Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по молодежной политике и
развитию образования
_____А. В. Легостев
_____ 14 ноября 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.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 00DF5CE2604EDF2CC0CED755A1EAD9AF7B
Владелец: Зубов Владимир Владимирович
Действителен: с 13.04.2023 до 06.07.2024

Екатеринбург

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Наименование программы

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

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

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

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

Разработчик и координатор программы

Управление по внеучебной и социальной работе.

Нормативно-правовые основания программы

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

Сроки реализации программы - период реализации образовательной программы.

Ожидаемые результаты:

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

РАЗДЕЛ 1. ЦЕЛЕВОЙ

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

Участниками образовательных отношений в части воспитания в университете являются:

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

1.1 Цель и задачи воспитания обучающихся

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

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

Задачи воспитания:

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

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

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

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

– подготовка к созданию семьи и рождению детей.

1.2 Направления воспитания

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

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

патриотическое воспитание — формирование чувства глубокой

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

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

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

физическое воспитание, формирование культуры здорового

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

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

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

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

и общественных потребностей.

1.3 Целевые ориентиры воспитания

1.3.1 Инвариантные целевые ориентиры

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

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

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

Инвариантные целевые ориентиры воспитания выпускников университета

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

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

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

1.3.2 Вариативные целевые ориентиры

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

Вариативные целевые ориентиры воспитания

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

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

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

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ

2.1 Уклад университета

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В университете обучаются около 10 000 студентов.

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

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

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

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

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

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

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

2.2 Воспитательные модули: виды, формы, содержание воспитательной деятельности

Модуль «Образовательная деятельность»

Реализация воспитательного потенциала образовательной деятельности предусматривает:

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

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

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

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

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

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

Модуль «Кураторство»

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

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

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

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

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

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

Модуль «Наставничество»

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

– разработку программы наставничества;

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

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

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

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

Модуль «Основные воспитательные мероприятия»

Реализация воспитательного потенциала основных воспитательных мероприятий предусматривает:

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

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

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

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

Модуль «Организация предметно-пространственной среды»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Модуль «Взаимодействие с родителями (законными представителями)»

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

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

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

– привлечение родителей к подготовке и проведению мероприятий воспитательной направленности.

Модуль «Самоуправление»

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

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

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

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

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

Модуль «Профилактика и безопасность»

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

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

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

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

– организация психолого-педагогической поддержки обучающихся групп риска;

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

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

Модуль «Социальное партнёрство и участие работодателей»

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

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

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

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

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

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

Модуль «Профессиональное развитие, адаптация и трудоустройство»

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

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

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

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

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

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

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

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

Дополнительные модули

Модуль «Воспитание здорового образа жизни»

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

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

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

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

Модуль «Художественно-эстетическое воспитание»

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

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

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

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

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

Модуль «Экологическое воспитание»

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

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

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

Модуль «Волонтерское движение»

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

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

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

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

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

РАЗДЕЛ 3. ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ

3.1 Кадровое обеспечение

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

3.2 Нормативно-методическое обеспечение

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

3.3 Требования к условиям работы с обучающимися с особыми образовательными потребностями

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.4 Система поощрения профессиональной успешности и проявлений активной жизненной позиции обучающихся

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

– выплачивается повышенная государственная академическая стипендия;

– предоставляются путевки на летний отдых и оздоровление;

– представляются кандидатуры обучающихся на стипендию Правительства Российской Федерации;

– представляются кандидатуры обучающихся на стипендию Губернатора Свердловской области;

– вручаются благодарственные письма, письма участников.

Основания для поощрения обучающихся:

– успехи в учебной деятельности;

– успехи научной деятельности;

– успехи в культурно-творческой деятельности;

– успехи в общественной деятельности;

– успехи в физкультурной деятельности;

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

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

– спортивные достижения на различных уровнях.

3.5 Анализ воспитательного процесса

Основные направления анализа воспитательного процесса:

3.5.1 Анализ условий воспитательной деятельности

Анализ воспитательной деятельности проводится по следующим позициям:

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

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

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

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

– оформление предметно-пространственной среды университета.

3.5.2 Анализ состояния воспитательной деятельности

Анализ состояния воспитательной деятельности проводится по следующим позициям:

– проводимые в университете дела и реализованные проекты;

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

– включенность обучающихся и преподавателей в деятельность различных объединений;

– участие обучающихся в конкурсах различного уровня и направленности;

– профессионально-личностное развитие обучающихся (анализ портфолио);

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

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

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

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

Приложение к рабочей программе воспитания

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по молодежной политике и развитию образования
_____А. В. Легостев

14.11.2024

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
на 2024-2025 учебный год

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

Российской Федерации, в том числе:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С.А.Упоров

ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Специальность
21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация
Сейсморазведка

год набора: 2024

Одобрена на заседании кафедры

ГГНГ
(название кафедры)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

к.г.-м.н., доцент Рыльков С.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 19.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией
факультета геологии и геофизики
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

к.г.-м.н., доцент Вандышева К.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 13.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

	СОДЕРЖАНИЕ	
	ВВЕДЕНИЕ	3
1	МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ	4
1.1	Требования к выпускной квалификационной работе	4
1.2	Порядок выполнения выпускной квалификационной работы	16
2	КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ	19
3	ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	21
3.1	Тематика выпускных квалификационных работ	21
3.2	Теоретические вопросы государственной итоговой аттестации, оценивающие сформированность универсальных компетенций	22
3.3	Теоретические вопросы государственной итоговой аттестации, оценивающие сформированность общепрофессиональных компетенций	23
3.4	Примерные вопросы государственной итоговой аттестации, оценивающие сформированность профессиональных компетенций в производственно-технологической деятельности	23
3.5	Примерные вопросы государственной итоговой аттестации, оценивающие сформированность профессионально-специализированных компетенций, соответствующих специализации «Сейсморазведка»	23
	ПРИЛОЖЕНИЯ	25

ВВЕДЕНИЕ

Программа государственной итоговой аттестация по основной профессиональной образовательной программе по специальности 21.05.03 Технология геологической разведки специализации Сейсморазведка 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;

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшегообразования - специалитет по специальности 21.05.03 Технология геологической разведки, утверждённый приказом Минобрнауки России от 12.08.2020 № 977

- локальных нормативных актов университета, регламентирующих порядок проведения государственной итоговой аттестации.

Программа государственной итоговой аттестации включает:

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

II. Критерии оценки защиты выпускных квалификационных работ;

III. Оценочные материалы.

IV. Приложения

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

1.1 ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

1.1.1 Общие положения

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

Государственная итоговая аттестации выпускников, завершивших освоение основной профессиональной образовательной программы по специальности 21. 05. 03 Технология геологической разведки, специализация Сейсморазведка, осуществляется в форме подготовки к защите и защиты выпускной квалификационной работы.

Трудоемкость государственной итоговой аттестации – 12 з.е.:
выполнение, подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы 9 з.е.;
процедура защиты выпускной квалификационной работы – 3 з.е.

Трудоемкость государственной итоговой аттестации				
кол-во з.е.	часы			
	общая	контактная работа	СР	
9	324	35	289	Выполнение, подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
3	108		108	Защита ВКР

1.1.2 Цели и задачи выпускной квалификационной работы

Цели выполнения выпускной квалификационной работы:

- систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по специальности и применение этих знаний при решении конкретных производственных и научных 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 специальности и соответствующей ОПОП.

Выпускная квалификационная работа выполняется по материалам, представленным организациями (базами 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 выполняемых предприятием работ, составление программы исследования;

- изучение теоретических положений по теме ВКР, составление литературного обзора;

- обоснование необходимости и возможности применения разработанных или выбранных методик решения задач, поставленным в работе;

- сбор необходимой информации с целью обоснования принимаемых в рамках ВКР решений;

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

- анализ и 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 следущих компетенций:

универсальных:

Код и наименование компетенции	*Код и наименование индикатора достижения компетенции*
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1.Выбирает информационные ресурсы для поиска информации в соответствии с поставленной задачей УК-1.2.Оценивает соответствие выбранного информационного ресурса критериям полноты и аутентичности УК-1.3.Систематизирует обнаруженную информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи УК-1.4.Использует системный подход для решения поставленных задач.
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Разрабатывает план осуществления проекта на всех этапах его жизненного цикла с учетом потребностей в необходимых ресурсах, имеющихся ограничений, возможных рисков; УК-2.2 Осуществляет мониторинг реализации проекта на основе структуризации всех процессов и определения зон ответственности его участников. УК-2.3 Публично представляет результаты проекта, вступает в обсуждение хода и результатов проекта.
УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1 Взаимодействует с другими членами команды для достижения поставленной задачи. УК-3.2 Вырабатывает стратегию командной работы и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели. УК-3.3 Организует и корректирует работу команды в том числе на основе коллегиальных решений.
УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1. Ведет обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке. УК-4.2. Ведет обмен деловой информацией в устной и письменной формах не менее чем на одном иностранном языке. УК-4.3. Использует современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации.
УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1. Толерантно воспринимает социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия УК-5.2. Анализирует современное состояние общества на основе знания истории. УК-5.3. Интерпретирует проблемы современности с позиций этики и философских знаний.
УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни	УК-6.1. Эффективно планирует собственное время. УК-6.2. Планирует траекторию своего профессионального развития и предпринимает шаги по ее реализации УК-6.3. Адекватно определяет свою самооценку, осуществляет самопрезентацию, составляет резюме

УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	УК-7.1. Использует основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внутренних и внешних условий реализации конкретной профессиональной деятельности. УК-7.2. Выполняет индивидуально подобранные комплексы оздоровительной или адаптивной физической культуры. УК-7.3. Выбирает и применяет рациональные способы и приемы сохранения физического здоровья, профилактики заболеваний, психофизического и нервно-эмоционального утомления
УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1. Выявляет возможные угрозы для жизни и здоровья в повседневной и профессиональной деятельности. УК-8.2. Понимает, как создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов. УК-8.3. Демонстрирует приемы оказания первой помощи
УК-9. Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах	УК-9.1. Применяет базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах УК-9.2. Применяет навыки взаимодействия в социальной и профессиональной сферах с лицами из числа инвалидов и лицами с ограниченными возможностями здоровья
УК-10. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	УК-10.1. Понимает основные проблемы, базовые принципы и законы функционирования экономики, роль государства в экономическом развитии УК-10.2. Понимает поведение потребителей и производителей экономических благ, особенности рынков факторов производства. УК-10.3. Понимает цели, виды и инструменты государственной экономической политики и их влияние на субъектов экономики УК-10.4. Применяет методы личного финансового планирования, использует финансовые инструменты для управления собственным бюджетом, контролирует личные финансовые риски
УК-11. Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности	УК-11.1. Знает законодательство, направленное на борьбу с экстремизмом, терроризмом, коррупцией УК-11.2. Понимает правовые нормы, обеспечивающие борьбу с экстремизмом, терроризмом, коррупцией в различных областях жизнедеятельности

общепрофессиональных:

Код и наименование компетенции	*Код и наименование индикатора достижения компетенции*
ОПК-1. Способен применять правовые основы геологического изучения недр и недропользования, обеспечения экологической и промышленной безопасности и уметь их учитывать при поисках, разведке и эксплуатации месторождений полезных ископаемых, а также строительстве	ОПК-1.1 Понимает правовые основы недропользования, обеспечение экологической и промышленной безопасности ОПК -1.2 Применяет правовые основы геологического изучения недр и их использования для оценки экологической и промышленной безопасности.
ОПК-2. Способен применять методы и способы геолого-экономической оценки минерально-сырьевой базы и месторождений полезных ископаемых	ОПК-2.1 Понимает методы и способы геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых. ОПК-2.2 Применяет методику геолого-промышленной оценки месторождений полезных ископаемых. ОПК-2.3 Выбирает методы и способы геолого-экономической оценки минерально-сырьевой базы страны.
ОПК-3. Способен применять основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально- сырьевой базы	ОПК-3.1 Выбирает основные положения естественных наук научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и освоению минерально-сырьевой базы. ОПК-3.2 Использует основные положения естественных наук при проведении научно-исследовательских работ по изучению и пополнению минерально- сырьевой базы.
ОПК-4. Способен применять методы обеспечения безопасности жизнедеятельности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по геологическому изучению недр, поискам, разведке, добыче и переработке полезных ископаемых, промышленно-гражданскому строительству	ОПК-4.1 Определяет методы обеспечения безопасности жизнедеятельности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по геологическому изучению недр, поискам, разведке, добыче и переработке полезных ископаемых. ОПК-4.2 Реализует методы обеспечения безопасности жизнедеятельности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ на всех стадиях по геологическому изучению недр и переработке полезных ископаемых.
ОПК-5. Способен применять навыки анализа горно-геологических условий при поисках, оценке, разведке и добыче полезных ископаемых, а также при гражданском строительстве	ОПК-5.1 Анализирует горно-геологические условия при поисках, оценке, разведке и добыче полезных ископаемых, а также при гражданском строительстве ОПК-5.2 Реализует на практике анализ горно-геологических условий при поисках, оценке, разведке и добыче полезных ископаемых, а также при гражданском строительстве
ОПК-6. Способен работать с программным обеспечением общего, специального назначения, в том числе моделировать горные и геологические объекты	ОПК-6.1 Имеет представления о программном обеспечении общего и специального назначения. ОПК-6.2. Выбирает и применяет программное обеспечение общего, специального назначения, и создавать модели горные и геологические объекты
ОПК-7. Способен осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при поисках, разведке и разработке месторождений полезных ископаемых, гражданском строительстве, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций	ОПК-7.1 Имеет представление о методике технического руководства горными и взрывными работами на всех стадиях геологических работ. ОПК-7.2 Осуществляет техническое руководство горными и взрывными работами при геологоразведочных работах, гражданском строительстве, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций
ОПК-8. Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения и обработки информации, используя навыки работы с компьютером как средством управления информацией	ОПК-8.1 Предлагает основные методы, способы и средства получения, хранения и обработки информации, используя навыки работы с компьютером как средством управления информацией ОПК-8.2 Выбирает и применяет основные методы, способы и средства получения, хранения и обработки информации, используя навыки работы с компьютером как средством управления информацией
ОПК-9. Способен ориентироваться на местности, определять пространственное положение объектов,	ОПК-9.1 Имеет представления об ориентировании на местности, определении пространственного положения объектов.

осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты	ОПК-9.2 Свободно ориентируется на местности, определяет пространственное положение объектов, осуществляет необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывает и интерпретирует их результаты
ОПК-10. Способен планировать, проектировать, организовывать геологоразведочные и горные работы, вести учет и контроль выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства, оперативно устранять нарушения производственных процессов	ОПК-10.1 Планирует, проектирует организацию геологоразведочных и горных работ, ведения учета и контроля выполняемых работ. ОПК-10.2. Анализирует оперативные и текущие показатели производства, обосновывает предложения по совершенствованию организации производства, оперативно устраняет нарушения производственных процессов.
ОПК-11. Способен в составе творческих коллективов и самостоятельно, контролировать соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и документам промышленной безопасности, разрабатывать, согласовывать и утверждать в установленном порядке технические и методические документы, регламентирующие порядок, качество и безопасность выполнения поисковых, геологоразведочных, горных и взрывных работ	ОПК-11.1 Контролирует соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и документам промышленной безопасности. ОПК-11.2 Разрабатывает, согласовывает и утверждает в установленном порядке технические и методические документы, регламентирующие порядок, качество и безопасность выполнения поисковых, геологоразведочных, горных и взрывных работ.
ОПК-12. Способен проводить самостоятельно или в составе группы научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания, участвовать в научных исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов	ОПК-12.1 Применяет специальные средства и методы получения нового знания. ОПК-12.3 Самостоятельно или в составе группы участвует в научных исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов.
ОПК-13. Способен изучать и анализировать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы	ОПК-13.1. Демонстрирует знания вещественного состава горных пород и руд и геолого-промышленных и генетических типов месторождений полезных ископаемых. ОПК-13.2 Анализирует вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы.
ОПК-14. Способен выполнять маркетинговые исследования, проводить экономический анализ затрат для реализации процессов геологоразведочного производства в целом	ОПК-14.1 Имеет представление о маркетинговых исследованиях, с проведением экономического анализа затрат на геологоразведочные работы ОПК-14.2 Осуществляет маркетинговые исследования, проводит экономический анализ затрат для реализации процессов геологоразведочного производства в целом.
ОПК-15. Способен участвовать в разработке и реализации образовательных программ в сфере своей профессиональной деятельности, используя профессиональные знания	ОПК-15.1 Разрабатывает и реализует образовательные программы в сфере своей профессиональной деятельности.
ОПК-16. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-16.1. Понимает принципы работы современных информационных технологий. ОПК-16.2. Использует для решения задач профессиональной деятельности современные информационные технологии.

