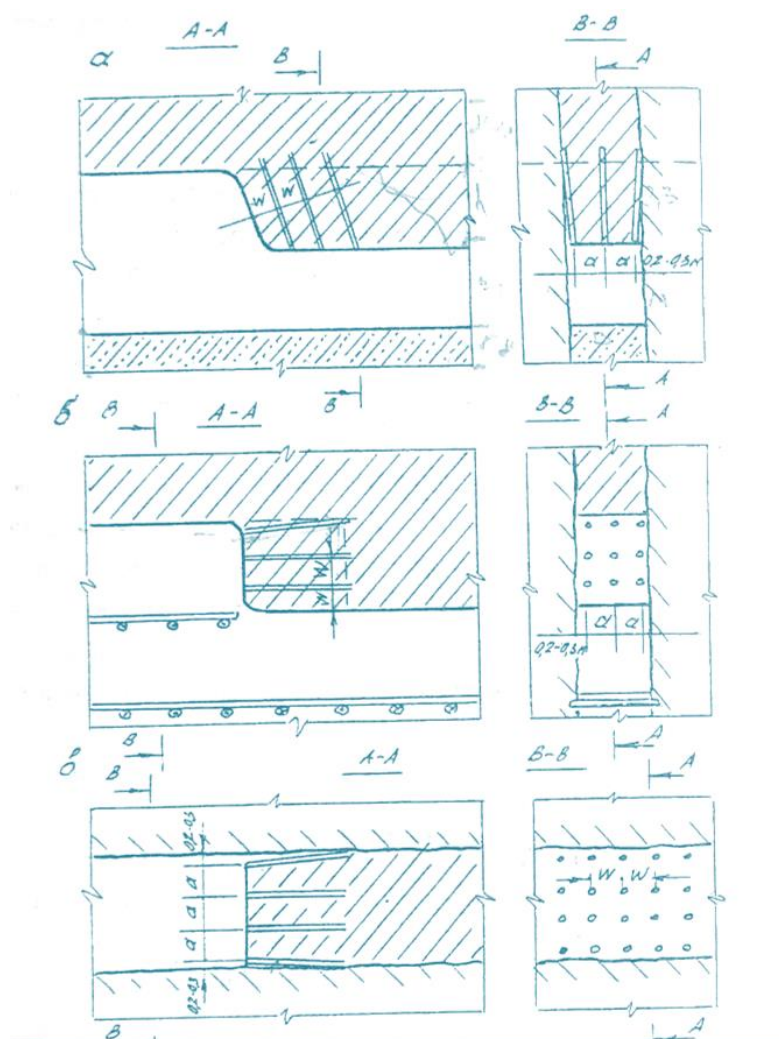


Рис .1. Схемы шпуровой отбойки:  
 а- восходящими шпурами (почвоуступная отбойка);  
 б – горизонтальными шпурами (потолкоуступная отбойка);  
 в – сплошным забоем (фронтальная отбойка).



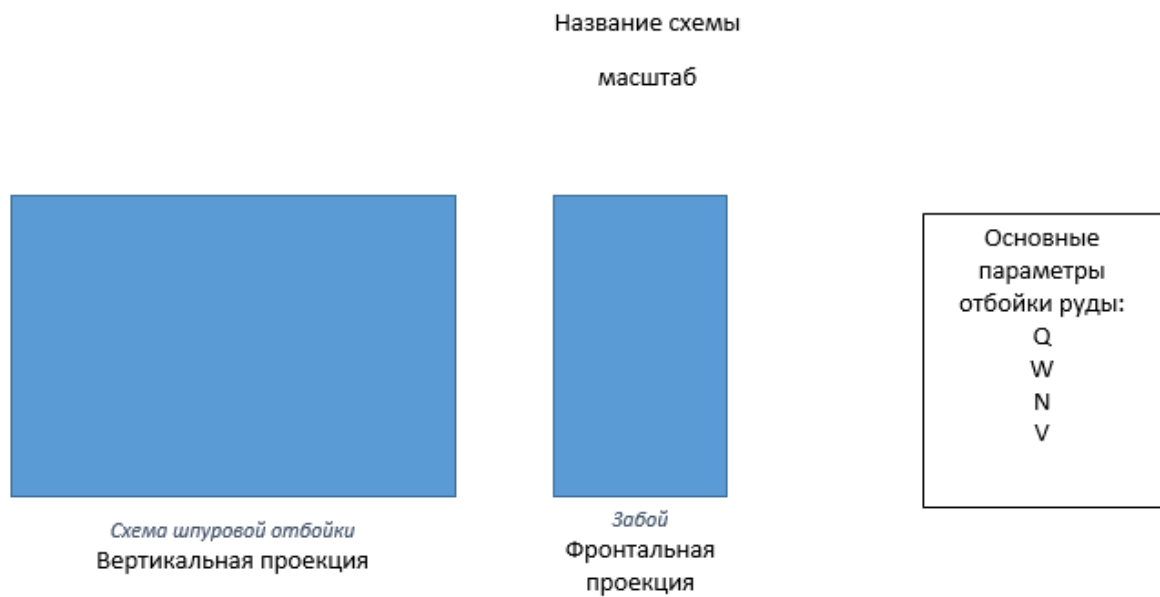
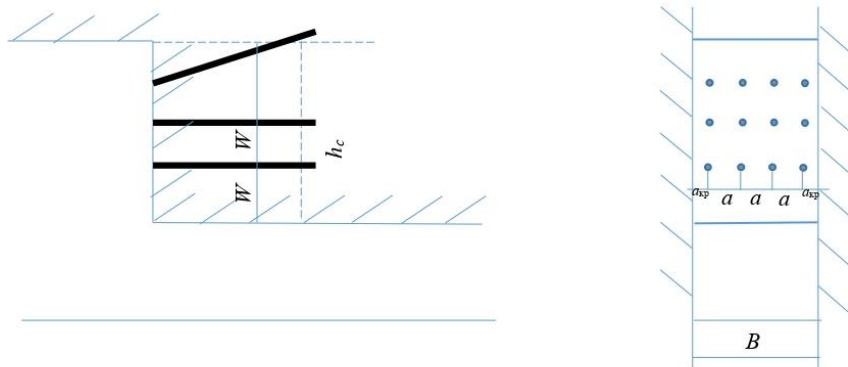