профессиональных:

Код и наименование компетенции	*Код и наименование индикатора достижения компетенции*
ПК.1.1. Способен отслеживать тенденции и направления развития эффективных технологий геологической разведки, проявлением профессионального интереса к развитию смежных областей	ПК.1.1.1 Представляет тенденции и направления развития эффективных технологий геологической разведки ПК-1.1.2 Использует характеристики и особенности наземных сейсмических данных для написания проекта их обработки ПК-1.1.3 Планирует способы выделения полезной геофизической информации в наземных геофизических данных
ПК-1.2.Способен понимать физическую сущность явлений, регистрируемых в сейсмических волновых полях, способен ставить и решать проблемы извлечения геолого-геофизической информации из волновых полей	ПК-1.2.1. Применяет основные закономерности распространения сейсмических волн в горных породах ПК-1.2.2. Понимает физическую сущность явлений, регистрируемых в сейсмических волновых полях ПК-1.2.3. Ставит и решает проблемы извлечения геолого-геофизической информации из волновых полей
ПК-1.3.Способен применять знания о современных методиках и технологиях сейсмических исследований, их возможностях и ограничениях	ПК-1.3.1. Анализирует методику и технологию полевых геофизических работ ПК-1.3.2. Контролирует ход проведения полевых геофизических исследований ПК-1.3.3. Отслеживает информацию о новых методиках и технологиях проведения сейсморазведочных работ
ПК-1.4.Способен проектировать работы различных стадий сейсморазведочного процесса: полевые работы, обработка данных, интерпретация данных	ПК-1.4.1. Контролирует последовательность и детали выполнения всего цикла полевых сейсмических работ ПК-1.4.2. Разрабатывает основные разделы проекта проведения геофизических исследований в соответствии с геологическим и техническим заданием ПК-1.4.3. Использует сведениями об обработке и интерпретации сейсмических данных
ПК-1.5. Способен обрабатывать и интерпретировать данные профильной и площадной сейсморазведки, вертикальное сейсмопрофилирование, осуществлять комплексную интерпретацию данных сейсморазведки и ГИС	ПК-1.5.1. Анализирует способы, методы и алгоритмы интерпретации геофизических полей ПК-1.5.2. Выполняет основные процедуры обработки данных сейсморазведки и принимать решение об использовании тех или иных процедур обработки ПК-1.5.3 Оценивает качество и достоверность результатов обработки и изображений геологической среды и сопоставлять различные виды геолого-геофизической информации
ПК-1.6.Способен обобщать и формулировать результаты сейсмических	ПК-1.6.1 Владеет методами анализа геолого-геофизической информации ПК- 1.6.2 Выполняет комплексный анализ полученных геолого-геофизических результатов и применять выводы при написании отчета

исследований, ставить геологические задачи различных этапов работ	
ПК-1.7.Способен выполнять правил безопасного труда и охраны окружающей среды на объектах геологоразведочных работ	ПК-1.7.1 Контролирует выполнение правил охраны труда и техники безопасности при проведении сейсмических работ Пк-1.7.2 Обеспечивает соблюдение этих правил коллективом подчиненных

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

сформированные универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции;

способность самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности;

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

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

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

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

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

использование в работе современных технологий.

1.1.3 Общие требования к выпускной квалификационной работе

Выпускная квалификационная работа должна отвечать следующим требованиям:

- быть актуальной (иметь теоретическое обоснование актуальности изучаемой проблемы в современных условиях хозяйственной деятельности);

- носить научно-исследовательский характер;

-представлять самостоятельное исследование, демонстрирующее способность выпускника решать профессиональные проблемы, делать на основе анализа материалов, литературы, соответствующие выводы и вносить предложения;

- отражать добросовестность обучающегося 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.

1.1.4 Выбор, согласование и утверждение темы выпускной квалификационной работы

Выбор темы ВКР является правом студента. Он может предложить свою тему с письменным обоснованием целесообразности ее разработки, оформленным на имя заведующего кафедрой. Тема утверждается на заседании кафедры. Выбор темы квалификационной работы согласуется обучающимся с научным руководителем от выпускающей кафедры (кафедры геофизики нефти и газа) и с руководителем преддипломной практики от организации, в которой студент проходил преддипломную практику.

ВКР может представлять собой дипломный проект или дипломную работу. Дипломный проект должен быть посвящен решению геологической или иной прикладной задачи сейсморазведочными методами. Дипломная работа должна отражать результаты законченного исследования, решающего достаточно важную научную или прикладную проблему в области сейсморазведки.

При выборе темы ВКР необходимо исходить из:

- актуальности поставленных задач и их значимости ее для науки и производства;
- потребностей развития и совершенствования деятельности конкретной организации;
- интересов, склонностей обучающегося, перспектив его работы по профессии;
- научной специализации выпускающей кафедры и ее преподавателей;
- возможностей получения информации для проектирования или проведения научного исследования.

Формулировка тем выпускных квалификационных работ выполняется выпускающей кафедрой и доводится до сведения студентов. Тема выпускной квалификационной работы может являться продолжением темы курсовой работы, ранее представленной студентом.

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

Закрепление тем выпускных квалификационных работ за студентами оформляется приказом по университету. **Тема, утвержденная приказом ректора университета, изменению не подлежит**. Исключение составляют случаи, когда возникли объективные непреодолимые препятствия к ее разработке. Изменение темы оформляется приказом по университету на основании письменного заявления студента и представления заведующего кафедрой.

1.1.5 Структура и содержание выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа состоит из следующих элементов:

1. Титульный лист (Приложение А)**.**

2. Сопроводительные документы:

2.1 Задание на выполнение выпускной квалификационной работы (Приложение В)

2.2 Отзыв научного руководителя (Приложение Г)

2.3 Отзыв рецензента (Приложение Д)

2.4 Документ, подтверждающий внедрение результатов исследования (Приложение Е). Прилагается, при наличии.

2.5 Справка на антиплагиат (Приложение Ж).

3. Оглавление.

4. Введение.

5. Основная часть работы.

6. Список использованных источников.

7. Приложения.

Титульный лист учитывается в общей нумерации страниц ВКР, но порядковый номер на нем не ставится. *Сопроводительные документы*(см. пункты 2.1-2.5), следуют по порядку за титульным листом, но они не учитываются в общей нумерации страниц ВКР и порядковые номера на них не ставятся.

Титульный лист и Задание на выполнение выпускной квалификационной работы оформляются по определенному шаблону. Образцы оформления *Титульного листа* и *Задания* приведены соответственно в приложениях А и В.

На титульном листе ставятся подписи: студента, руководителя, консультантов (при наличии) и заведующего выпускающей кафедры. Подписями руководителя и заведующего кафедрой подтверждается допуск выпускной квалификационной работы к защите.

Задание на выполнение выпускной квалификационной работы (Задание) содержит следующие основные реквизиты, обязательные для заполнения и выполнения:

- тема ВКР;
- срок сдачи полностью выполненной ВКР;
- исходные данные к ВКР;
- содержание ВКР по главам и разделам основного текста - перечень основных вопросов, подлежащих исследованию или разработке;
- список графических приложений;
- консультанты по главам ВКР;
- фамилия, должность и ученая степень руководителя ВКР;
- график выполнения ВКР.

Составление *Задания* студент выполняет под контролем руководителя ВКР. Задание составляется в 2-х экземплярах и утверждается заведующим кафедрой. Один экземпляр задания выдается дипломнику (этот экземпляр подшивается в ВКР после титульного листа), другой хранится в личном деле студента в архиве университета.

График выполнения ВКР отражает основные сведения об этапах работы, результатах и сроках выполнения задания, отметки научного руководителя о выполнении объемов работы.

Невыполнение *Задания* или непредоставление в установленный срок и в установленном виде выпускной квалификационной работы может повлечь следующие последствия:

- недопущение студента к защите ВКР в сроки, определенные приказом по университету для защиты в ГЭК;

- перенос даты защиты ВКР на иной срок;

- отказ в защите по данной теме по причине несоблюдения установленных требований содержательного и (или) формального характера;

- отчисление студента из университета по причине невыполнения им учебного плана.

Оглавление работы помещают после всех сопроводительных документов. Слово «ОГЛАВЛЕНИЕ» записывают в виде заголовка в центре первой строки прописными буквами.

В оглавлении работы указывается перечень всех глав и параграфов ВКР, а также номера страниц, с которых они начинаются. Главы ВКР нумеруются арабскими цифрами. Номер параграфа состоит из номера главы и номера параграфа по порядку в данной главе, отделенного от номера главы точкой. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте.

Введение, Заключение, Список использованных источников включают в оглавление, но не нумеруют. Пример оформления оглавления ВКР приведен в приложении К.

Страницы, на которых помещается оглавление, учитываются в общей нумерации страниц ВКР, но порядковый номер на них не ставится.

Введение и *Основная часть работы* формируются в зависимости от того, что представляет из себя ВКР – проект на производство сейсморазведочных работ, либо научно-исследовательскую работу. посвященную прикладной проблеме в области сейсморазведки.

Структура и содержание дипломного проекта

При определении структуры и содержания дипломного проекта во внимание были приняты рекомендации организаций, входящих в структуру МИНОБРНАУКИ РФ, нормативные документы соответствующих отраслевых министерств и ведомств (Минприроды России, РОСНЕДРА, Минэнерго России и пр.), регламенты производственных и научно-исследовательских подразделений, специализирующихся в области сейсморазведки при поисках и разведке месторождений углеводородов.

Проектом должно предусматриваться применение наиболее прогрессивных методов и методик сейсморазведки, современных аппаратуры и технологий проведения сейсморазведочных работ, эффективных приемов и средств обработки и интерпретации сейсморазведочных данных при оправданной минимизации затрат материальных, временных и людских ресурсов.

Во введении к проекту указываются: краткие сведения о направленности проектируемых работ и обоснование их актуальности; информация о том, какая организация, где и когда будет выполнять проектируемые работы; сведения о материале и информации, послужившем основой для написания проекта, и характере участия автора проекта в получении этого материала.

В структурном плане дипломный проект делится на текстовую составляющую и графические приложения. Ниже приведены требования к оформлению текста и графических приложений.

Текстовая составляющая

Текст оформляется одним томом, в который включаются геолого-методическая, производственно-техническая и сметная части. Основной текст проекта на проведение полевых сейсморазведочных работ должен состоять из следующих элементов:

Геологическое задание

Техническое задание

1. Условия производства работ

2. Геологическая и геофизическая изученность
3. Геологическое строение района
4. Обоснование постановки сейсморазведочных работ
5. Методика и объемы проектируемых работ
6. Строительство временных зданий и сооружений
7. Транспортировка грузов и персонала партии
8. Другие виды работ и затрат
9. Охрана труда и техника безопасности при проведении сейсморазведочных работ
10. Охрана окружающей среды
11. Перечень видов и объемов проектируемых работ
12. Список литературы

Смета к проекту

Объем проекта должен составлять не более 80-100 страниц. Рекомендации по написанию глав проекта даны в Инструкции по сейсморазведке (Инструкция … ,1986). Смета оформляется в соответствии с действующими сборниками основных расходов на геологоразведочные работы.

Графические приложения дипломного проекта должны быть логически и структурно связаны с ним. Графические приложения призваны, прежде всего, служить наглядному обоснованию проектируемых работ и тем самым способствовать уверенной защите дипломного проекта. Графические приложения могут иллюстрировать геологическое строение участка работ, данные геофизических исследований, результаты интерпретации геофизической информации или содержать иную, необходимую при защите проекта информацию.

При написании проекта на обработку и интерпретацию данных сейсморазведочных работ главы и разделы, относящиеся к полевым работам, не прорабатываются.

Структура и содержание дипломной работы

Поскольку основой дипломной работы является обсуждение и анализ результатов научных или прикладных исследований, полученных автором самостоятельно или в составе творческого коллектива, то структура изложения ее содержания достаточно стандартна. В наиболее общем виде дипломная работа состоит из текстовой составляющей и графических приложений. Основа текстовой составляющей - введение, несколько предметных разделов и заключение. Объем работы должен составлять не более 60-80 страниц.

Во введении к дипломной работе приводится постановка проблемы, на решение которой направлена дипломная работа, и характеризуется ее актуальность. Содержатся краткие сведения об исходном материале - геолого-геофизических данных, инструментах исследования - программном обеспечении, моделирующих системах и пр., использованных при выполнении работы. Отражается личный вклад и характер участия автора в проведении исследований, обработке и анализе полученных данных. Если результаты исследований полностью или частично выносились на публичное обсуждение путем выступлений на конференциях любого уровня или публиковались, то это обстоятельство следует отметить.

Предметные разделы должны отражать:

1. Состояние проблемы на данный момент времени

Этот раздел должен содержать описание известных методов, способов или путей решения проблемы, выбранной и обоснованной автором дипломной работы в качестве предмета исследования.

2. Цели и задачи исследований

В этом разделе, на основе анализа эффективности описанных выше методов, способов или путей решения проблемы, формулируются цель дипломной работы и задачи (методические, конструкторские, экспериментальные, теоретические, программно-алгоритмические и пр.), которые необходимо решить для достижения поставленной цели.

3. Методика проведения исследований

Данный раздел должен содержать, помимо описания методики проведения исследований, подробную характеристику использованных аппаратуры и оборудования, или систем физического или математического моделирования, программного обеспечения и пр.

4. Полученные результаты и их анализ

В этом разделе приводятся и анализируются результаты выполненных исследований, осуществляется их сопоставление с ранее достигнутыми результатами и уже известными данными.

В конце каждого из предметных разделов необходимо помещать выводы. Они служат основанием для логического построения проводимого исследования.

Заключение

В нем приводится научное и практическое значение достигнутых в дипломной работе результатов и, при необходимости, даются рекомендации, касающиеся возможного, по мнению автора, дальнейшего направления работ.

Конкретное информационное наполнение перечисленных выше разделов дипломной работы и их компоновка определяются самим автором, исходя из содержания выполненного им исследования и возможности оптимального изложения его результатов.

Графические приложения к дипломной работе должны, прежде всего, иллюстрировать результаты исследований. Они могут также содержать любую информацию, которую автор сочтет важной для стороннего анализа и понимания методики проведения исследований, обработки и интерпретации информации, полученной в процессе их выполнения и результатов работы.

Нумерация страниц, на которых приводится текст основной части работы выполняется по порядку, начиная со страницы с *Оглавлением*.

Список использованных источников является составной частью работы и отражает степень изученности рассматриваемой проблемы. При этом в список использованных источников включаются, те источники, на которые в работе имеются библиографические ссылки. Использованные источники должны содержать их полное описание в соответствии с требованиями стандартов.

Порядок оформления списка использованных источников представлен в приложении Л.

Нумерация страниц, на которых приводится *Список использованных источников*, должна продолжать общую нумерацию страниц основного текста.

В *приложения* следует выносить вспомогательный материал, который при включении в основную часть работы загромождает текст. К вспомогательному материалу относятся таблицы цифровых данных, инструкции, методики, иллюстрации вспомогательного характера, заполненные формы документов, выдержки из локальных нормативных актов и др. Нумерация страниц, на которых даются приложения, должна продолжать общую нумерацию страниц основного текста.

Объем выпускной квалификационной работы должен составлять до 60-80 страниц компьютерного набора (без приложений).

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

1.1.6 Руководство выпускной квалификационной работой

Общее руководство и контроль за ходом выполнения ВКР осуществляет выпускающая кафедра в лице научного руководителя. В обязанности руководителя ВКР входят:

- помощь студенту с выбором темы и разработкой плана работы;
- консультирование студента при заполнении пунктов задания на выполнение выпускной квалификационной работы;
- помощь студенту в подборе необходимой литературы по теме ВКР;
- контроль хода работы и информирование кафедры о степени готовности ВКР;
- написание отзыва на законченную работу.

Проверяя работу, научный руководитель выявляет умение пользоваться техническим языком специальности, полноту, глубину и всесторонность рассмотрения поставленных задач, последовательность и логичность 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 решения поставленных задач, противоречивости, отклонения от темы и других недостатков руководитель предлагает выпускнику устранить их, рекомендует пути и сроки их устранения.

Руководитель ВКР помогает выпускнику на всех этапах его работы, но эта помощь не должна выливаться в соавторство. Отношения руководителя со обучающимся строятся на основе сотрудничества.

1.2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

1.2.1 Основные этапы и сроки выполнения выпускной квалификационной работы

Рекомендуются следующая последовательность этапов выполнения выпускной квалификационной работы и сроки их выполнения:

- выбор темы работы, её утверждение, составление программы исследования – *за месяц до начала государственной итоговой аттестации*;
- подбор научной литературы, нормативной и технической документации и ознакомление с ними, составление литературного обзора по проблеме исследования - *за две недели до начала преддипломной практики*;
- сбор и обобщение материалов для написания работы;
- написание основной части работы и представление её руководителю не позднее, чем *за 4 недели до дня защиты*, доработка по замечаниям руководителя;

- написание введения и заключения, подготовка списка использованных источников, приложений, представление работы научному руководителю не позднее, чем *за две с половиной недели до дня защиты*;

- прохождение нормоконтроля, исправление замечаний по оформлению работы *не менее, чем 1 неделю до даты защиты;*

- проверка в системе Антиплагиат *за три дня до даты защиты;*

- размещение работы на портфолио *за три дня до защиты;*

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

1.2.2 Подготовка к защите выпускной квалификационной работы

Законченная выпускная квалификационная работа подписывается студентом на титульном листе, в конце текстовой части, во всех штампах (основных надписях) в тексте и на графических материалах.

Далее ВКР, представляющая собой дипломный проект (в редких случаях - дипломную работу), отдаются на подпись консультанту по геологии и консультанту по экономике. Подписываются текст и графические приложения. После успешной процедуры подписания ВКР у консультантов работа представляется 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, практическая ценность работы, оценка подготовленности студента, инициативности и самостоятельности при решении задач выпускной квалификационной работы, умение студента работать с литературными источниками, 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.

По окончанию просмотра и одобрения дипломного проекта (работы) руководитель подписывает: титульный лист, листы введения текстовой части проекта и сметы и каждое из графических приложений. Решение научного руководителя является основанием для допуска кафедрой ВКР к защите.

Подписанная руководителем ВКР в сопровождении письменного отзыва не менее, чем за 1 неделю до даты защиты поступает к заведующему кафедрой. На основании представленных материалов заведующий кафедрой решает вопрос о допуске студента к защите перед Государственной аттестационной комиссией (ГАК) и делает об этом соответствующую запись в задании на дипломное проектирование. Далее заведующий направляет ВКР рецензенту не менее, чем за 6 дней до защиты. Не позднее, чем за 5 календарных дней до дня защиты кафедра обеспечивает ознакомление обучающегося с отзывом руководителя и рецензией.

Текст ВКР должен быть проверен на объем заимствований в системе «Антиплагиат», результат проверки печатается в виде отчета. ВКР размещается в портфолио не позднее, чем за 3дня до защиты.

Перед защитой студентом представляются в ГЭК следующие документы:

1) ВКР, подписанная на титульном листе выпускником, научным руководителем, консультантами (если есть) и заведующим выпускающей кафедры (Приложение А);

2) задание на выполнение работы с отметками сроков окончательной подготовки работы, подписанное научным руководителем, консультантами (если есть), заведующим кафедрой и заключением кафедры о допуске к защите;

3) отзыв научного руководителя;

4) отзыв рецензента;

5) отчет о проверке в системе «Антиплагиат».

Готовясь к защите работы, студент составляет текст выступления, содержащего наиболее значимые позиции проекта или результаты исследования (для выступления выпускнику отводится 12-15 минут);оформляет презентацию для сопровождения доклада демонстрационным материалом, раздаточный материал к докладу, продумывает ответы на замечания рецензента.

Работу над текстом доклада следует начинать сразу же после представления работы на кафедру и продолжить после ознакомления с отзывом руководителя и рецензией. Вдокладе он должен кратко сформулировать актуальность, цель и задачи работы, изложить основные результаты, выводы и рекомендации, конкретные предложения, обосновать возможность их реализации, эффективность, а также указать личный вклад в разработку проблемы. На вопросы и замечания отзыва и рецензии целесообразно подготовить письменные ответы.

1.2.3 Защита выпускной квалификационной работы

Защита выпускной квалификационной работы проводится на открытом заседании ГЭК.

Ниже представлен порядок защиты.

1.Председатель ГЭК объявляет фамилию, имя и отечество выпускника, название работы с указанием места ее выполнения, предоставляет слово студенту для доклада.

2. Студент делает доклад продолжительностью не более 12-15 минут. Если докладчик не укладывается в отведенный временной интервал, то председатель останавливает его речь и переходит к следующему этапу защиты.

3. По окончании доклада члены ГЭК задают вопросы защищающемуся студенту по содержанию его проекта (работы) или изученных им в университете дисциплин. На все вопросы студент обязан давать краткие и четкие ответы. Кроме членов ГЭК, вопросы может задать любой из присутствующих на защите.

4. Зачитывается внешняя рецензия на выпускную квалификационную работу.

5. Выступление руководителя выпускной квалификационной работы, а в случае его отсутствия секретарь ГЭК зачитывает отзыв руководителя.

6. Председатель ГЭК предоставляет слово для выступления, желающим из присутствующих на защите, затем выпускнику. Выпускник дает ответы на замечания рецензента и всех, выступивших при обсуждении работы.

7. Председатель ГЭК объявляет об окончании защиты.

После окончания открытой защиты проводится закрытое заседание ГЭК (возможно с участием руководителей), на котором определяются итоговая оценка по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно») и решается вопрос о присвоении обучающемуся квалификации "горный инженер геофизик" с выдачей диплома соответствующего образца. При этом учитываются качество проекта (работы), отзыв

руководителя, оценка, рекомендованная рецензентом, характер доклада и ответов на вопросы, а также успеваемость студента за время обучения в университете. После закрытого обсуждения председатель объявляет решение ГЭК. Решение ГЭК записывается в зачетную книжку студента и подписывается всеми членами ГЭК.

По каждой защите секретарем ГЭК ведется *Протокол заседания ГЭК*. В него вносятся все заданные вопросы, особые мнения, решение комиссии об оценке и присвоении квалификации.

2 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Оценка выпускной квалификационной работы производится по шести группам критериев.

1. ***Качество выпускной квалификационной работы*** оценивается по следующим составляющим:

- *обоснованность актуальности работы* предполагает оценку степени убедительности оснований, побудивших студента выбрать данную задачу для проекта или исследования;

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

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

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

3. ***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 выполненнойработы, умения пользоваться иллюстративным материалом;

- *качество иллюстраций* к докладу предполагает оценку соответствия подбора иллюстративных материалов содержанию доклада, грамотность ихоформления и упоминания в докладе, выразительность использованных средств;

- *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.).

4. ***Качество ответов на вопросы, задаваемые членами ГЭК*** предполагает оценку правильности, четкости, полноты и обоснованности ответов выпускника, умения лаконично и точно сформулировать свои мысли, используя при этом необходимую научную, профессиональную терминологию;

5. Оценка выпускной квалификационной работы рецензентом.

6. Оценка выпускной квалификационной работы научным руководителем.

Оценка по итогам государственной итоговой аттестации определяется простым суммированием баллов по представленной ниже сводке критериев оценки.

	Критерии оценки	*Количество баллов*
1	***Критерии содержания ВКР***	***30***
1.1	Обоснованность выбора и актуальность темы проекта или исследования, его практической и теоретической значимости	0-5
1.2	Уровень теоретической проработки задач проекта или исследования, осмысления теоретических вопросов и обобщения собранного материала	0-5
1.3	Объем и уровень анализа профессиональной, научной литературы, релевантность, полнота, корректность и содержание цитирования	0-5
1.4	Наличие в ВКР результатов, которые имеют существенное значение для развития конкретных направлений в геологоразведочной или представляют научно-обоснованные разработки, использование которых в полном объёме позволит обеспечить решение прикладных задач или производственных проблем	0-5
1.5	Умение логически верно, аргументировано и ясно излагать материалы исследования в ВКР, четко формулировать выводы	0-5
1.6	Умение использовать компьютерные технологии в режиме пользователя для решения профессиональных задач	0-5
2	***Критерии оформления ВКР***	**10**
2.1	Владение научным стилем изложения с использованием профессиональной терминологии, орфографическая и пунктуационная грамотность	0-5
2.2	Соответствие формы представления работы требованиям, предъявляемым к оформлению ВКР	0-5
3	***Критерии процедуры защиты***	**20**
3.1	Качество устного доклада: соответствие доклада содержанию работы, логичность построения доклада, точность формулировок, обоснованность выводов, культура речи	0-5
3.2	Владение профессиональной терминологией и навыками профессиональной аргументации	0-5
3.3	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
3.4	Поведение докладчика на защите: речь, манера говорить, привлекать внимание к важным моментам в докладе, отстаивать свою точку зрения при ответах на вопросы	0-5
4	***Вопросы членов ГЭК***	**10**
4.1	Качество ответов на вопросы членов ГЭК по сформированности компетентностей общекультурных (ОК) и общепрофессиональных (ОПК) компетенций: правильность и полнота ответов глубина, логичность	0-5
4.2	Качество ответов на вопросы членов ГЭК по сформированности компетентностей профессиональных (ПК) и профессионально-специализированных (ПСК) компетенций: правильность и полнота ответов глубина, логичность	0-5
5	***Отзыв рецензента ВКР***	**15**
5.1	Теоретическая и (или) практическая значимость исследования	0-5
5.2	Уровень полноты оценки состояния проблемы, корректности постановки задачи использования в работе методов проектирования или исследования	0-5
5.3	Уровень применения в работе знаний смежных дисциплин;	0-5

6	***Отзыв руководителя ВКР***	**15**
6.1	Ответственное отношение к работе, дисциплинированность, стремление к достижению высоких результатов, самостоятельность, добросовестность в выполнении работы, соблюдение сроков представления материалов	0-5
6.2	Владеет навыками самостоятельного получения новых знаний, использования современных технологий в профессиональной деятельности	0-5
6.3	Умение систематизировать и анализировать данные из разных источников информации	0-5
	Итого баллов	**100**

Правила оценивания результатов защиты ВКР

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

70-89 баллов(70-89%) **–** оценка **«хорошо»;**

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

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

3 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочными средствами результатов обучения на этапе государственной итоговой аттестации являются выпускная квалификационная работа, ее защита по установленной процедуре и вопросы, задаваемые членами ГЭК, отзывы руководителя и рецензента.

Выпускная квалификационная работа, в которой выпускнику предлагается по поставленной производственной или научно-практической проблеме сформулировать самостоятельно цель, гипотезы, сделать разработку проекта на проведение сейсморазведочных работ или программы исследования, собрать информацию, проанализировать ее, провести необходимые расчеты, построить модели, предложить варианты решения проблемы и обосновать показатели оценки результативности, позволяет ГЭК оценить готовность выпускника решать профессиональные задачи в области производственно-технологической деятельности в соответствии со специализацией «Сейсморазведка». Эта оценка производится по наличию следующих компетенции: общекультурных -ОК-1, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ОК-7, всех общепрофессиональных, кроме ОПК-3, профессиональных ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4,и всех профессионально-специализированных.

Отзывы руководителя и рецензента, защита ВКР по установленной процедуре, включая доклад, презентацию, ответы выпускника на вопросы государственной экзаменационной комиссии, дополнительно позволяет сделать вывод о сформированности компетенций, которые нельзя оценить по ВКР.

3.1 Примерная тематика выпускных квалификационных работ

1. Проект на выполнение обработки и интерпретации результатов полевых сейсморазведочных работ МОГТ-3D масштаба 1:50000 на Патрушинской площади Ямальского района ЯНАО на 2020-2021гг.
2. Проект на проведение детальных сейсморазведочных работ МОГТ-3D масштаба 1:25000 на Егоровской площади Богучанского и Кежемского районов Красноярского края на 2020-2021гг.

3. Получение сейсмических изображений геологической среды на основе информации об углах наклона отражающих границ.

4. Проект на проведение морских сейсморазведочных работ МОГТ-3D масштаба 1:50000 на Мурманской площади Баренцева моря на 2020-2021гг.

5. Статистическая интерпретация сейсмически атрибутов с целью прогноза фильтрационно-емкостных свойств пласта $ПБ_{10}$ на Пурпейской площади.

6. Анализ возможности применения нерегулярной системы наблюдений МОГТ-3D на примере Бухаровского месторождения Свердловской области.

7. Способ преобразования сейсмических данных метода преломленных волн в динамические изображения геологической среды.

8. Проект на проведение детальных сейсмических исследований методом межскважинной сейсмической томографии масштаба 1:500 в квартале, ограниченном улицами Менделеева, Лесотехникума и Энтузиастов г. Уфы Республики Башкортостан на 2020-2021гг.

9. Проект на проведение сейсморазведочных работ методами НВСП и ПМ ВСП по изучению трещиноватости и подвижности флюидов в околоскважинном пространстве на Куакбашской площади Ромашкинского месторождения Лениногорского района Республики Татарстан на 2020-2021гг.

10. Применение дифракционного подхода при решении задачи получения изображений геологической среды в инженерной сейсморазведке

11. Использование лучевого моделирования при интерпретации данных глубинных сейсмических исследований, выполненных на шельфах Баренцева и Карского морей.

12. Проект на производство поисковых сейсморазведочных работ МОГТ-2D масштаба 1:50000 на Восточном лицензионном участке Средне-Ботуобинского нефтегазоконденсатного месторождения», расположенном в Мирнинском районе республики Саха на 2020-2021 гг.

13. Проект на проведение региональных сейсморазведочных работ МОГТ-2D масштаба 1:200 000 на Оморинской площади в Эвенкийском районе Красноярского края на 2020-2021гг.

3.2 Теоретические вопросы государственной итоговой аттестации, оценивающие сформированность универсальных компетенций

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

2. В какой мере наука является фактором развития общества в современном мире?

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

4. Почему знание закономерностей развития экономики является необходимым условием достижения успеха в различных сферах деятельности?

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

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

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

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

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

10. Возможна ли успешная профессиональная самореализация работника без формирования потребности и способности к самоорганизации и самообразованию?

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

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

3.3 Теоретические вопросы государственной итоговой аттестации, оценивающие сформированность общепрофессиональных компетенций

1. В чем Вы видите основные причины необходимости овладения навыками логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь?

2. Зачем необходимо повышать уровень своей профессиональной компетентности?

3. В чем вы видите основные причины необходимости овладения навыками профессионального общения на иностранном языке?

4. Какие информационные технологии использовались при выполнении работы?

5. Какие профессиональные задачи были решены при выполнении работы?

6. Каково значение информации в развитии современного информационного общества?

7. Какие методы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий предусмотрены в проекте?

8. Аналитическая база, используемая при выполнении работы?

9. Как вы оцениваете свой вклад в представленную работу?

3.4 Примерные вопросы государственной итоговой аттестации, оценивающие сформированность профессиональных компетенций в производственно-технологической деятельности

1.В чем состоит практическая значимость выполненной работы?

2. Какие технические средства выбраны для решения поставленных задач и как планируется осуществлять контроль за их применением?

3. Какие геолого-геофизические работы выполнялись собственно автором?

4. Какие правила обеспечения безопасности технологических процессов, а также персонала при проведении полевых работ предусмотрены проектом?

5. Какие мероприятия по защите окружающей среды запроектированы в работе?

6. Чем обусловлена актуальность представленной автором работы?

7. Какой фактический материал использован при выполнении выпускной работы?

8. Какие программные средства применялись для выполнения графических приложений?

9. Назовите основные результаты экономической оценки стоимости проекта?

3.5 Примерные вопросы государственной итоговой аттестации, оценивающие сформированность профессионально-специализированных компетенций, соответствующих специализации «Сейсморазведка»

1. Проанализировав геолого-геофизическую изученность в пределах проектного участка, в том числе сейсморазведкой, сформулируйте необходимость постановки выбранной в проекте стадии геологоразведочных работ.

2. Чем обусловлена необходимость наличия нескольких скважин глубокого бурения на участке, где производятся работы МОГТ-3D

3. Какие геологические параметры были выбраны в качестве ключевых при определении методики проведения сейсморазведочных работ?

4. Как определялась в проекте разрешающая способность сейсморазведочных работ?

5. Обоснуйте выбранную в проекте методику учета влияния на глубинные построения верхней части геологического разреза.

6. Какая цель ставится перед опытными полевыми работами?

7. Каким образом использовалось сейсмическое моделирование на стадии выбора параметров системы наблюдения?