Рис 2. шаблон

### СХЕМА ШПУРОВОЙ ОТБОЙКИ

(Горизонтальными шпурами)

1:100



Условные обозначения к схеме:

$W$ -линия наименьшего сопротивления, м  $W = 0,68 (0,7)$

$B$ - ширина забоя, м:  $B = 2$

$h_c$  – высота отбиваемого слоя, м  $h_c = 3$

$a$  – приближенное расстояние между шпурами, м:  $a = 0,68 (0,7)$

$a_{кр}$  - расстояние от стенок забоя (очистного пространства) до оконтуривающих шпуров, м:  $a_{кр} = 0,2-0,3$  м

Рис. 3. Пример оформления

## Пример оформления титульного листа



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

Кафедра Горного дела

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА**

по дисциплине  
**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ, Ч.1**

Направление подготовки  
*15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Направленность  
*Автоматизация и цифровые технологии в горной промышленности*

Выполнил: Иванов Иван Иванович  
Группа АТП- 22

Преподаватель: Петров Петр Петрович,  
к. т. н, доцент

Екатеринбург  
2023



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

М. Л. Хазин

## **Б1.О.29 ДИАГНОСТИКА И НАДЕЖНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ  
СТУДЕНТОВ

Направление подготовки

*15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»*

Направленность

*Автоматизация технологических процессов и производств в горной промышленности*

форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Екатеринбург

2023

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

**ОДОБРЕНО**  
Методической комиссией  
горно-механического  
факультета УГГУ  
14.10.2020г.  
Председатель комиссии  
П. А. Осипов

М. Л. Хазин

# **ДИАГНОСТИКА И НАДЕЖНОСТЬ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ  
СТУДЕНТОВ

Направление подготовки  
*15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»*

Направленность  
*Автоматизация технологических процессов и производств в горной промышленности*

форма обучения: очная, заочная

X12

Рецензент: Ю. Н. Жуков, профессор, доктор технических наук (УрФУ)

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры  
Эксплуатации горного оборудования (протокол № 1) от 18.09.2023  
и рекомендовано для издания в УГГУ

**Хазин М. Л.**

X12 **ДИАГНОСТИКА И НАДЕЖНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ:**  
методические указания по самостоятельной работе студентов направления  
подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».  
Екатеринбург: Изд-во, УГГУ, 2021. – 15 с.

Для магистрантов направления подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств». Рассмотрены основные сведения об автоматизация технологических процессов и производств в горной промышленности, надежности, оптимизации и диагностике автоматизированных систем, практическая реализация которых позволит подготовить законченную выпускную работу.

Табл. 2. Библ. 11 назв.

© Хазин М. Л., 2023

© Уральский государственный  
горный университет, 2023

## Оглавление

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
1.1. Цель преподавания дисциплины.....	5
1.2. Задачи изучения дисциплины.....	5
1.3. Место дисциплины в структуре ОПОП.....	5
1.4. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины	5
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
2.1. Наименование тем, их содержание, объем в часах.....	6
2.2. Распределение часов по темам и видам занятий.....	7
3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ.....	8
3.1. Методические рекомендации по самостоятельной подготовке теоретического материала .....	8
3.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям .....	10
3.3. Методические рекомендации по подготовке практико- ориентированного задания .....	11
3.4. Контроль знаний студентов.....	14
4. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	15
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	15
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	16

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цель дисциплины**

*Цель дисциплины:* формирование научного и практического представления в области диагностики и теории надежности автоматизированных систем.

### **1.2. Задачи изучения дисциплины**

Основная задача дисциплины – подготовка студентов к определению надежности и проведению диагностики автоматизированных систем в горной промышленности и использованию новейших достижений науки.

Для этого необходимо:

- развитие у обучаемых знаний и навыков, необходимых для расчета надежности и оптимизации автоматизированных систем;
- ознакомление обучаемых с методами диагностики автоматизированных систем;
- обучение студентов применению полученных практических и теоретических знаний при обеспечении диагностики и надежности автоматизированных систем.

### **1.3. Место дисциплины в структуре ОПОП**

*Место дисциплины* в структуре ОПОП: Дисциплина «Диагностика и надежность автоматизированных систем» является дисциплиной обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств» профиля «Автоматизация технологических процессов и производств в горной промышленности».

### **1.4. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины**

В процессе изучения дисциплины формируются общепрофессиональные компетенции и индикаторы достижения компетенции.

ПК-1.6: способностью проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа.

ПК-1.6.1 Проводит диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа

В результате изучения дисциплины студенты должны:

*Знать:*

- математический аппарат теории надежности;
- основные показатели надежности и методики их определения;
- методы технической диагностики.