8. Какие процедуры и технологические операции необходимо выполнить перед началом производства полевых сейсморазведочных работ?

9. Как обосновать точность и масштаб топографо-геодезических работ, сопровождающих сейсморазведочные работы?

10. От каких параметров аппаратуры и оборудования зависит сценарий отработки съемки МОГТ 3D?

11. От каких параметров аппаратуры и оборудования зависит методика производства скважинных наблюдений при вертикальном сейсмическом профилировании?

12. Какие тенденции развиваются в методике проведения полевых наземных (морских) сейсморазведочных работ?

13. Сколько и какие подразделения предусмотрены в структуре сейсмической партии проектом?

14. Какие должности занимают и какие обязанности выполняют специалисты (инженеры) в области сейсморазведки в сейсморазведочной партии?

15. Какие специализированные компьютерные программы использованы для выполнения расчетов по проекту?

16. Как производятся амортизационные отчисления на аппаратуру и оборудование?

17. Что подразумевается под статьей «отчисления на социальные нужды» в смете на производство работ?

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Пример оформления титульного листа выпускной квалификационной работы

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



ФАКУЛЬТЕТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

Кафедра геологии и геофизики нефти и газа

Специальность: **21.05.03 Технология геологической разведки**

Специализация: **Сейсморазведка**

Выпускная квалификационная работа специалиста

Тема: Проект на проведение детальных сейсморазведочных работ МОГТ-3D масштаба 1:25000 на Егоровской площади Богучанского и Кежемского районов Красноярского края на 2029-2030 гг.

Заведующий кафедрой ГНГ	_____	Проф. д.г.-м.н.БондаревВ.И.
Руководитель проекта	_____	Доц. к.г.-м.н. Крылатков С.М.
Консультант по геологии	_____	Доц. к.г.-м.н. Ворожев Е.С.
Консультант по экономике	_____	Доц. к.э.н. Жуков В.Г.
Студент	_____	Иванова Н.В.
Учебная группа		НФ-24

Екатеринбург 2029 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Пример оформления заявления на утверждение темы выпускной квалификационной работы

Зав. кафедрой ГНГ
Проф. Бондареву В.И.

от студентки группы НФ-24
Ивановой Н.В.

Заявление
на утверждение темы выпускной квалификационной работы

Прошу утвердить мне тему выпускной квалификационной работы:
Проект на проведение детальных сейсморазведочных работ МОГТ-3D масштаба 1:25000 на Егоровской площади Богучанского и Кежемского районов Красноярского края на 2029-2030 гг.

Место прохождения преддипломной практики:

_____

Руководитель: Крылатков С.М., к.г.-м.н., доцент_____
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, должность)

Дата: _____

Подпись студента: _____

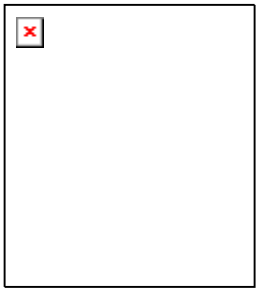
Подпись руководителя: _____

Решение зав. кафедрой
«Утверждаю»
_____

«___»_____20_г.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Пример оформления задания на выполнение выпускной квалификационной работы



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

Кафедра геофизики нефти и газа

Специальность: **21.05.03 Технология геологической разведки**

Специализация:**Сейсморазведка**

«Утверждаю»
Заведующий кафедрой

_____В.И. Бондарев

«_»_____ 20 г.

ЗАДАНИЕ
ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Студенту _____
(Фамилия, имя, отчество полностью)

1. Тема дипломного проекта (работы)Проект на проведение детальных сейсморазведочных работ МОГТ-3D масштаба 1:25000 на Егоровской площади Богучанского и Кежемского районов Красноярского края на 2029-2030 гг.
утверждена приказом по университету № ___ / ___ от « ___ » _____20 _ г.

2. Срок сдачи студентом дипломного проекта (работы) «____» _____20_ г.
3. Исходные данные к дипломному проекту (работе) *Материалы производственных и преддипломной практик, задание руководителя проекта.* _____
4. Содержание расчетно-пояснительной записки:
4.1 Геолого-методическая часть

Введение
Геологическое задание
Техническое задание

1. Условия производства работ
2. Геологическая и геофизическая изученность
3. Геологическое строение района
4. Обоснование постановки сейсморазведочных работ
5. Методика и объемы проектируемых работ.
6. Строительство временных зданий и сооружений
7. Транспортировка грузов и персонала партии
8. Другие виды работ и затрат
9. Охрана труда и техника безопасности при проведении сейсморазведочных работ
10. Охрана окружающей среды

11. Перечень видов и объемов проектируемых работ.
Список литературных источников

4.2 Смета к проекту

5. Графический материал _____

Сводный литолого-стратиграфический разрез
Временной разрез нефтегазоносного интервала
Схема отработки участка работ

6. Консультанты по разделам дипломного проекта (работы):

Раздел дипломного проекта (работы)	Фамилия, имя, отчество	Место работы, должность, степень, звание	Подпись
Главы 1-3	*Ворожев Е.С.*	*УГГУ, доц., к.г.-м.н., каф. ЛГГИ*	
Смета	*Жуков В.Г.*	*УГГУ, доц., к.э.н., каф. ЭМ*	
Норм. контролер	*Бондарев В.И.*	*УГГУ, проф., д.г.-м.н., каф. ГНГ*	

Ф.И.О. руководителя дипломного проекта (работы) _____

ученая степень _____ ученое звание _____

7. График выполнения дипломного проекта (работы):

Наименование раздела дипломного проекта (работы)	Срок выполнения
Введение, геологическое и техническое задание	11.05.2029
Главы 1-3	29.05.2029
Глава 4	03.06.2029
Глава 5	10.06.2029
Главы 6-11, Список литературных источников	15.06.2029
Смета	18.06.2029
Графический материал, презентация	19.06.2029

Дата выдачи задания « __ » _____ 20 _г.

Руководитель дипломного проекта (работы) _____ (подпись)

Задание по дипломному проектированию получил _____ (подпись)

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

1. Отзыв научного руководителя о рекомендации к защите

Работа рекомендована к защите

___.06.2020__ _____

дата подпись

2. Решение кафедры о выдвижении ВКР на защиту

Работа допущена к защите

___.06.2020 _____

дата подпись зав. кафедрой

Решение ГЭК по результатам защиты работы

- студента(ку) как полностью выполнившего(ую) учебный план, успешно защитившего(ую) выпускную квалификационную работу, считать окончившим(ей) ФГБОУ ВО УГГУ по специальности 21.05.03Технология геологической разведки с присвоением квалификации ***ГОРНЫЙ ИНЖЕНЕР-ГЕОФИЗИК***

«___» июня 2020 г. Председатель ГЭК_____

дата подпись

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Форма отзыва руководителя выпускной квалификационной работы

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Выпускная квалификационная работа выполнена

Студентом (кой)	Ивановой Н.В.
Специальность	21.05.03 Технология геологической разведки
Кафедра	Геофизики нефти и газа
Группа	НФ-24
Руководитель	Крылатков С.М.

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

Отмеченные достоинства _____
_____
_____
_____

Отмеченные недостатки _____
_____
_____
_____

Заключение: *Выпускная квалификационная работа студентки Ивановой Н.В. может быть рекомендована к защите*

Научный руководитель: _____ «___» июня 2020 г.

подпись

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Форма отзыва рецензента о выпускной квалификационной работе

ОТЗЫВ
РЕЦЕНЗЕНТА О ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

Ф. И.О. выпускника	Иванова Н.В.
Специальность	21.05.03Технология геологической разведки
Специализация	Сейсморазведка
Форма обучения	очная
Тема рецензируемой работы	Проект на проведение детальных сейсморазведочных работ МОГТ-3D масштаба 1:25000 на Егоровской площади Богучанского и Кежемского районов Красноярского края на 2029-2031 гг.
Рецензент	Рябков В.В.
место работы, должность	ОАО «Баженовская геофизическая экспедиция», консультант по вопросам геологии и геофизики

Заключение о степени соответствия выпускной квалификационной работы заданию

Оценка теоретической части ВКР (теоретическая значимость исследования)

Оценка аналитической части ВКР (анализ представленных методик исследования)

Оценка проектной части ВКР (практическая значимость исследования)

Оценка самостоятельности работы студента при выполнении ВКР

Оценка сформированности компетенций, предусмотренных федеральным государственным образовательным стандартом:

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

Замечания и рекомендации по ВКР_____
_____
Общая оценка ВКР_____
_____
_____

Рецензент: _____ В.В. Рябков
(подпись)
«_____» _____ 2020г.
М.П

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Пример оформления документа, подтверждающего использование результатов выпускной квалификационной работы

СПРАВКА
об использовании результатов выпускной квалификационной работы на тему:
«Проект на проведение детальных сейсморазведочных работ МОГТ-3D масштаба 1:25000 на Егоровской площади Богучанского и Кежемского районов Красноярского края на 2020-2021 гг.»

Предложения по методике проведения сейсморазведочных работ, представленные в исследовании Н.В.Ивановой, нашли применение в практической деятельности сейсмической партии №4 ОАО «ГЕОТЕК».

Рекомендации автора по совершенствованию технологии производства работприняты в качестве базовых для повышения производительности труда сейсмических отрядов в ОАО «ГЕОТЕК»

Директорпо развитию _____ Фамилия И.О.
(подпись)
М.П.

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Пример структуры и оформления содержания выпускной квалификационной работы

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Геологическое задание	6
Техническое задание	8
1. Условия производства работ	10
2. Геологическая и геофизическая изученность	14
3. Геологическое строение района	21
4. Обоснование постановки сейсморазведочных работ	30
5. Методика и объемы проектируемых работ	40
6. Строительство временных зданий и сооружений	50
7. Транспортировка грузов и персонала партии	55
8. Другие виды работ и затрат	58
9. Охрана труда и техника безопасности при проведении сейсморазведочных работ	60
10. Охрана окружающей среды	65
11. Перечень видов и объемов проектируемых работ	70
Список литературных источников	73
Смета к проекту	75
Приложения	80

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Примеры библиографических описаний, применяемых при оформлении списка использованных источников

МОНОГРАФИИ

1. *Заварицкий А. Н.* Изверженные горные породы. М.: Наука, 1961. 479 с.

2. *Каждан А. Б.* Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых (Научные основы поисков и разведки). М.: Недра, 1984. 285 с.

3. *Методика изучения гидротермально-метасоматических образований* / Е. В. Плющев, О. П. Ушаков, В. В. Шатов, Г. М. Беляев. Л.: Недра, 1981. 252 с.

4. *Атлас текстур и структур осадочных горных пород.* Ч.1. Обломочные и глинистые породы / под ред. А. В. Хабакова. М.-Л.: Госгеолиздат, 1962. 578 с.

ПЕРЕВОДНАЯ ЛИТЕРАТУРА

5. *Бейтс Р. Л.* Геология неметаллических полезных ископаемых: пер. с англ. М.: Мир, 1965. 548 с.

6. *Крамбейн У., Грейбилл Ф.* Статистические модели в геологии: пер. с англ. М.: Мир, 1969. 397 с.

СТАТЬИ ИЗ СБОРНИКА

7. *Клочихин А. В.* Ордовик, силур и нижний девон восточного крыла Зилаирского синклинория на Южном Урале // Вопросы геологии Восточной окраины Русской платформы и Южного Урала. Вып. 7. Уфа, 1960. С. 120 – 125.

СТАТЬИ ИЗ ЖУРНАЛА

8. *Ферштатер Г. Б., Ф. Беа, Н. С. Бородина, М. П. Монтеро.*Анатексис базитов в зоне палеосубдукции и происхождение анортозит-плагиогранитной серии Платиноносного пояса Урала // Геохимия. М., 1998. № 8. С. 768 – 781.

СТАТЬИ ИЗ ЖУРНАЛА АКАДЕМИИ НАУК

9. *Соболев А. Е.* Вендские мафиты и минерагения Южного Верхоянья // Докл. РАН. М., 1992. Т. 237. № 4 – 6. С. 557 – 560.

СТАТЬИ ИЗ ТРУДОВ

10. *Розен О. М., Федоровский В. С.* Коллизионные гранитоиды и расслоение земной коры (примеры кайнозойских, палеозойских и протерозойских коллизионных систем). М.: Научный мир (Тр. ГИН РАН. Вып. 595), 2001. 188 с.

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ, СОВЕЩАНИЙ

11. *Новые данные о рифейскомтектогенезе на Северо-Востоке России* А. К. Худолей, Р. Рейнбирд, Р. Стерн [и др]. // Тектоника, геодинамика и процессы магматизма и метаморфизма. Мат. совещ. М.: Геос, 1999. Т. II. С. 261 – 264.

ФОНДОВАЯ ЛИТЕРАТУРА

12. *Виниченко В. И.* (отв. исполн.). Отчёт о поисково-разведочных и ревизионных работах на рудное золото по Богомоловскому участку и месторождениям Смирновского рудного поля, проведённых Средне-Борзинской ГРП в 1969 г. / ЧГУ. Чита, 1970. 214 с.

СПРАВОЧНИКИ, ГОСТ, ИНСТРУКЦИИ

13. *Инструкция по составлению* и подготовке к изданию листов Гос. геологической карты РФ масштаба 1:200000. М.: Роскомнедра, 1995. 244 с.

14. *Минеральное сырьё.* Золото: справочник / Ю. М. Щепотьев, В. И. Куторгин, В. И. Натоцинский [и др.]. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1998. 85 с.

15. *Положение о порядке проведения* геологоразведочных работ по этапам и стадиям (твёрдые полезные ископаемые). М.: ВИЭМС МПР, 1999. 28 с.

16. *Сборник норм основных расходов* на геологоразведочные работы. Вып. 1, 3, 4, 5, 7, 10. М.: ВИЭМС, 1993.

17. *Сборник руководящих материалов*, по геолого-экономической оценке, месторождений полезных ископаемых. Т. 1, 2. М.: ГКЗ СССР, 1985, 1986. 576 с., 530 с.

18. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

ПРИЛОЖЕНИЕ М

АНТИПЛАГИАТ
ТВОРИТЕ СОБСТВЕННЫМ УМОМ

Уральский государственный горный университет

СПРАВКА

о результатах проверки текстового документа на наличие заимствований

Проверка выполнена в системе Антиплагиат.ВУЗ

Автор работы	**Паршукова Екатерина Владимировна**
Факультет, кафедра, номер группы	ФЭО, ЭМ гр.Э-5,2
Тип работы	Выпускная квалификационная работа
Название работы	Совершенствование системы оплаты труда
Название файла	Паршукова Совершенствование системы оплаты труда ОАО ПНК.docx
Процент заимствования	**24,84%**
Процент цитирования	**1,68%**
Процент оригинальности	**73,49%**
Дата проверки	**13:57:53 15 мая 2018г.**
Модули поиска	Кольцо вузов; Модуль поиска "УрГГУ"; Модуль поиска ЭБС "Юрайт"; Модуль поиска общеупотребительных выражений; Модуль поиска ЭБС "Лань"; Модуль поиска Интернет; Модуль поиска ЭБС "Айбукс"; Модуль поиска ЭБС "Университетская библиотека онлайн"; Цитирование; Модуль поиска ЭБС "BOOK.ru"; Модуль поиска ЭБС "БиблиоРоссика"
Работу проверил	Моор Ирина Александровна
	ФИО проверяющего
Дата подписи	
	Подпись проверяющего

Чтобы убедиться в подлинности справки, используйте QR-код, который содержит ссылку на отчет.

Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего. Предоставленная информация не подлежит использованию в коммерческих целях.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.06 НЕФТЕГАЗОВЫЕ ПРОВИНЦИИ МИРА

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация:

Сейсморазведка

Автор: Устьянцева Н.В.

Екатеринбург

Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Нефтегазовые провинции мира» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [6];
- ✓ подготовка зачету;

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

– поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по вопросам нефтегазогеологического районирования;

– исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

Методические указания к самостоятельной работе студента

В следующем разделе указаний приведена развернутая программа дисциплины «Нефтегазовые провинции мира». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с Учебной программой курса [6]. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1, 2]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [3, 4, 5]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к экзамену.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебникам [1, 2] освойте каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. При затруднениях в ответах на вопросы вернитесь к изучению рекомендованной литературы.
5. Законспектируйте материал. При этом конспект может быть написан в виде ответов на контрольные вопросы и упражнения.

При самостоятельной работе над указанными темами рекомендуется вести записи в конспектах, формируемых на лекционных занятиях по курсу, и в том порядке, в котором данные темы следуют по учебной программе.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

Содержание курса

Тема 1: Нефтегазогеологическое районирование. [1, с. 12-22].

Основные структурные элементы поверхности фундамента и осадочного чехла провинций. Классификация нефтегазоносных территорий. Нефтегазогеологическое районирование территории России и зарубежных стран.

Дополнительная литература: [2, 3, 4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Каковы основные единицы нефтегазогеологического районирования?
2. Дайте определение нефтегазоносной провинции и нефтегазоносного бассейна.
3. Какие нефтегазоносные провинции находятся в пределах древних платформ?
4. К каким крупным геоструктурным элементам земной коры приурочены нефтегазоносные провинции молодых платформ?
5. К каким крупным геоструктурным элементам приурочены нефтегазоносные провинции переходных территорий?

Тема 2: Нефтегазоносные провинции России: древних и молодых платформ. [1, 2].

Нефтегазоносные провинции древних платформ. Восточно-Европейская и Сибирская платформы: стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность. Нефтегазоносные провинции молодых платформ. Западно-Сибирская, Предкавказско-Крымская, Туранская платформы: стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность.

Дополнительная литература: [3, 4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Назовите НГК и НГО Тимано-Печорской провинции.
2. Какие НГК Тимано-Печорской провинции имеют основное промышленное значение и в чем их различие?
3. Назовите НГК и НГО Волго-Уральской провинции.
4. Каковы особенности тектонического строения чехла Волго-Уральской провинции и как они влияют на его нефтегазоносность?
5. Каковы особенности строения подсолевого комплекса Прикаспийской НГП, благоприятствующие открытию в нем крупнейших месторождений УВ?
6. Каковы особенности геологического строения осадочного чехла Днепровско-Припятской НГП и зональность в распределении на ее площади УВ разного фазового состава?
7. В какой части разреза осадочного чехла Балтийской синеклизы выявлены основные ресурсы УВ? Каковы перспективы обнаружения новых месторождений в Балтийской НГП?
8. Какие главные особенности строения и развития территории Лено-Тунгусской НГП Вы можете отметить?
9. Каковы особенности размещения УВ разного фазового состава на площади и в разрезе Енисейско-Анабарской ГНП?
10. Какие особенности геологического развития Сибирской платформы повлияли на сохранность и переформирование залежей УВ в Лено-Тунгусской НГП?
11. Каковы особенности распространения и состава рифтогенного комплекса, залегающего в основании разреза Западно-Сибирской плиты?

12. Каковы особенности условий образования и строения неокомского комплекса Западно-Сибирской плиты?

13. Какую роль сыграл раннемезозойский рифтогенез в строении Западно-Сибирского осадочно-породного бассейна?

14. Назовите нефтегазоносные комплексы в разрезе ЗСП. Какие из них являются основными по выявленным ресурсам нефти и газа?

15. Какие принципы положены в индексацию продуктивных пластов, развитых на большей части Западно-Сибирской НГМП?

16. Какие факторы способствовали образованию крупных газовых залежей в сеномане северных районов Западно-Сибирской НГМП?

17. Каковы главные отличия в строении осадочного чехла и фундамента молодых и древних платформ?

18. Каков стратиграфический диапазон нефтегазоносности Туранской и Скифской плит?

19. Как оцениваются перспективы нефтегазоносности российского сектора акватории Каспийского моря?

20. Назовите основные НГК в геологическом разрезе Предкавказско-Крымской НГП.

Тема 3: Нефтегазоносные провинции России: переходных и складчатых территорий. [1, 2].

Нефтегазоносные провинции складчатых территорий. Закавказская, Охотская нефтегазоносные провинции: стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность. Нефтегазоносные субпровинции переходных территорий. Предуральская, Предкавказская и Верхоянская нефтегазоносные субпровинции: стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность.

Дополнительная литература: [3, 4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. К каким крупным структурам приурочены НГСП переходных территорий?

2. Какие общие особенности геологического строения имеют рассмотренные НГСП переходных территорий?

3. Приведите примеры зонального распределения УВ разного фазового состава на площади НГСП переходного типа.

4. Каковы перспективы нефтегазоносности Предкавказской и Предуральской НГСП?

5. В пределах каких НГСП осуществляются поисковые и разведочные работы на нефть и газ на акваториях?

6. Какие особенности геологического развития характерны для провинций складчатых территорий?

7. В каких провинциях складчатых территорий отмечен грязевой вулканизм?

8. Каковы перспективы нефтегазоносности Южного Каспия?

9. Назовите основные нефтегазоносные комплексы Охотской НГП.

10 С какими НГО о. Сахалин связаны основные выявленные запасы и добыча УВ-сырья?

11. Какие геологические структуры и типы залежей наиболее часто встречаются в провинциях складчатых территорий?

Тема 4: Нефтегазоносные провинции России: области шельфа. [1, 2].

континентального шельфа морей России. Нефтегазоносность шельфа Баренцева и Карского морей.

Дополнительная литература: [3, 4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какие крупные структурные элементы (первого порядка и выше) различают в пределах Баренцевоморского шельфа?

2. Назовите основные продуктивные НГК в осадочном чехле Баренцевоморской плиты.

3. Назовите крупные (и уникальные) газовые и газоконденсатные месторождения в акватории Баренцева моря.

4. Каким образом изменяется стратиграфическое положение НГК в акваториальных бассейнах Западной Арктики?

Тема 5: Нефтегазоносные провинции зарубежных стран. [1, 2].

Нефтегазоносные бассейны зарубежных стран. Зарубежная Европа, Ближний и Средний Восток, Центральная, Восточная, Южная, Юго-Восточная Азия, Австралия и Океания. Африка, Северная, Центральная и Южная Америка.

Дополнительная литература: [3, 4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какой из НГБ Африканского континента занимает здесь первое место по разведанным запасам нефти?

2. В каком НГБ Северной Америки пробурены самые глубокие поисковые скважины и выявлена самая глубокозалегающая газовая залежь?

3. Чем объясняют огромные скопления битумов на северо-востоке Западно-Канадского НГБ?

4. Чем объяснить высокую плотность запасов нефти в НГБ Лос-Анджелес?

5. Назовите характерную черту геологического строения континентальной части впадины Мексиканского залива – Галф-Коста.

6. В каком ареале ЗНГН Маракайбского бассейна наиболее высокая концентрация УВ?

7. Какие отложения являются коллекторами УВ на крупнейших подводных месторождениях Атлантического побережья Бразилии?

Вопросы

к зачету по курсу

1. Нефтегазогеологическое районирование территории России и сопредельных стран.

2. Нефтегазогеологическое районирование провинций древних платформ: Тимано-Печорская Волго-Уральская, Прикаспийская НГП, Лено-Тунгусская НГП, (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность). Приразломное нефтяное месторождение.

3. Нефтегазогеологическое районирование провинций молодых платформ: Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция, Предкавказско-Крымская (Скифская) НГП (стратиграфия, нефтегазоносные комплексы, нефтегазоносные области).

4. Нефтегазогеологическое районирование субпровинций переходных территорий: Предуральская нефтегазоносная субпровинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность).

5. Нефтегазогеологическое районирование провинций складчатых территорий: Охотская нефтегазоносная провинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность).

6. Нефтегазоносное районирование и состояние изученности шельфов арктических морей. Баренцевоморская газонефтеносная провинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность). Штокмановское газоконденсатное месторождение.

7. Нефтегазогеологическое и тектоническое районирование и нефтегазоносные провинции Северной и Южной Америки. НГБ Мексиканского залива.

8. Нефтегазогеологическое и тектоническое районирование и нефтегазоносные провинции Африки.

9. Нефтегазогеологическое и тектоническое районирование и нефтегазоносные провинции Зарубежной Европы.

10. Нефтегазогеологическое и тектоническое районирование и нефтегазоносные провинции Азии. НГБ Персидского залива.

115. Нефтегазогеологическое и тектоническое районирование и нефтегазоносные провинции Австралии и Океании.

Рекомендуемая литература

1. Каламкаров Л.В. Нефтегазоносные провинции и области России и сопредельных стран. Нефтегазоносные провинции и области России и зарубежных стран: учебник для вузов / Л. В. Каламкаров. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Нефть и газ, 2005. - 576 с. 50

2 Русский В.И. Нефтегазоносные провинции России и зарубежных стран / В. И. Русский; Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: УГГУ, 2010. - 514 с. 25

3 Ступакова А.В. Развитие бассейнов Баренцевоморского шельфа и их нефтегазоносность. Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений топливно-энергетического сырья [Электронный ресурс] : обзор / А.В. Ступакова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Геоинформмарк, Геоинформ, 1999. — 62 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/17083.html.

4 Шустер В.Л. Проблемы нефтегазоносности кристаллических пород фундамента. Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений топливно-энергетического сырья [Электронный ресурс] : обзор / В.Л. Шустер. — Электрон. текстовые данные. — М. : Геоинформцентр, Геоинформ, 2003. — 48 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/17084.html.

5 Нефтегазоносность протерозойских отложений древних платформ. Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений топливно-энергетического сырья. Обзор [Электронный ресурс] / А.К. Дертев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Геоинформмарк, Геоинформ, 1996. — 50 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/17090.html.

6. Нефтегазоносные провинции мира: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.03 Технология геологической разведки, специализации Сейсморазведка / Н.В. Устьянцева. Екатеринбург: УГГУ, 2021. 11 с.

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

С.М.Крылатков

Геостатистические методы в сейсморазведке

Лабораторный практикум по курсу «Геостатистические методы»

для студентов специальности 21.05.03

«Технология геологической разведки»,

специализаций «Сейсморазведка»

Содержание

Введение 3

Лабораторная работа №1. Основы одномерной статистики 4

Лабораторная работа №2. Основы двумерной статистики: расчет коэффициента корреляции; определение параметров линейной регрессии; определение параметров криволинейной регрессии по МНК 6

Лабораторная работа №3. Технология расчета вариограммы 1D и изотропной вариограммы 2D 13

Лабораторная работа 4. Теоретические вариограммы 16

Лабораторная работа №5. Изучение анизотропии с помощью вариограммы 17

Лабораторная работа №6. Интерполяция данных методом кригинга (Kriging) 21

Лабораторная работа №7. Исследование влияния параметров кригинга на результаты прогноза значений поля по площади 24

Лабораторная работа №8. Стохастическое моделирование методом Монте-Карло 27

Лабораторная работа №9. Использование методов Монте-Карло для определения площадей плоских фигур 29

Лабораторная работа №10. Расчёт объёмов запасов с помощью стохастического моделирования (методом Монте-Карло) 30

Расчетно-графическая работа: Подсчет запасов УВ методом Монте-Карло на основе объемного метода 32

Список литературы 44

Введение

Лабораторный практикум по дисциплине «Основы геостатистики» состоит из 9 лабораторных работ и одной расчетно-графической работы. Лабораторные работы, представляют собой задания, которые выполняются в программной среде MATLAB. В тексте методических рекомендаций к лабораторным работам приводятся наиболее часто применяемые функции MATLAB, а также для сложных алгоритмов расчета готовые сценарии расчетов на языке MATLAB.

При подготовке к лабораторным работам и при написании отчетов к ним необхододимо пользоваться следующей литературой:

1. Дюбруль О. Использование геостатистики для включения в геологическую модель сейсмических данных. SEG, 2002, с. 292
1. Геостатистика: теория и практика / В. В. Демьянов, Е. А. Савельева; под ред. Р. В. Арутюняна; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. —М.: Наука, 2010. — 327 с.

Лабораторная работа №1

Основы одномерной статистики

Понятие случайной переменной является основополагающим. Случайной называется такая переменная, которая принимает определённые значений с определёнными вероятностями. При проведении наблюдений мы получаем значения исследуемых величин, которые заносятся в специальные таблицы. Таблица, в которой приведены все значения случайной величины (все варианты), называется первоначальной таблицей, или первоначальным рядом результатов наблюдений.

Для проведения статического анализа первоначальный ряд упорядочивается, т.е. осуществляется группировка данных. В результате группировки появляется таблица, которая называется таблицей распределения, или рядом распределения.

Группировка результатов наблюдений случайной величины сводится к простому подсчёту числа раз, когда появляется то или иное ее конкретное значение. В случае непрерывной случайной величины поступают, следующим образом. По первоначальной таблице находят минимальное X_{min} и максимальное X_{max} значения вариант и определяют размах выборки

$R_в = X_{max} - X_{min}$. Это интервал, в котором лежат все наблюденные значения изучаемого признака, делится на более мелкие интервалы группировки, классы или классовые промежутки, число которых зависи от выбранной величины интервалов группировки ΔX. Это можно выполнить по следующим формулам:

$\Delta X = R_в/(5 \cdot \lg n)$	К. Брукс и Н. Карузерс
$\Delta X = R_в/(1+3{,}3 \cdot \lg n)$	Стерджесс
$\Delta X = R_в/\sqrt{n}$	и другие

Знаменатель этих формул и есть искомое число классов. Формулы позволяют ориентировочно определить величину классового промежутка. Окончательный выбор проводится исходя из содержательных соображений.

На следующем этапе располагают классы в порядке возрастания и находят, какое количество вариант лежит в пределах каждого класса (находят частоту класса Z). Разделив частоту каждого класса на объём выборки n, получают относительную частоту или частость класса W: $W = Z/n$

Накопленной частотой ZH для каждого класса называется сумма частот всех классов, подсчитанная с первого класса и включая данный. Отношение накопленной частоты к объёму совокупности называется относительной накопленной частотой WH

$$WH = ZH/n$$

Очевидно, что относительная накопленная частота есть ни, что иное, как значение эмпирической функции распределения

F(x) =WH=ZH/n

Графические способы представления данных

- Гистограмма- это ступенчатый график, на котором по оси абсцисс отложены классы, а по оси ординат – количество (частота) попаданий в класс Z. Площадь под графиком всей гистограммы частот равна объёму статической совокупности.

- Функция плотности вероятности. Для построения по оси абсцисс откладываются середины классов, а по оси ординат частость W, соответствующие определённым классам.

- Кумулята частот (или интегральный полигон распределения), кумулята относительных частот (или интегральная плотность вероятности), являются графическим изображением эмпирической функции распределения. Для построения кумуляты частот по оси абсцисс откладываются классы, а по оси ординат накопленные частоты ZH. Для построения интегральной плотности вероятности по оси абсцисс откладываются середины классов, а по оси ординат относительные накопленные частоты WH.

Знакомство со способами определения основных числовых характеристик СВ в системе Matlab по выборкам их значений

Порядок выполнения

1. Генерируем с помощью функции randn(n,1) выборки (массивы) значений некоторых СВ (скорость продольных волн, скорость поперечных волн, плотность). Для этого задаем объем выборки n=100, среднее и среднеквадратическое отклонение(ско).

   Например, для величины x со средним *xcp* и ско равным *s* это делается с помощью следующей команды:

   *x=xcp+s*randn(N,1*);

   строим график значений этой величины по выборке в зависимости от номера точки:

   plot(x)

2. Вычисляем мат. Ожидание – *Mx,* медиану - *Mex*, моду -*Mox,* среднеквадратическое отклонение *Sx* по выборке с помощью команд

   Mx=mean(x);

   Mex=median(x);

   [mn,mc]=hist(x);

   [c,ma]=max(mn);

   Mox=mc(ma);

   Sx=std(x);

Строим гистограмму и куммуляту для случайной величины x

Примеры представления данных приведены на рисунках.



Исходные данные: наблюденные значения плотности

Задание:

1. Подготовить данные для расчёта гистограммы: определить размах выборки Rв, интервал группирования данных по формулам Стерджесса, Брукса и др. Определить правые границы классов группирования данных.
2. Для каждого класса рассчитать:
   Частоту попадания в класс для данной выборки Z, относительную частоту попадания в класс для данной выборки W, накопленную частоту ZH, относительную накопленную частоту WH. Результаты представить в виде таблицы.

Классы (диапазон)	Z	W	ZH	WH

3. Построить функции: гистограмму, плотности вероятности, камуляту частот, интеграл плотности вероятности.
4. Рассчитать среднее значение и дисперсию.
5. На графике плотности вероятности наблюденных значений показать характеристики положения распределения: мода, среднее значение, медиану.

Статистические распределения. Проверка гипотезы о типе распределения

Задание

А) описать по приведенной ниже схеме следующие распределения:

- равномерное,
- нормальное,
- логарифмически нормальное.

Б) привести порядок проверки гипотезы о типе распределения на примере нормального распределения.

Литература:

1. Крылатков С.М. Теоретические основы обработки геофизической информации, 1997.