*Уметь:*

- анализировать современные автоматизированные системы на всех стадиях их жизненного цикла;
- рассчитывать основные показатели надежности автоматизированных систем;
- проводить техническую диагностику автоматизированных систем;
- организовать процесс изучения дисциплины.

*Владеть:*

- навыками использования технической и справочной литературы;
- навыками организации процесса изучения дисциплины;
- навыками проведения оценки надежности по результатам эксплуатационных данных или испытаний автоматизированных систем;
- навыками применения методик технической диагностики автоматизированных систем.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **2.1. Наименование и содержание тем**

#### **Тема 1: Надежность автоматизированных систем.**

Основные понятия и определения теории надёжности. Показатели надёжности автоматизированных систем. Схемы формирования отказов в автоматизированных системах. Математические модели отказов. Расчет надежности невозстанавливаемых нерезервированных и резервированных автоматизированных систем. Расчет надежности восстанавливаемых нерезервированных и резервированных автоматизированных систем. Особенности расчета надёжности программного обеспечения. Модели надёжности программного обеспечения. Надежность оперативного персонала автоматизированных систем. Методы повышения надёжности и эффективности автоматизированных систем. Распределение функций между человеком и автоматизированной системой. Понятия отказа и ошибки оператора.

#### **Тема 2: Диагностика автоматизированных систем.**

Методы диагностирования автоматизированных систем. Алгоритмы диагностирования. Виды технической диагностики. Диагностика как



средство повышения надёжности автоматизированных систем на стадии эксплуатации.

## 2.2. Распределение часов по темам и видам занятий

Тематический план изучения дисциплины для студентов очной формы обучения

Для студентов очной формы обучения:

№	Тема, раздел	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа	Формируемые компетенции	Наименование оценочного средства
		лекции	практич. занятия и др. формы	лаборатор. занятия			
1.	Надёжность автоматизированных систем.	8	16		17	ПК-1.6	тест
2.	Диагностика автоматизированных систем.	8	16		16	ПК-1.6	тест
	Подготовка к экзамену				27		Экзамен
	<b>ИТОГО</b>	<b>16</b>	<b>32</b>		<b>60</b>		Экзамен тест

Для студентов заочной формы обучения:

№	Тема, раздел	Количество часов				Формируемые компетенции	Наименование оценочного средства
		лекции	практич. занятия и др. формы	лаборатор. занятия	самостоятельная работа		
1	Надёжность автоматизированных систем.	2	2		36	ПК-1.6	тест
2	Диагностика автоматизированных систем.	2	2		36	ПК-1.6	тест
	Подготовка к экзамену				18		Экзамен
	<b>ИТОГО</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>96</b>		Экзамен тест

Для студентов очно-заочной формы обучения:

№	Тема, раздел	Количество часов				Формируемые компетенции	Наименование оценочного средства
		лекции	практич. занятия и др. формы	лаборатор. занятия	самостоятельная работа		
1	Надёжность автоматизированных систем.	4	4		43	ПК-1.6	тест
2	Диагностика автоматизированных систем.	4	4		40	ПК-1.6	тест

	Подготовка к экзамену				9		Экзамен
	<b>ИТОГО</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>92</b>		Экзамен тест

Освоение дисциплины предусматривает репродуктивные (информационные лекции, опросы, работа с книгой и т.д.); активные (доклады, работа с информационными ресурсами, решение задач); интерактивные (групповые дискуссии, тренинги, анализ ситуаций) технологии обучения.

### **3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ**

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Диагностика и надежность автоматизированных систем» позволяет сформировать знания, умения и навыки магистрантов направления подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» в области в области надежности и диагностики автоматизированных систем. Проверка знаний материала лекционных и практических занятий проводится в виде тестирования.

Основные цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубление и расширение теоретических знаний, формирование умений использовать справочную документацию и дополнительную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности обучающихся, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельного мышления;
- развитие исследовательских умений.

Особую важность приобретают умения обучающихся выбирать материалы для профессиональной деятельности, определять надежность и проводить диагностику автоматизированных систем, применяемых в профессиональной деятельности. Методические рекомендации помогут обучающимся целенаправленно изучать материал по теме, определять свой уровень знаний и умений при выполнении самостоятельной работы.

#### **3.1. Методические рекомендации по самостоятельной подготовке теоретического материала**

Основной формой изучения курса является самостоятельная работа студента с книгой. В начале следует ознакомиться с программой курса, затем прочитать соответствующие разделы по учебнику. При изучении раздела

необходимо усвоить основные понятия, термины, внимательно рассмотреть примеры и выводы. Усвоив тот или иной раздел учебника необходимо ответить на вопросы для самопроверки, приведённые в настоящих методических указаниях. Вопросы для самопроверки обращают внимание студента на наиболее важные разделы курса и дают возможность установить, всё ли главное им усвоено.

Данное мероприятие выявляет аналитические умения, навыки выделения смысловых центров текста. Степень освоения данного вида самостоятельной работы оценивается тестированием (самостоятельно) и на собеседовании с преподавателем по вопросам.

Самостоятельная работа студентов по изучению отдельных тем дисциплины включает поиск учебных пособий по данному материалу, проработку и анализ теоретического материала, самоконтроль знаний по данной теме с помощью нижеприведенных контрольных вопросов и заданий.

### **3.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

Самостоятельная работа студентов по подготовке к практическим занятиям, включает проработку и анализ теоретического материала, а также самоконтроль знаний по теме практического занятия с помощью нижеприведенных контрольных вопросов и заданий. При изучении тем дисциплины рекомендуется использовать литературные источники.