См. стр. 40-43, 52-53, 120-124.

2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учебник для вузов. 5 изд. 1998, См. стр. 103-106, 116-120, 131-149

Схема описания статистических распределений:

1. Аналитическое выражение (формула) для функции плотности вероятности f(x)
2. Аналитическое выражение (формула) для интегральной функции распределения F(x)
3. Параметры распределения и их влияние на форму f(x) и F(x).
4. Математическое ожидание (среднее), дисперсия
5. График функции плотности распределения f(x) - схематично
6. График интегральной функции распределения F(x) - схематично

Лабораторная работа №2

Основы двумерной статистики: расчет коэффициента корреляции; определение параметров линейной регрессии; определение параметров криволинейной регрессии по МНК.

Исходные данные: выборка парных значений геологических y_i и геофизических x_i параметров.

Данные y_i и x_i задаются в таблице d, которая вводится из меню ***вставка-компонент-input table.*** Далее следует присвоить x:= $d^{<1>}$, y := $d^{<0>}$).

Порядок выполнения работы в Mathcad.

1. Построить график зависимости y(x) в виде облака точек. Визуально оценить наличие корреляционной связи (слабая, удовлетворительная, хорошая) и ее возможную аналитическую форму (линейная, нелинейная).
2. Определить коэффициент корреляции по формуле:

$$R = \sum_{i=0}^{n-1} \frac{(x_i - xcp)(y_i - ycp)}{\sigma x \cdot \sigma y \cdot n}, \quad (1)$$

где

xcp:= mean(X) – среднее;

σx:= stdev(X) – среднеквадратичное отклонение

(для y – аналогично);

n – число пар значений x_i y_i , рассчитывается по формуле ***n:= length ($d^{<0>}$)***.

Вычислить R, используя встроенную функцию ***R:= corr(X,Y)***, где X и Y вектора значений.

Сравнить значения, полученные по формуле, и с помощью встроенной функции.

Оценить наличие корреляционной связи по величине коэффициента корреляции.

2. Подготовить выборку к определению параметров регрессии, отсортировав пары значений с помощью функции

t := csort (d,n), где d – таблица значений x и y,

n – номер столбца, по которому выполняется сортировка (в нашем случае при сортировке по x ***n*** принимает значение 1).

Отсортированные значения присвоить переменным ***x := $t^{<1>}$ y := $t^{<0>}$***

Полученные векторы **x** и **y** являются исходными данными для выполнения регрессионного анализа.

3. Выполнить расчет коэффициентов линейной связи ***y = ax+b*** по методу наименьших квадратов (МНК), используя формулы:

$$a := \frac{\overline{x \cdot y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\overline{x \cdot x} - \bar{x} \cdot \bar{x}}; \quad (2)$$

$b := \bar{y} - a\bar{x}$, где

$\bar{x}$ - среднее по вектору x;

$\bar{y}$ - среднее по вектору y;

$\overline{x \cdot x}$ - среднее произведений $x_i * x_i$;

$\overline{x \cdot y}$ - среднее произведений $x_i * y_i$.

Выполнить расчеты a и b, используя встроенные функции:

a := slope (x,y);

b := intercept (x,y).

Сравнить значения, полученные по формулам и с помощью встроенных функций

3. Рассчитать значения переменой y по уравнению линейной связи:

yt := ax+b.

4. Рассчитать сумму квадратов отклонений исходных значений y от значений, рассчитанных по уравнению регрессии yt:

$$S := \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - yt_i\right)^2 .$$

5. Выполнить расчет коэффициентов обратной линейной связи: x = cx + g, используя встроенные функции:

g := slope (y, x);

h := intercept (y,x).

6. Рассчитать значения xt по уравнению линейной связи

xt:=gy+h.

7. Рассчитать сумму квадратов отклонений

$$S := \sum_{i=1}^{n} \left(x_i - xt_i\right)^2$$

Сравнить сумму из пункта 4 с суммой из пункта 7 и сделать выводы о том какая связь лучше

yt := ax+b или ***xt:=gy+h***

8. Найти коэффициенты линейной связи, используя коэффициенты корреляции***:***

a:=R(σy /σx), b:=ycp - a*xcp

g:=R(σx /σy), h:=xcp - g*ycp

Сравнить результаты расчета коэффициентов, полученных различными способами.

9. Построить графики ***yt := ax+b*** и ***xt:=gy+h*** и облако точек y(x) (см пункт 1) в одних и тех же осях координат:

а) ***yt(x)*** (формат изображения – линия);

б) ***xt(y)*** формат изображения – линия);

в) линию среднего значения y_{cp} задать уравнением $yc_i:=0*x_i+ycp;$

г) линию среднего значения x_{cp} задать уравнением $xc_i:=0*y_i+xcp;$

Линии а, б, в, г должны пересекаться в одной точке.

Ответить на вопрос какой?

Домашнее задание:

1. Для данных, использованных в работе, выполнить расчет коэффициентов a и b по МНК, выбрав одну из наиболее подходящих криволинейных зависимостей (степенной, показательной, обратной связи и т.п.), которые можно свести к линейной связи рассчитать y_t и S. Сравнить значение S с аналогичными расчетами для линейной зависимости. Построить облако точек и график $y_t(x)$ в одних осях координат.
2. Выполнить расчет коэффициента ранговой корреляции Спирмена, сравнить его с коэффициентом R.

Лабораторная работа №2 (упрощенный вариант)
Основы двумерной статистики: расчет коэффициента корреляции; определение параметров линейной регрессии по МНК.

Исходные данные: выборка парных значений геофизического x_i и геологического y_i параметра.

Порядок выполнения работы (применительно к Matlab)

1. Ввести данные y_i и x_i.
2. Построить график зависимости y(x) в виде облака точек. Визуально по форме облака точек оценить наличие корреляционной связи (слабая, удовлетворительная, хорошая) и ее возможную аналитическую форму (линейная, нелинейная).
3. Определить коэффициент корреляции по формуле (1)

где ***xcp = mean(x)*** – среднее; ***σx = std(x)*** – среднеквадратичное отклонение (для y – аналогично); n – количество пар значений x_i y_i , которое рассчитывается с помощью встроенной функции ***n = length (x)***.

Вычислить ***R,*** используя встроенную функцию:

R = corrcoef(x,y), где x и y выборки значений.

Сравнить значения, полученные по формуле (1), и с помощью встроенной функции. По численному значению R оценить наличие корреляционной связи.

4. Выполнить расчет коэффициентов линейной связи ***y = ax+b*** по методу наименьших квадратов (МНК), используя формулы (2),

где - среднее по выборке x: ***xcp = mean(x)***;

- среднее по выборке y: ***xcp = mean(x)***;
- среднее произведений пар значений x*x: ***xxcp = mean(x.*x)***
- среднее произведений пар значений x*y: ***xycp = mean(x.*y)***

5. Рассчитать значения геологического параметра по уравнению линейной связи:

yt = ax+b.

6. Рассчитать сумму квадратов отклонений исходных значений геологического параметра от значений, рассчитанных по уравнению регрессии

xt:=gy+h.

7. Выполнить пункты 4-6 для обратной линейной связи: ***xt:=gy+h***.

зависимости геофизического параметра от геологического. Сравнить суммы квадратов отклонений для полученных линейных зависимостей. Сделать вывод о том какая связь лучше ***yt(x)*** или ***xt(y).***

8. Построить в одних в тех же осях координат следующие графики:

а) облако точек y(x)

б) линию ***yt(x)*** (формат изображения – сплошная линия);

в) линию ***xt(y)*** (формат изображения – сплошная линия);

в) линии средних значений ***yc*** и ***xc*** задать уравнениями ***yc=0*x+ycp xc=0*y+xcp***

Оформить отчет.

Теоретическая часть:

А) Расчет парного коэффициента корреляции (определение и формулы)

Б) МНК – сущность метода, формулы, анализ результатов.

Практическая часть:

А) Описание исходных данных

Б) Порядок работы

В) Описание результатов, форма графиков и выводы

Результаты определения скоростей сейсмических волн в разрезе по материалам сейсмических работ МОГТ на Нижне-Сергинском профиле и данным сейсмокаротажа (скв.106)

H, м	To, сек	Vинт. м/с	Vср. м/с	Vогт м/с
25	0,036	1400	1400	1450
150	0,110	3400	2727	2700
250	0,158	4100	3165	3250
650	0,336	4500	3870	4059
1400	0,640	4800	4222	4420
2000	0,876	5000	4566	4660
2080	0,910	4600	4571	4680
2200	0,968	4800	4894	4994
2750	1,126	6200	4884	5001
2860	1,171	4900	4885	5001
3100	1,241	5500	5087	5194
3400	1,336	6600	5097	5230
3550	1.398	4700	5075	5230
4000	1,508	5500	5230	5270
4500	1,694	6400	5313	5520

H – глубина, To- время прихода отраженной волны с глубины H, Vинт интервальная скорость продольных волн , Vср – средняя скорость, Vогт – оптимальная скорость суммирования.

Варианты для выполнения лабораторной работы № 2:

1. Изучить регрессию между H и To
2. Изучить регрессию между To и Vинт
3. Изучить регрессию между To и Vср
4. Изучить регрессию между Vинт и Vср
5. Изучить регрессию между Vинт и Vогт
6. Изучить регрессию между H и Vогт
7. Изучить регрессию между H и Vср
8. Изучить регрессию между H и Vинт
9. Изучить регрессию между Vср и Vогт

Лабораторная работа №3

Технология расчета вариограммы 1D и изотропной вариограммы 2D

Вариограмма – вариация разницы значений переменной в двух точках, как функция расстояния и направления между ними. Чем ближе значения данных (меньше разница между ними), тем больше значение вариограммы.

Вариограммы используются для выявления наличия корреляционной структуры в данных и ее описании. Проверяется наличие или отсутствие пространственной анизотропии. Определяется максимальное расстояние, на котором еще наблюдается зависимость между значениями в точках (эффективный радиус корреляции). Перечисленный набор процедур называется вариографией. Конечная цель вариографии - построение модели вариограммы, описывающей пространственную корреляционную структуру данных для использования в геостатистических моделях интерполяции (в кригинге).

1. ***Расчет вариограммы 1D***

Исходные данные для расчета одномерной вариограммы представляют собой значения случайной величины (СВ), измеренной для точек наблюдения, расположенных на прямолинейном профиле. Например, эти данные можно представить в виде таблицы 1:

Таблица 1

n	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
X, м	*0*	*10*	*20*	*30*	*40*	*50*	*60*	*70*	*80*
Z, %	*3*	*6*	*7*	*5*	*9*	*8*	*11*	*10*	*9*

Расчет значений экспериментальной одномерной вариограммы для каждого расстояния между парой точек наблюдения h выполняется по формуле:

$$G(h) = \frac{1}{2 \cdot N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} (z_i - z_{i+h})^2, \qquad (1)$$

где $N(h)$ – количество пар точек, удаленных друг от друга на расстояние h.

Формула (1) показывает, что вариограмма, являясь функцией приращений значений переменных, не подвержена влиянию постоянных компонент переменной, а квадрат разницы делает вариограмму очень чувствительной к влиянию предельных значений (крайних высоких и низких).

Для приведенного примера набор расстояний h, соответствующее количество пар точек $N(h)$ и вычисленные вариограммные значения $G(h)$ приведены в таблице *2:*

Таблица 2

h	*10*	*20*	*30*	*40*	*50*	*60*	*70*	*80*
N(h)	*8*	*7*	*6*	*5*	*4*	*3*	*2*	*1*
G(h)	*1.62*	*3.00*	*4.33*	*8.10*	*9.37*	*14.00*	*14.50*	*18.00*

График вариограммы представлен на рис. 1.

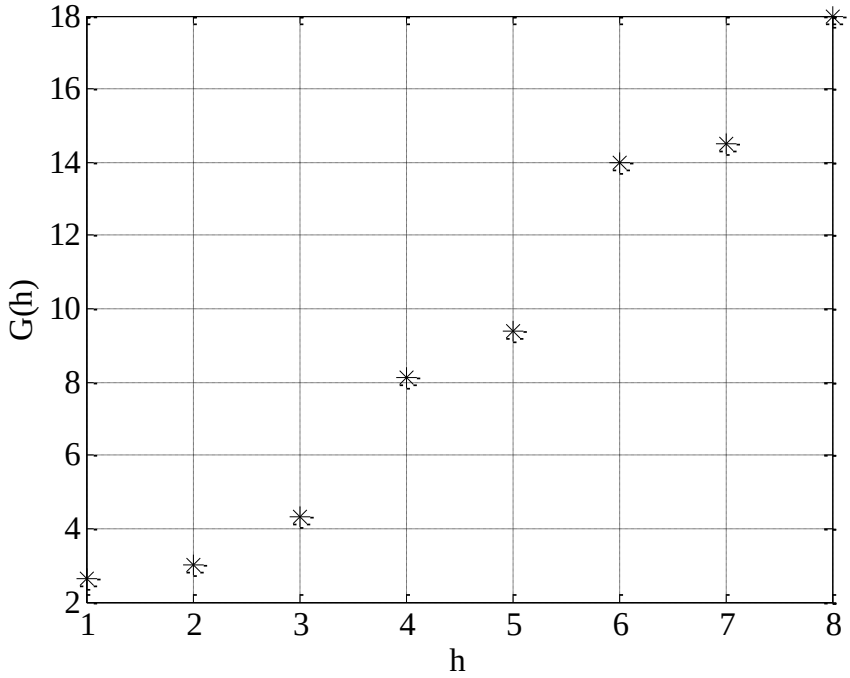


Рис.1. График одномерной вариограммы

2. ***Расчет изотропной вариограммы 2D***

Исходные данные для расчета двумерной изотропной (независящей от направления) вариограммы представляют собой значения СВ, измеренной в точках, расположенных в пределах плоскости. Для расчета вариограммы необходимо знать координаты положения точек измерения. Например, эти данные можно представить в виде таблицы:

n	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
x	*70*	*10*	*20*	*30*	*40*	*50*	*60*	*70*	*80*
y	*70*	*20*	*30*	*10*	*60*	*80*	*30*	*20*	*10*
Z	*3*	*6*	*7*	*5*	*9*	*8*	*11*	*10*	*13*

Поскольку точки могут располагаться не по регулярной сети, расстояния между ними могут не повторяться. Для построения вариограммы весь диапазон расстояний разбивается на серию интервалов (лагов) величиной Δh. Все возможные расстояния между парами точек группируются по принадлежности к определенному интервалу. В приведенной выше формуле (1) суммирование будет выполняться для данных определенного интервала. При построении вариограммы результат расчета будет относиться к середине этого интервала. Количество сравниваемых пар точек, также, как и в предыдущем случае, будет равно числу сочетаний по 2 и вычисляется по формуле:

$$C_n^2 = \frac{n!}{2(n-2)!}$$

В рассматриваемом примере при n=9: C = 9! /2 /7! = 36.

Для определения точек, выпадающих из распределения, строится облако вариограммы. С этой целью для каждой пары из множества двумерных данных вычисляется квадрат разности между величинами, измеренными в двух точках

$$DZ = (Zi - Zk)^2.$$

Облако вариограммы представляет собой график зависимости *DZ* от расстояния между точками в паре *h*. Вариограммное облако также помогает определить оптимальный интервал *Δh* для вычисления вариограммы.

Поле значений СВ, вариограммное облако и вариограмма для рассматриваемого примера показаны на рис. 2.