#### **Контрольные вопросы**

1. Что такое структурная схема объекта расчета надежности.
2. Методы расчета надежности автоматизированных систем.
3. Какое распределение называют универсальным?
4. Виды показателей надежности.
5. Чем исправное состояние системы отличается от работоспособного?
6. Какие испытания проводят для определения фактических показателей надежности?
7. Виды резервирования.
8. Основное и резервное соединение элементов системы.
9. Может ли неисправная система быть работоспособной?
10. Что такое - календарный срок службы?
11. Какие элементы называются двухполюсными?
12. За счет чего осуществляется структурное резервирование?
13. Чем отличаются комплексные показатели надежности от единичных?
14. Что такое интенсивность отказов?

15. Как учитывается влияние условий эксплуатации автоматизированных систем в расчетах надежности?
16. Какое распределение используют в качестве математической модели постепенных отказов?
17. Какова цель технической диагностики?
18. Виды диагностирования.
19. Что включает в себя алгоритм диагностирования?
20. В чем заключается элементарный эксперимент?
21. Что означает показатель - коэффициент оперативной готовности?
22. Какова основная задача технической диагностики?
23. Как оценивается эффективность диагностирования?
24. Техническое состояние системы.
25. Как функциональное диагностирование позволяет определить техническое состояние системы?
26. По каким критериям применяется полученные знания практической работы в машиностроении?
27. Что такое эксперимент в исследовательской деятельности?
28. Что представляет собой часть системы, рассматриваемая как единое целое без учета её внутренней структуры?
29. Какие испытания применяют для автоматизированных систем?
30. В чем заключается обратная задача оптимизации?
31. Как определяется эффективность резервирования?
32. Модели надежности программного обеспечения?
33. Методы расчета сложных систем?
34. В чем заключается прямая задача оптимизации?
35. Виды отказов автоматизированных систем?
36. В каких случаях используется экспоненциальное распределение?
37. Что представляет собой элемент расчета надежности?
38. Как определяется глубина диагностирования?

### **3.3. Методические рекомендации по подготовке практико-ориентированного задания**

1. Необходимо определить какая система представлена в задании - или невосстанавливаемая.
2. Следует ответить на вопрос: представленная система является однофункциональной или многофункциональной? В последнем случае следует выделить основные функции, по которым будет проводиться расчет надежности.
3. Следует уяснить какие задачи выполняет представленная система и в зависимости от этого составить структурную схему.
4. Провести структурный анализ для упрощения структурной схемы.
5. Провести расчет надежности (оптимизации) системы.

### 3.4. Контроль знаний студентов

Экзамен – форма контроля промежуточной аттестации, в результате которого обучающийся получает оценку по четырехбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Экзамен проводится по расписанию.

Цель экзамена – завершить курс изучения дисциплины, проверить сложившуюся у обучающегося систему знаний, понятий, отметить степень полученных знаний, определить сформированность компетенций.

Для того чтобы быть уверенным на экзамене, необходимо ответы на наиболее трудные, с точки зрения обучающегося, вопросы подготовить заранее и тезисно записать. Запись включает дополнительные ресурсы памяти.

К экзамену по дисциплине «Надежность, оптимизация и диагностика автоматизированных систем» необходимо начинать готовиться с первого, практического занятия, так как материал, набираемый памятью постепенно, неоднократно подвергавшийся обсуждению, образует качественные знания, формирует необходимые компетенции.

При подготовке к экзамену следует пользоваться конспектами лекций, учебниками.

Экзамен по дисциплине «Надежность, оптимизация и диагностика автоматизированных систем» проводится в письменной форме путем выполнения экзаменационного задания.

На подготовку ответа в письменной форме – не менее 120 минут.

При опоздании к началу письменного экзамена обучающийся на экзамен не допускается. Использование средств связи, «шпаргалок», подсказок на экзамене является основанием для удаления обучающегося с экзамена, а в экзаменационной ведомости проставляется оценка «неудовлетворительно».

Для подготовки к экзамену в письменной форме обучающийся должен иметь лист (несколько листов) формата А-4.

Лист (листы) формата А-4, на котором будет выполняться экзаменационное задание, должен быть подписан обучающимся в начале работы в правом верхнем углу. Здесь следует указать:

- Ф. И. О. обучающегося;
- группу, курс
- дату выполнения работы
- название дисциплины.

Страницы листов с ответами должны быть пронумерованы.

Проверка письменных работ осуществляется преподавателем, проводившим экзамен, в течение 3-х рабочих дней после его проведения. Результаты письменного экзамена объявляются путем выдачи копии экзаменационной ведомости старосте группы или размещаются в электронной информационно-образовательной среде университета,

результаты устного экзамена объявляются в процессе проведения экзамена после ответа обучающегося.

Экзамен может проводиться с использованием технических средств обучения.