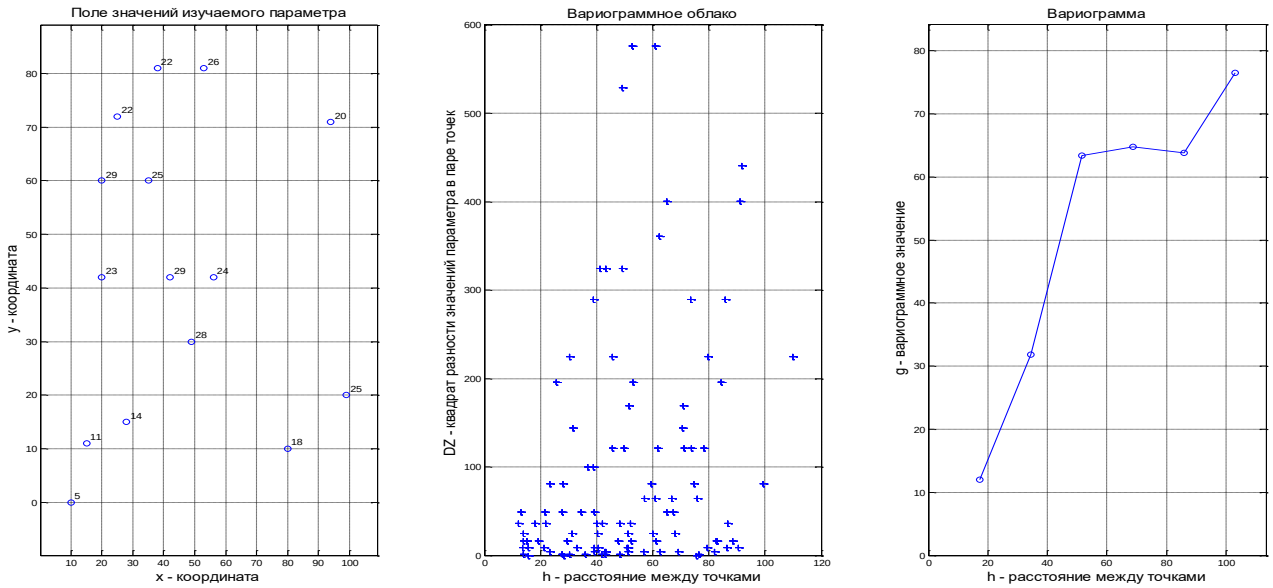


Рис.2 Иллюстрация расчета вариограммного облака и вариограммы для параметра, измеренного на площади

Задание

1. Для заданного набора значений СВ, измеренных по профилю рассчитать и построить вариограмму 1D. На полученном графике отметить: порог (плато), радиус корреляции, эффект самородков.

2. Используя программу, написанную для MatLab, рассчитать вариограммное облако для заданного набора значений СВ, измеренных по площади. Определить наличие выбросов и подобрать лаг для расчета изотропной вариограммы. Рассчитать вариограмму 2D с учетом выбранного лага и отбраковки выбросов. Выполнить подбор лага для получения наиболее гладкой вариограммы.

Лабораторная работа 4
Теоретические вариограммы

Построить и описать особенности графиков теоретических вариограмм:

1. Сферическая
2. Экспоненциальная
3. Гаусса
4. Кубическая
5. С эффектом скважины
6. Степенная
7. Де Вийса
8. Коши

Расчеты вариограмм при значениях h/a<1 выполнять про формулам:

$$\gamma(h) = C*(1.5*(h/a) - 0.5*(h/a)^3) + C0; \quad (1)$$

$$\gamma(h) = \frac{C*(1-\exp(-(h/a))}{1-\exp(-1)} + C0; \quad (2)$$

$$\gamma(h) = \frac{C*(1-\exp(-(h/a)^2)}{1-\exp(-1)} + C0; \quad (3)$$

$$\gamma(h) = C*(7*(h/a)^2 - \frac{35}{4}*(h/a)^3 + \frac{7}{2}*(h/a)^5 - \frac{3}{4}*(h/a)^7) + C0; \quad (4)$$

$$\gamma(h) = C*(1-\left(\frac{1}{20}\right)*\left(\frac{a}{h}\right)*\sin\left(20*\left(\frac{h}{a}\right)\right) + C0; \quad (5)$$

$$\gamma(h) = C*(h/a)^{\alpha} + C0; \quad (6)$$

$$\gamma(h) = C*\frac{\log(h/a+1)}{\log(2)} + C0; \quad (7)$$

$$\gamma(h) = C*\frac{\left(1-\frac{1}{1+\left(\frac{h}{a}\right)^2}\right)}{0.5} + C0; \quad (8)$$

Вариограммы при h/a>=1 рассчитывать по одинаковой формуле $\gamma(h) = C + C0$

Возможные значения констант:
C=8; C0=2; α=2;

Расчеты выполнять для значений h/a в интервале от 0 до 2.
Построить графики каждой вариограммы.
Графики и описание привести в отчете

Лабораторная работа №5
«Изучение анизотропии с помощью вариограммы»

Задание

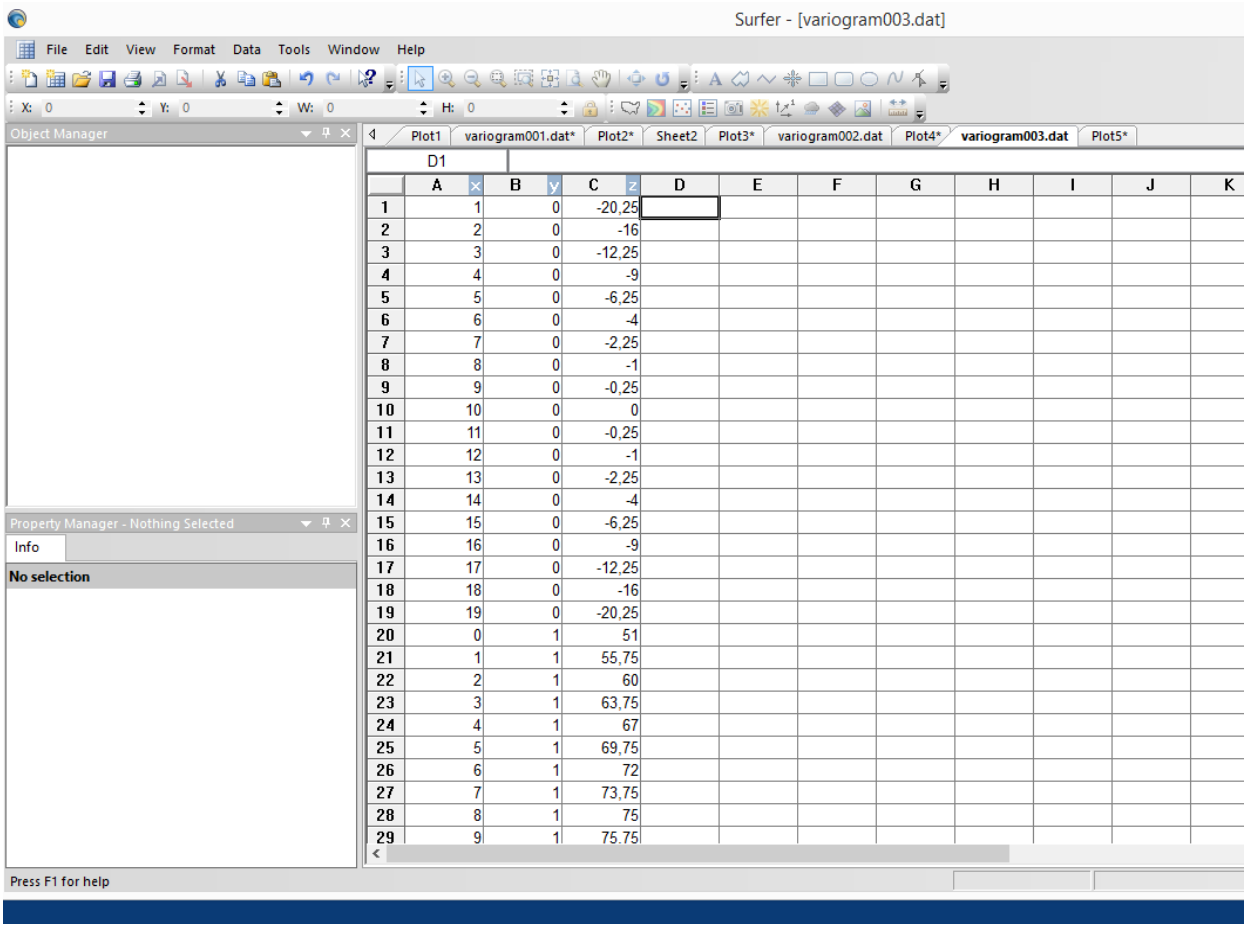
1. Сформировать в Surfer таблицу исходных данных. Для этого ввести следующие расчетные формулы для столбцов A, B и C в строках от 1 до 400:

   A=ROW()-20*FLOOR(ROW()/20)

   B=FLOOR(ROW()/20)

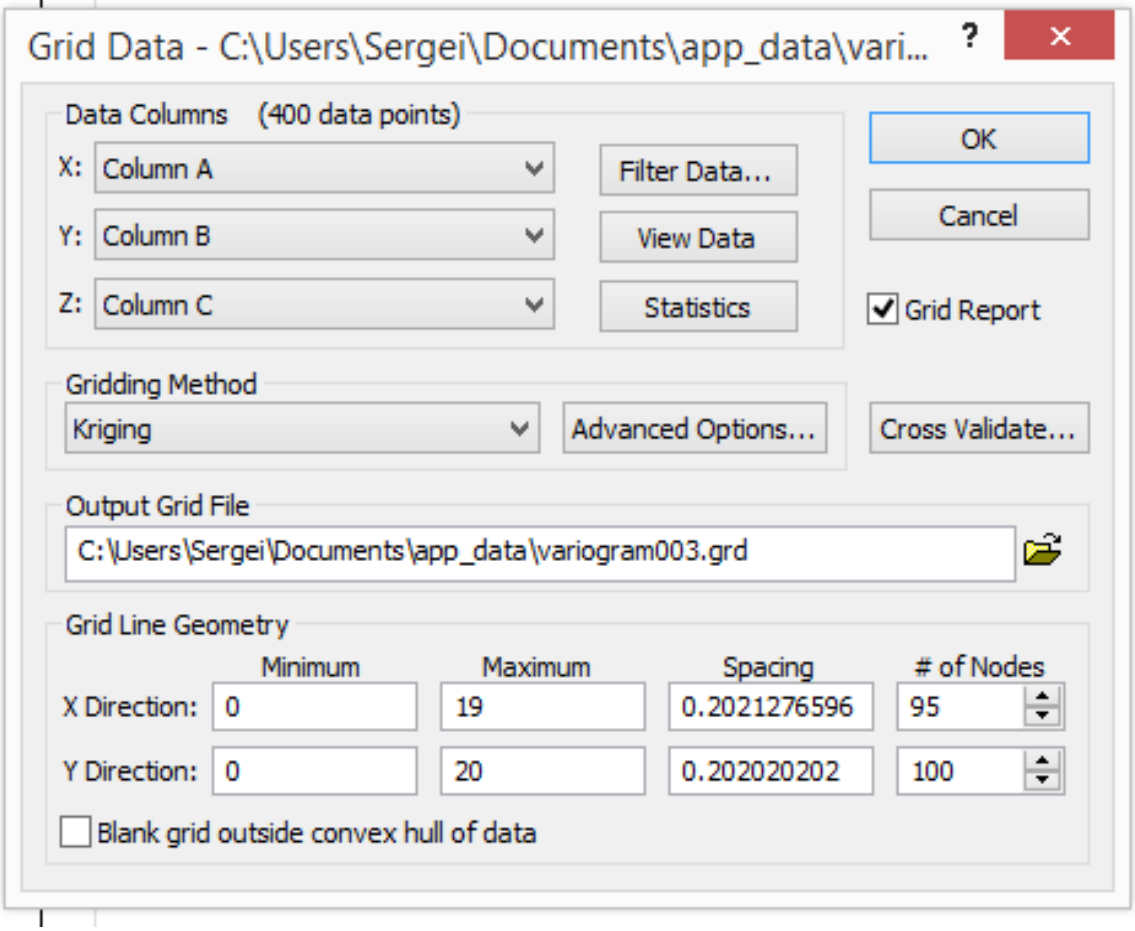
   C=400-0.25*(X-10)*(X-10)-4*(Y-10)*(Y-10)

   Пример верхней части таблицы



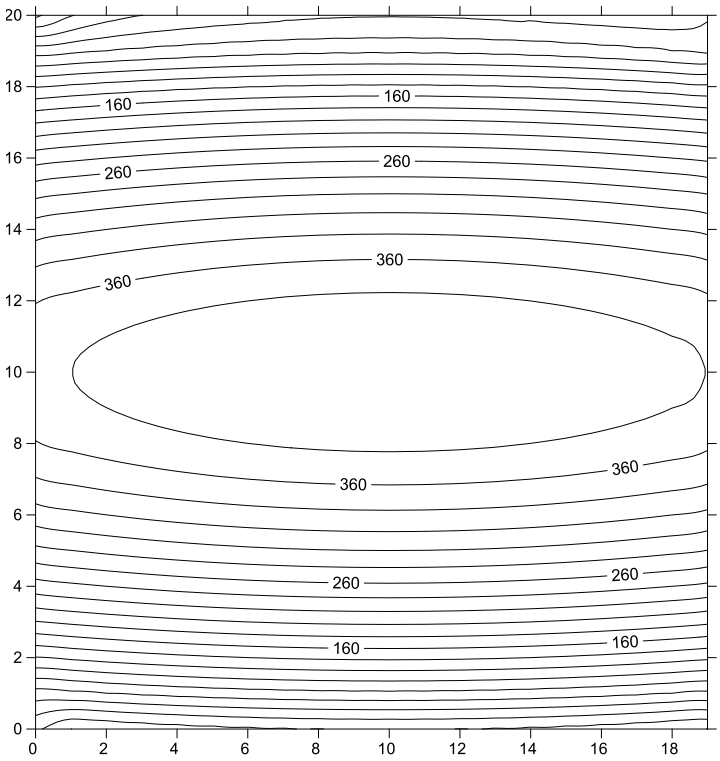
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	1	0	-20,25								
2	2	0	-16								
3	3	0	-12,25								
4	4	0	-9								
5	5	0	-6,25								
6	6	0	-4								
7	7	0	-2,25								
8	8	0	-1								
9	9	0	-0,25								
10	10	0	0								
11	11	0	-0,25								
12	12	0	-1								
13	13	0	-2,25								
14	14	0	-4								
15	15	0	-6,25								
16	16	0	-9								
17	17	0	-12,25								
18	18	0	-16								
19	19	0	-20,25								
20	0	1	51								
21	1	1	55,75								
22	2	1	60								
23	3	1	63,75								
24	4	1	67								
25	5	1	69,75								
26	6	1	72								
27	7	1	73,75								
28	8	1	75								
29	9	1	75,75								

Сохранить таблицу как файл с расширением .dat
Пример таблицы в файле variogram003.dat
Создать страницу с графиками File->New->Plot
В меню выбрать Grid->Data и открыть созданный файл таблицы. Нажать Open (Открыть)



Выполнить гридирование (пересчет на детальную сетку)

Дважды сказать нет и построить карту поверхности поля Map->New->Contour map



Ось X направлена по горизонтали , ось Y по вертикали. Видно что поле отличается по направлениям характером изменения, значит оно анизотропно.

Построить вариограммы

1) всего поля

2) поля по направлениям, лежащим вблизи оси X

3) поля по направлениям, лежащим и вблизи оси Y

Для этого входим в пункт Grid->Variogram->New variogram…

Выбираем файл с данными с расширением .dat и открываем его

В окне в исключениях Data Exclusion Filter не пишем ничего (в случае 1)

или пишем x<13 OR x>17 (2),

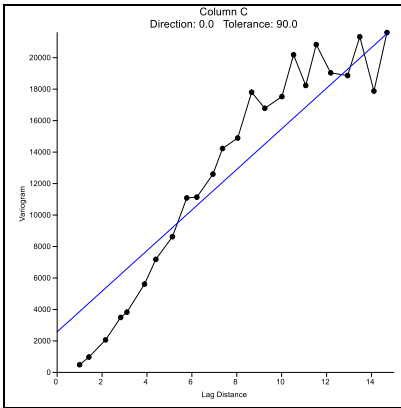
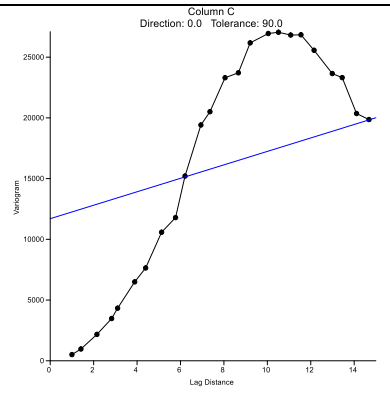
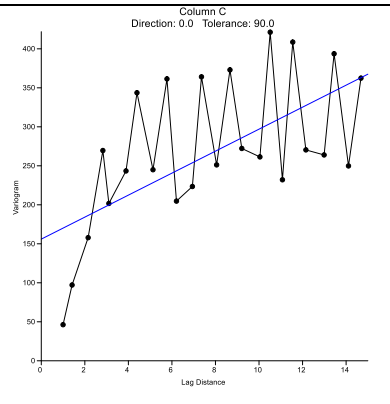
или пишем y<13 OR y>17 (3).