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

##### **Профессиональные пакеты программных средств:**

1. Microsoft Windows 8 Professional
2. Microsoft Office Standard 2013
3. Microsoft SQL Server Standard 2014
4. Microsoft Office Professional 2010
5. Microsoft Office Professional 2013
6. Statistica Base
7. Система распознавания текста ABBYY FineReader 12 Professional
8. FineReader 12 Professional
9. Microsoft Windows 8.1 Professional
10. Microsoft Windows 8.1 Professional

##### *Ресурсы сети Интернет:*

Единое окно доступа к образовательным ресурсам - Режим доступа:  
<http://window.edu.ru>

Профессиональное образование - <tp://window.edu.ru>

Техническая библиотека - <http://techlibrary.ru/>

Книги по материаловедению  
<http://www.materialscience.ru/subjects/materialovedenie/knigi>

*Информационные справочные системы:*

Библиотека стандартов и нормативов - <http://www.docload.ru>

*Современные профессиональные базы данных:*

E-library: электронная научная библиотека: <https://elibrary.ru>

Scopus: база данных рефератов и цитирования

<https://www.scopus.com/customer/profile/display.uri>

#### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Надежность является одним из самых важных показателей современной техники. От нее зависят такие показатели, как качество, эффективность, безопасность, риск, готовность, живучесть. Техника может быть эффективной только при условии, если она имеет высокую надежность. Надежность техники определяется при ее проектировании и производстве. Чтобы создать автоматизированную систему, удовлетворяющую требованиям надежности, необходимо уметь рассчитать ее надежность в

процессе проектирования, знать методы обеспечения высокой надежности и способы их технической реализации. Необходимо также доказать экспериментально, что показатели надежности спроектированной системы не ниже заданных. Нужно также разработать методы, обеспечивающие высокую безотказность техники в процессе ее эксплуатации. Все это невозможно реализовать, если не владеть основами теории надежности. Ее должен знать проектирующий технику, технолог, эксплуатационщик. Необходимость знания теории надежности широкому кругу специалистов - одна из особенностей теории надежности как научной дисциплины.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Березкин Е. Ф. Надежность и техническая диагностика систем; учебное пособие. - М: МИФИ, 2012. - 244 с.
2. Дорохов А. Н. Обеспечение надежности сложных технических систем: учебник для вузов. - СПб.: Лань, 2011. - 349 с.
3. Дружинин Г. В. Надежность автоматизированных производственных систем. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 480 с.
4. Каштанов В. А., Медведев А. И. Теория надежности сложных систем: учебное пособие для вузов - 2-е изд., перераб. – М.: Физматлит, 2010. - 608 с.
5. Острейковский В. А. Теория надежности: учеб. для вузов. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2008. - 463 с.
6. Половко А. М., Гуров С. В. Основы теории надежности. - 2-е изд., перераб. и доп. –СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 704 с.
7. Труханов В. М., Матвеев А. М. Надежность сложных систем на всех этапах жизненного цикла. - М.: Спектр, 2012. – 664 с.
8. Хазин М. Л. Диагностика и надежность автоматизированных систем: учебное пособие. - Екатеринбург: Изд-во, УГГУ, 2012. - 210 с.
9. Хазин М. Л. Надежность, оптимизация и диагностика автоматизированных систем: учебник. - Екатеринбург: УГГУ, 2017. - 225 с.
10. Ястребенецкий М. А., Иванова Г. М. Надежность автоматизированных систем управления технологическими процессами: учебное пособие для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1989. - 264 с.
11. Яхьяев Н. Я., Кораблин А. В. Основы теории надежности и диагностика: учебник для вузов - 2-е изд., перераб. - М.: Академия, 2014. - 208 с.



Учебное издание

Хазин Марк Леонтьевич

# ДИАГНОСТИКА И НАДЕЖНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ:

методические указания по самостоятельной работе студентов направления  
подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и  
производств»

Учебное пособие  
для самостоятельной работы

Редактор В. В. Баклаева

Подписано в печать . . .23 г. Бумага писчая. Формат 60 x 84 1/16  
Печать офсетная. Печ. л. 5,0. Уч.-изд. л 4,41. Тираж 50. Заказ № \_\_\_\_\_

Издательство УГГУ  
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.  
Уральский государственный горный университет

Отпечатано с оригинал-макета  
В лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### Б1.О.32 ОСНОВЫ РОССИЙСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОСТИ

Направление подготовки

*15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль

*Автоматизация и цифровые технологии в горной промышленности*

квалификация выпускника: **бакалавр**

форма обучения: **очная, заочная, очно-заочная**

Авторы: Бачинин И.В. к.п.н, Старостин А.Н., к. ист. н.

Одобрены на заседании кафедры

Геологии

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

Бачинин И.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 14.09.2023

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

Горномеханического факультета

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023

(Дата)

Екатеринбург

## Содержание

Методические указания по освоению дисциплины .....	3
Освоение лекционного курса .....	3
Самостоятельное изучение тем курса.....	3
Подготовка к практическим (семинарским) занятиям .....	6
Подготовка к тестированию .....	8
Подготовка к промежуточной аттестации .....	9

# **Методические указания по освоению дисциплины**

## **Освоение лекционного курса**

Лекции по дисциплине дают основной теоретический материал, являющийся базой для восприятия практического материала. После прослушивания лекции необходимо обратиться к рекомендуемой литературе, прочитать соответствующие темы, уяснить основные термины, проблемные вопросы и подходы к их решению, а также рассмотреть дополнительный материал по теме.

Главное в период подготовки к лекционным занятиям – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Одним из важных элементов освоения лекционного курса является самостоятельная работа на лекции. Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

## **Самостоятельное изучение тем курса**

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных

преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования научного способа познания. Основные приемы 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, а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);
- обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных 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 научными руководителями, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;
- все прочитанные книги, учебники и 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 научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того на сколько 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 серьезный, 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. Студенты с этой целью заводят 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 научного 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 научному 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 литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным 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 практическим (семинарским) занятиям**

Важной формой самостоятельной работы студента является систематическая и планомерная подготовка к практическому (семинарскому) занятию. После лекции студент должен познакомиться с планом практических занятий и списком обязательной и дополнительной литературы, которую необходимо прочитать, изучить и законспектировать. Разъяснение по вопросам новой темы студенты получают у преподавателя в конце предыдущего практического занятия.

Подготовка к практическому занятию требует, прежде всего, чтения рекомендуемых источников и монографических работ, их реферирования, подготовки докладов и сообщений. Важным этапом в самостоятельной работе студента является повторение материала по конспекту лекции. Одна из главных составляющих внеаудиторной подготовки – работа с книгой. Она предполагает: внимательное прочтение, критическое осмысление содержания, обоснование собственной позиции по дискуссионным моментам, постановки интересующих вопросов, которые могут стать предметом обсуждения на семинаре.

В начале практического занятия должен присутствовать организационный момент и вступительная часть. Преподаватель произносит краткую вступительную речь, где формулируются основные вопросы и проблемы, способы их решения в процессе работы.

Практические занятия не повторяют, а существенно дополняют лекционные занятия, помогая студентам в подготовке к промежуточной аттестации. Практические занятия являются одной из важнейших форм обучения студентов: они позволяют студентам закрепить, углубить и конкретизировать знания по курсу, подготовиться к практической деятельности. В процессе работы на практических занятиях студент должен совершенствовать умения и навыки самостоятельного анализа источников и научной литературы, что необходимо для научно-исследовательской работы.

Практическое (семинарское) занятие — это одна из организационных форм познавательной деятельности обучающихся, позволяющая закрепить полученные ранее знания, восполнить недостающую информацию, сформировать умения решать проблемы, укрепить позиции, научить культуре ведения дискуссии. Тематика обсуждения выдается на первых занятиях. Подготовка осуществляется во внеаудиторное время. Регламент – 3-5 мин. на выступление. В оценивании результатов наравне с преподавателем принимают участие студенты группы.

Обсуждение проблемы (нравственной, политической, научной, профессиональной и др.) происходит коллективно, допускается корректная критика высказываний (мнений) своих сокурсников с обязательным приведением аргументов критики.

Участие каждого обучающегося в диалоге, обсуждении должно быть неформальным, но предметным.

### 1. Россия: географические факторы и природные богатства.

№ п/п	Вопросы	Код компетенции
1.	Анализ предпосылок и факторов становления российской государственности (исторических, социально-экономических, географических).	УК-5
2.	Природные ресурсы и национальные богатства России.	
3.	Культуры этносов России и их основные достижения.	
4.	Религии этносов России.	

### 2. Многообразие российских регионов

№ п/п	Вопросы	Код компетенции
1.	Российская Федерация: основные этапы становления современного государственного устройства.	УК-5
2.	Географическое, политическое, социально-экономическое, многообразие российских регионов.	
3.	Свердловская область: природно-экономический потенциал.	
4.	История родного города на примере города Екатеринбурга – столицы Татарстана.	

Результатом обсуждения проблемы на практическом (семинарском) занятии не могут быть однозначные выводы и формулировки. Действие его всегда пролонгировано,



что дает студентам возможность для дальнейшего обдумывания рассмотренных проблемных ситуаций, для поиска дополнительной информации по обсуждаемой теме.

Незадолго до проведения практического (семинарского) занятия преподаватель разделяет группу на несколько подгрупп, которая, согласно сценарию, будет представлять определенную точку зрения, информацию. При подготовке к групповой дискуссии студенту необходимо собрать материал по теме с помощью анализа научной литературы и источников.

Используя знание материала, исходя из изложенных изначальных концепций, каждая группа должна изложить свою точку зрения на обсуждаемый вопрос, подкрепив ее соответствующими аргументами.

Каждый из групп по очереди приводит аргументы в защиту своей позиции. Соответственно другая группа должна пытаться привести контраргументы, свидетельствующие о нецелесообразности, пагубности позиции предыдущей группы и стремится доказать, аргументированно изложить свою позицию.

## **Подготовка к тестированию**

Тестирование - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Тестовая система предусматривает вопросы / задания, на которые слушатель должен дать один или несколько вариантов правильного ответа из предложенного списка ответов. При поиске ответа необходимо проявлять внимательность. Прежде всего, следует иметь в виду, что в предлагаемом задании всегда будет один правильный и один неправильный ответ. Это оговаривается перед каждым тестовым вопросом. Всех правильных или всех неправильных ответов (если это специально не оговорено в формулировке вопроса) быть не может. Нередко в вопросе уже содержится смысловая подсказка, что правильным является только один ответ, поэтому при его нахождении продолжать дальнейшие поиски уже не требуется.

На отдельные тестовые задания не существует однозначных ответов, поскольку хорошее знание и понимание содержащегося в них материала позволяет найти такие ответы самостоятельно. Именно на это слушателям и следует ориентироваться, поскольку полностью запомнить всю получаемую информацию и в точности ее воспроизвести при ответе невозможно. Кроме того, вопросы в тестах могут быть обобщенными, не затрагивать каких-то деталей.

Тестовые задания сгруппированы по темам учебной дисциплины. Количество тестовых вопросов/заданий по каждой теме дисциплины определено так, чтобы быть достаточным для оценки знаний обучающегося по всему пройденному материалу.

При подготовке к тестированию студенту следует внимательно перечитать конспект лекций, основную и дополнительную литературу по той теме (разделу), по которому предстоит писать тест.

Для текущей аттестации по дисциплине «Основы российской государственности» применяются тесты, которые выполняются по разделам № 1-5.

### *Образец тестового задания*

1. Ключевую роль в формировании мировоззрения играют:

- мысли
- эмоции
- ценности
- все перечисленное

2. Какое место в мире по площади занимает Россия:

- первое

- второе
- третье
- пятое

3. К преимуществам географического положения России относят:

- межграничное положение между Европой и Азией
- большая протяженность транспортных магистралей
- сложность управления страной
- + выход к большому количеству морей и двум океанам

4. С каким государством у России самая большая сухопутная граница:

- Казахстан
- Белоруссия
- Китай
- Монголия

5. Первое летописное упоминание о Москве связано с именем князя:

- Ярослава Мудрого
- Владимира Мономаха
- Александра Невского
- Юрия Долгорукого

## **Подготовка к промежуточной аттестации**

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*Основы российской государственности*» 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 «*Основы российской государственности*».

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.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

С.А. Упоров  
по учебно-методическому  
комплексу  
С.А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
Б1.О.06 РУССКИЙ ЯЗЫК И ДЕЛОВЫЕ КОММУНИКАЦИИ**

Направление подготовки

***15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств***

Профиль

***Автоматизация и цифровые технологии в горной промышленности***

квалификация выпускника: бакалавр

формы обучения: очная, заочная, очно-заочная

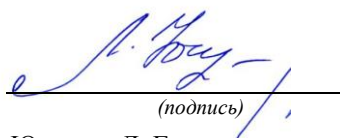
год набора: 2024

Автор: Гавриленко Р. И.; ст. преподаватель

Одобрены на заседании кафедры

иностранных языков  
и деловой коммуникации

Зав. кафедрой

  
(подпись)  
Юсупова Л. Г.

Протокол № 1 от 19.09.2023

Рассмотрены методической комиссией

горно-механического факультета

Председатель

  
(подпись)

Осипов П.А.

Протокол № 2 от 20.10.2023

(Дата)

Екатеринбург

Методические материалы адресованы студентам, обучающимся по направлению подготовки «15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств» и призваны обеспечить эффективную работу по курсу «Русский язык и деловые коммуникации».

#### Основная литература по курсу «Русский язык и деловые коммуникации»

1. *Гавриленко Р. И.* Русский язык делового общения: учебно-методическое пособие. Екатеринбург: УГГУ, 2018. 100 с.
2. *Меленкова Е. С.* Русский язык делового общения: учебное пособие. Екатеринбург: УГГУ, 2018. 80 с.
3. *Гавриленко Р. И.* Русский язык и культура речи: учебно-методическое пособие «Русский язык и культура речи» для студентов всех специальностей и направлений обучения. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 80 с.
4. *Велижанина Н.А., Гавриленко Р. И.* Русский язык: учебно-методическое пособие по дисциплине «Русский язык» для абитуриентов всех специальностей и направлений обучения. Екатеринбург. Из-во УГГУ, 2020. 73 с.
5. *Гавриленко Р. И., Садыгова А. И.* Электронное пособие «Русский язык как иностранный». Екатеринбург: УГГУ, 2023.

#### Дополнительная литература по темам:

Тема	Литература
Современный русский язык	- <i>Русский язык и культура речи</i> [Электронный ресурс]: курс лекций для бакалавров всех направлений/ – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Вузовское образование, 2016. – 72 с. – Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/54478.html/">http://www.iprbookshop.ru/54478.html/</a> - ЭБС «IPRbooks», по паролю. - <i>Кронгауз М. А.</i> Русский язык на грани нервного срыва. – М.: Corpus, 2017. - Федеральный закон «О государственном языке Российской Федерации». – Режим доступа: <a href="http://rus-gos.spbu.ru/index.php/bills">http://rus-gos.spbu.ru/index.php/bills</a>
Культура речи. Нормы литературного языка	- <i>Розенталь Д. Э.</i> Лексика и стилистика: Правила и упражнения / Д. Э. Розенталь. — М.: Мир и Образование, 2016. — 96 с. – Режим доступа: <a href="http://mio-books.ru/content/files/catalog1/_otryvok_Leks_i_stil.pdf">http://mio-books.ru/content/files/catalog1/_otryvok_Leks_i_stil.pdf</a> <i>Гавриленко Р. И., Садыгова А. И.</i> Русский язык как иностранный: учебно-методическое пособие по дисциплине «Русский язык как иностранный» для студентов-иностранцев всех специальностей и направлений обучения. Екатеринбург. Из-во УГГУ, 2021. 43с. <i>Скворцов Л. И.</i> Большой толковый словарь правильной русской речи [Электронный ресурс]/ Скворцов Л. И.— Электрон. текстовые данные. — М.: Мир и Образование, Оникс, 2009. — 1104 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/14555.html">http://www.iprbookshop.ru/14555.html</a> . — ЭБС «IPRbooks», по паролю
Стилистика. Научный и официально-деловой стиль	<i>Аскаркина Н. А.</i> Технология подготовки научного текста: учебно-методическое пособие. 3-е изд., стер. – М.: Флинта: Наука, 2017. – 112 с. <i>Карякина М. В.</i> Культура научной речи: учебное пособие / М. В. Карякина; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 131 с. <i>Меленкова Е. С.</i> Русский язык делового общения: учебное пособие. Екатеринбург: УГГУ, 2018. 80 с.
Деловые коммуникации	<i>Карякина М. В.</i> Культура научной речи: учебное пособие / М. В. Карякина; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 131 с.

Изучение тем данного курса, повторение материала лекций для студентов очной и заочной формы обучения предполагает работу с вышеприведенной основной и

дополнительной литературой по темам. Формы работы: чтение, конспектирование, сопоставление с материалом лекций, диктанты, самопроверка.

*Ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля)* подготавливаются студентами самостоятельно по теме «Современный русский язык». Материалом для подготовки служат конспекты лекций, основная и дополнительная литература. Опрос проводится на практическом занятии. Вопросы для опроса следующие:

1. Каково происхождение русского национального языка?
2. Каковы разновидности современного русского национального языка?
3. Что такое территориальные диалекты?
4. Что такое диалектизмы?
5. Что такое жаргон и какие виды жаргонов существуют?
6. Что такое жаргонизмы?
7. Что такое просторечие?
8. Каково современное состояние современного русского национального языка?
9. Каковы тенденции развития современного русского национального языка?
10. Что такое литературный язык и каковы его признаки?

По этой же тематике проводится тестирование. Если опрос является важнейшим средством развития мышления и речи и позволяет оценить знания и кругозор выступающих с ответом студентов, умение ими логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки, то тестирование позволяет преподавателю быстро и легко оценить уровень знаний всех обучающихся по всем вопросам темы.

*Подготовка к контрольной работе* по теме «Культура речи. Нормы литературного языка» проводится как аудиторно (на практических занятиях в ходе выполнения и проверки заданий), так и самостоятельно. Самостоятельная подготовка предполагает работу со словарями, справочниками, сборниками тестовых и практических заданий.

Практические задания содержатся в пособии Р. И. Гавриленко, Е. С. Меленковой и И. В. Шалиной «Русский язык и культура речи», а также в пособии Е. С. Меленковой «Русский язык делового общения».

Тестовые задания приводятся в пособиях Е. С. Меленковой «Русский язык и деловое общение: тестовые задания для студентов всех специальностей» (без ключей) и М. В. Карякиной «Русский язык и культура речи. Подготовка к итоговому тестированию» (с ключами).

При выполнении заданий необходимо пользоваться словарями и справочниками, как печатными, так и электронными.

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Скворцов Л. И. Большой толковый словарь правильной русской речи [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/14555.html">http://www.iprbookshop.ru/14555.html</a>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю</li> <li>- Грамота (сайт). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="http://www.gramota.ru">http://www.gramota.ru</a> Культура письменной речи (сайт) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="http://www.grammar.ru">http://www.grammar.ru</a>.</li> <li>- Русский язык: энциклопедия русского языка (сайт). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="http://russkiyuazik.ru">http://russkiyuazik.ru</a>.</li> <li>- Стилистический энциклопедический словарь русского языка (сайт). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="http://stylistics.academic.ru">http://stylistics.academic.ru</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ожегов С. И., Шведова Н. Ю. Толковый словарь русского языка.</li> <li>- Розенталь Д. Э. Словарь трудностей русского языка.</li> <li>- Словарь правильности русской речи.</li> <li>- Словарь грамматических вариантов русского языка.</li> <li>- Словарь лексических трудностей.</li> <li>- Словари синонимов, паронимов, антонимов.</li> <li>- Орфоэпический словарь.</li> <li>- Орфографический словарь.</li> <li>- Розенталь Д. Э. Справочник по орфографии, пунктуации и литературной правке.</li> <li>- Управление в русском языке. Словарь-справочник.</li> <li>Грамматический словарь русского языка. Словоизменение</li> </ul>
--	--

*Выполнение самостоятельного письменного домашнего задания (практико-ориентированного задания)* осуществляется по вариантам. Каждое практико-ориентированное задание состоит из трех блоков, в которых проверяется наличие необходимых знаний, умений и формирование у студентов различных навыков. В первом блоке приводится задание по научному стилю речи, во втором и третьем – по официально-деловому стилю (составление и редактирование документов общепринятого образца). Варианты заданий приведены в комплекте оценочных материалов (КОМ).

*Подготовка к деловой игре* состоит в ознакомлении студентов с концепцией игры, чтении дополнительной литературы по риторике, психологии и этике делового общения, а также в записи предполагаемого хода деловой беседы, тренировке произнесения речи. Концепции различных вариантов деловых игр описаны в КОМ. Вариант игры выбирается преподавателем в зависимости от уровня подготовленности и других особенностей группы.

*Подготовка к зачету* предполагает тренинг выполнения тестовых заданий, который можно проводить на сайте [i-exam.ru](http://i-exam.ru) или с помощью пособий М. В. Каряжиной и Е. С. Меленковой, содержащих такие задания. Кроме подготовки к тестированию важно уделить внимание практико-ориентированным заданиям. Студенты должны ознакомиться с образцом задания и его выполнения, а также выполнить тренировочные задания.

Образец практико-ориентированного задания: напишите заявление о предоставлении Вам отпуска за свой счет.

Образец выполнения 1:

Директору ООО «Икс»  
А. А. Иванову  
инженера ОК  
Петрова Николая  
Петровича

Заявление

Прошу предоставить мне с 12.03.2023 по 17.03.2023 внеочередной отпуск без сохранения заработной платы по семейным обстоятельствам.

10.03.2023



Образец выполнения 2:

Директору ОАО «Рондо»  
Скворцову И. О.  
программиста  
Алексеева Михаила  
Анатольевич. А

Заявление

Прошу предоставить мне неоплачиваемый отпуск с 22 2023 года по 26 января 2023 года по семейным обстоятельствам.

19 января 2023 г.



Если в ходе подготовки к зачету у обучающихся возникают вопросы, они должны обратиться за консультационной помощью к преподавателю.