Для всех случаев в закладке General устанавливаем максимальный лаг равным 15

Получаем три графика: график 1-соответствует вариограмме для всех азимутов,

2- для субгоризонтальных направлений,

3 – для субвертикальных направлений.

		
1	2	3

Оцениваем во всех случаях параметр радиус (а) –лаг, соответствующий выходу на плато

В случае 1 это примерно 10-11

В случае 2 это примерно 10

В случае 3 этот параметр около 3-4

Находим коэффициент анизотропии К равный a2/a3.

К получается равным приблизительно 3.

Для примера эти рисунки приведены в файле Plot 4.srf

Проделать то же введя помехи в исходное поле, т.е. для формулы C=400-0.25*(X-10)*(X-10)-4*(Y-10)*(Y-10) добавить +RANDU(ЧИСЛО), где числу в скобках придать последовательно значения 50 и 100.

Лабораторная работа №6

Интерполяция данных методом кригинга (Kriging)

Группа методов интерполяции, в основе которых лежит использование вариограмм, объединена под общим названием кригинг по имени одного из авторов этого метода - Д.Г. Крига. Кригинг может быть точечным и площадным. Точечный кригинг позволяет оценить значение изучаемой величины в заданной точке. Площадной кригинг оценивает значения на некоторой площади. Рассчитанные кригинговой интерполяцией значения приписываются ячейкам заданной сетки (grid).

Кригинг является наилучшим в статистическом смысле линейным интерполятором — его оценка обладает минимальной вариацией ошибки. Важное свойство кригинга — точное воспроизведение значений измерений в имеющихся точках.

Перед началом интерполяции с помощью кригинга необходимо рассчитать эмпирическую (по наблюденным данным) *вариограмму. Вариограмма является* показателем дисперсии (разброса) изучаемой величины в зависимости от расстояния:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum [z(x_i) - z(x_i + h)]^2$$

где $z(x_i)$, $z(x_i\text{-}h)$ - результаты измерений в точках x_i и x_{i+h}, а $N(h)$ – количество пар точек, разделенных расстоянием h.

На следующем этапе вариограмма аппроксимируется гладкими кривыми (рис.1), то есть подбирается модель, которая представляет собой линию регрессии, построенную при помощи метода наименьших квадратов (МНК). В рамках МНК минимизируется функционал вида:

$$I = \sum_{i=1}^{n} (\gamma^* (h_i, a) - \gamma(h_i))^2$$

где, $\gamma^*(h_i, a)$, $\gamma(h_i)$ – соответственно i -тые значения модельной и экспериментальной вариограмм, a - набор параметров модели, n – число значений в экспериментальной (эмпирической) вариограмме.

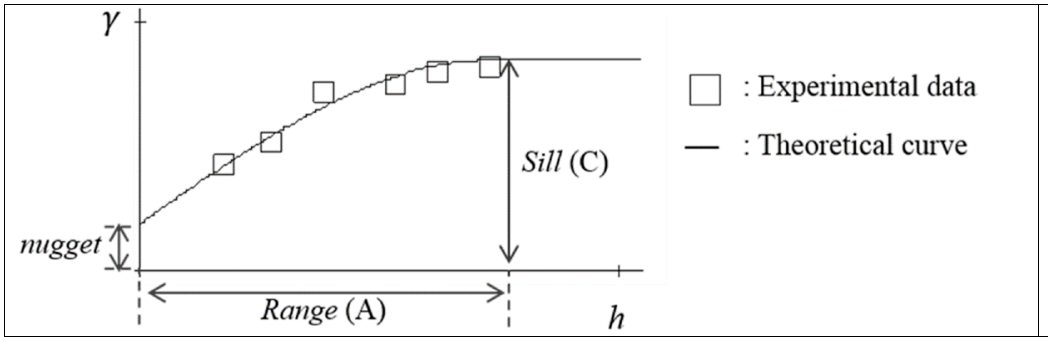


Рис. 1. Аппроксимация экспериментальной вариограммы гладкой моделью

Подобранная модель в дальнейшем используется для интерполяции значений изучаемого признака в искомых точках. Для аппроксимации эмпирической вариограммы используют линейную, сферическую, экспоненциальную, Гауссову и другие модели (см. таблицу 1).

Таблица 1

Линейная модель с порогом	$\gamma(h) = \begin{cases} c_0 + c\left(\frac{h}{a}\right), 0 < h \le a \\ c_0 + c, a < h \end{cases}$
Линейная без порога	$\gamma(h) = c_0 + ch$
Сферическая модель	$\gamma(h) = \begin{cases} c_0 + c\left(\frac{h}{a}\right), 0 < h \le a \\ c_0 + c, a < h \end{cases}$
Экспоненциальная модель	$\gamma(h) = c_0 + c\left[1 - exp\left(-\frac{h}{a}\right)\right]$
Гауссова модель	$\gamma(h) = c_0 + c\left[1 - exp\left(-\frac{h^2}{a^2}\right)\right]$
Степенная (без порога)	$\gamma(h) = c_0 + ch^p\ 0 < p < 2$

Значение изучаемого свойства z в искомой точке $B(xi, yj)$ оценивается по значениям этого свойства $z(x_i, y_j)$, которые измерены в опорных близлежащих n точках, при $i=1, 2,...,n$, и при $j=1, 2,...,n$. Интерполяционное значение может быть получено как взвешенная сумма данных:

$$Z(B)=\lambda_1 z_1+\lambda_2 z_2+ \ldots+\lambda_n z_n,$$

где λ_i - весовые коэффициенты, рассчитанные для опорных точек.

Существует несколько типов кригинга (таблица 2):

Название кригинга	Условие применения	Система уравнений для нахождения весовых коэффициентов
простой	среднее значение является известной константой	$\vec{\lambda} = \begin{bmatrix} \gamma(h_{11}) & \cdots & \gamma(h_{1n}) \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ \gamma(h_{n1}) & \cdots & \gamma(h_{nn}) \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \gamma(h_{01}) \\ \cdots \\ \gamma(h_{0n}) \end{pmatrix}$
обычный	среднее значение является неизвестной постоянной величиной	$\vec{\lambda} = \begin{bmatrix} \gamma(h_{11}) & \cdots & \gamma(h_{1n}) & 1 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \gamma(h_{n1}) & \cdots & \gamma(h_{nn}) & 1 \\ 1 & \cdots & 1 & 0 \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \gamma(h_{01}) \\ \cdots \\ \gamma(h_{0n}) \\ 1 \end{pmatrix}$
Универсальный (с трендом)	неизвестное среднее значение плавно меняется во всей области исследования	

Кригинг является линейным методом в том смысле, что необходимое значение $V(x_0, y_0)$ определяется с применением среднего взвешенного значений $V(x_i, y_i)$ точек попавших в поисковый круг:

$$V(x_0, y_0) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i V(x_i, y_i)$$

.

Значения $V(x_i, y_i)$ мы берем из исходной таблицы. Веса λ_i можно найти из следующего выражения:

$$\overline{\lambda} = \begin{pmatrix} \gamma(\rho_{11}) & \dots & \gamma(\rho_{1n}) & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \gamma(\rho_{n1}) & \dots & \gamma(\rho_{nn}) & 1 \\ 1 & \dots & 1 & 0 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \gamma(\rho_{01}) \\ \\ \gamma(\rho_{0n}) \\ 1 \end{pmatrix}$$

При этом $\mu = \lambda_{n+1}$ показывает ошибку кригинга – чем меньше μ, тем лучше сработала кригинговая процедура.

Здесь ρ_{ij} - расстояние между i-й и j-й точками, попавшими в поисковый круг.

Функция $\gamma(\rho_{ij})$ - есть *экспериментальная (модельная) вариограмма*. Данная функция показывает общую изменчивость в данных в зависимости от расстояния.

В рамках ряда видов кригинга возможно построение карты квантилей, вероятностей и стандартных ошибок. Столь значительные возможности геостатических методов интерполяции по сравнению с другими достигаются за счет более высоких требований к качеству интерполируемых данных. В том случае, если данные подчиняются закону нормального распределения, кригинг является лучшим интерполятором среди всех несмещенных интерполяторов. В ряде случаев (построение карт квантилей, вероятностей и стандартных ошибок) нормальность распределения данных является обязательным условием. Кокригинг (Cokriging) для интерполяции значения изучаемого свойства в искомой точке использует информацию о варьировании переменных, показатели которых статистически взаимосвязаны с показателями изучаемой переменной.

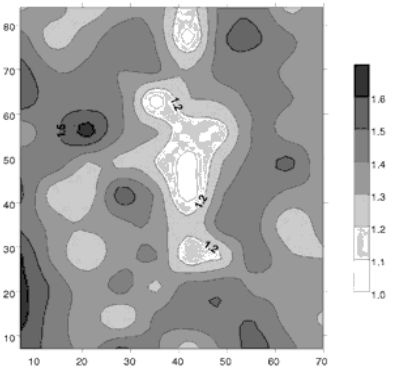


Рис. XX.6. Поверхность, отражающая пространственное варьирование плотности серых лесных почв Владимирского ополья в июле 1996 года на глубине 35–40 см. Метод построения – метод кригинга (Kriging), для аппроксимации семивариограммы использовалась линейная модель с нулевым наггет-эффектом

Лабораторная работа №7
Исследование влияния параметров кригинга на результаты прогноза значений поля по площади

Цель: оценить качественно какие из нижеперечисленных параметров влияют на результаты интерполяции и экстраполяции данных с помощью процедуры кригинга.

В качестве скрипта для проверки влияния различных параметров возьмем ранее созданный скрипт для улучшенного кригинга. Сделаем его процедурой-функцией и будем обращаться к этой функции многократно из головной программы.

Этот скрипт имеет вид:

```
clear
x=[-30 30 30 30 0];
y=[0 30 0 -30 0];
u=[4 6 2 1];
for i=1:5,
   for j=1:5,
r(i,j)=sqrt((x(i)-x(j))^2+(y(i)-y(j))^2);
gamma(i,j)=0.01*r(i,j);
if r(i,j)>100 gamma(i,j)=4.2; end;
end;
end;

for i=1:4,
   B(i)=4.2-gamma(5,i);
   for j=1:4,
   A(i,j)=4.2-gamma(i,j);
   end;
end;
A(:,5)=-1;
A(5,:)=1;
A(5,5)=0;
B(5)=1;
AI=inv(A);
lam=AI*B';
u0=lam(1)*u(1)+lam(2)*u(2)+lam(3)*u(3)+lam(4)*u(4);
```

Преобразуем его в функцию следующими шагами:

- **убираем** clear,

вместо него вставляем три строки:

```
function u0=krgn(u,x5,y5,A,R,C);
%comment
```

убираем координаты пятой точки из массивов x и y:
x=[-30 30 30 30 0]; -> x=[-30 30 30 30];
y=[0 30 0 -30 0]; -> y=[0 30 0 -30];
- убираем u=[4 6 2 1];
-изменяем
gamma(i,j)=0.01*r(i,j); **на** gamma(i,j)=A*r(i,j);
-изменяем
if r(i,j)>100 gamma(i,j)=4.2; end;
на
if r(i,j)>R gamma(i,j)=C; end;

изменяем в последней строчке
u5 -> u0
и добавляем в конец скрипта
end
Сохраняем скрипт в файле с именем, названным в заголовке функции, т.е. krgn.m
Пишем головной скрипт:

```
clear
u=[4 6 2 1];
[X,Y]=meshgrid(-30:5:30,-30:5:30);
%создание равномерной сетки координат расчетных точек
kx=length(X); ky=length(Y);
A=0.01; R=100; C=4.2;
for i=1:kx,
  x5=X(1,i);
   for j=1:ky,
      y5=Y(j,1);
      UR(i,j)=krg(u,x,y,n,x5,y5,A,R,C,C0);
   end;
end;
[c,h]=contourf(Y,X,UR);% рисование поля в изолиниях с закраской
colorbar;
clabel(c,h);%  установка надписей на изолиниях
```

Сохраняем его в файле с произвольным именем.
После запуска головного скрипта
получаем изображение расчетного поля прогнозных значений в изолиниях
Для выполнения анализа влияния параметров кригинга на результаты прогноза следует проделать расчеты по программе при различных параметрах, помещая каждый раз результат в приложение Word или Open Office
Рекомендуемые значения параметров

№	Угловой коэффициент вариаграммы A	Радиус R	Уровень плато C	Примечание
1	0.01	100	4.2	Влияние C
2	0.01	100	1	
3	0.01	100	10	
4	0.01	20	4.2	Влияние R
5	0.01	50	4.2	
6	0.01	70	4.2	
7	0.12	60	7.25	Вместе с 1 – влияние A или вида вариаграммы
8	0.12	60	7.15	Изменить размеры площади прогноза в meshgrid на (-40:5:40,-40:5:40) Вместе с 7 изучение влияния размеров расчетной области

Лабораторная работа №8
Стохастическое моделирование методом Монте-Карло

Для получения прогнозов и оценок в геостатистике часто используют математическое моделирование случайных величин.

Рассмотрим приемы такого моделирования для решения простой задачи – определения площади плоской фигуры.

Если случайным образом бросать материальные точки в пределах определенной площадки, например, прямоугольника или квадрата, то координаты падения этих точек X и Y есть равномерно распределенные случайные величины.

В MATLAB есть функция для генерирования равномерно распределенных случайных чисел *rand*.

Обращение к ней следующее:

xr=rand(1,n);

xr -сгенерированный массив случайных чисел, состоящий из одной строки и содержащий n элементов. Любое число массива есть равномерно распределенное вещественное число в интервале от 0 до 1.

Пример:

u = rand(1,5)

u = 0.0975 0.2785 0.5469 0.9575 0.9649

Если мы хотим сгенерировать такое число в интервале от -0.5 до +0.5 , нужно написать:

>> u=rand(1,10)-0.5

u = -0.3581 -0.0782 0.4157 0.2922 0.4595 0.1557 -
0.4643 0.3491 0.4340 0.1787

Если мы хотим сгенерировать такое число в интервале от a до b, то нужно писать:

u=(b-a)*rand(1,n)+a;

Рассмотрим теперь понятие геометрической вероятности. Если фигура площадью s находится внутри другой фигуры площадью SR , то при случайном бросании точки число попаданий точки во внутреннюю фигуру относится к числу попаданий точки во всю площадь (общему числу бросаний точки) как s/SR.

Отсюда следует способ вычисления площади плоской фигуры.

s=(m/n)*SR;

m – число попаданий случайно брошенной точки в пределы заданной фигуры на площади;

n – общее число бросаний точки в пределы всей площади

SR – величина всей площади, в пределы которой попадают случайно брошенные точки.

Ниже приводится пример скрипта для определения площади круга радиуса R=1, вписанного в квадрат размерами по оси X от -1 до + 1 и по оси Y от -1 до + 1. Отображаются верхняя и нижняя границы круга, положения упавших равномерно распределенных точек в пределах всей площади. Точки попавшие в пределы исследуемой фигуры (круга) покрашены красным цветом. В правом верхнем углу рисунка печатается значение площади круга. Теоретическое ее значение при радиусе круга равном 1 равно 3,14159.

clear

```
xmin=-1;xmax=1;
Lx=xmax-xmin;
ymin=-1;ymax=1;
Ly=ymax-ymin;
SR=Lx*Ly;%площадь охватывающего фигуру квадрата
R=1;
x=xmin:0.01:xmax;
y1=sqrt(R^2-x.^2);%уравнение верхней полуокружности
y2=-sqrt(R^2-x.^2);%уравнение нижней полуокружности
line(x,y1);hold on; %рисование круга
line(x,y2);

n=100;% планируемое число бросаний
xr=Lx*(rand(1,n)-0.5); yr=Ly*(rand(1,n)-0.5);
%генерирование координат падения случано брошенных точек
m=0; % до начала бросания ни одна точка не попала в площадь круга

for i=1:n, % процесс бросания и анализа попала ли точка в пределы круга
   cr='b*'; % по умолчанию цвет точки синий
   if xr(i)^2+yr(i)^2<R^2 m=m+1;cr='r*';end;
   %если точка попала в круг, то величина числа попаданий в пределы фигуры увеличивается
на 1
   %и точке присваивается красный цвет
   plot(xr(i),yr(i),cr);hold on;axis square;%рисование упавшей точки
end;
s=m*SR/(n);%вычисление площади
text(1,1,num2str(s));%формирование надписи на углу рисунка
```

Самостоятельно вычислить площадь под параболой, уравнение которой $y=x^2$, и которая вписана в прямоугольник с координатами по оси X от 0 до 4 и по оси Y от 0 до 16.

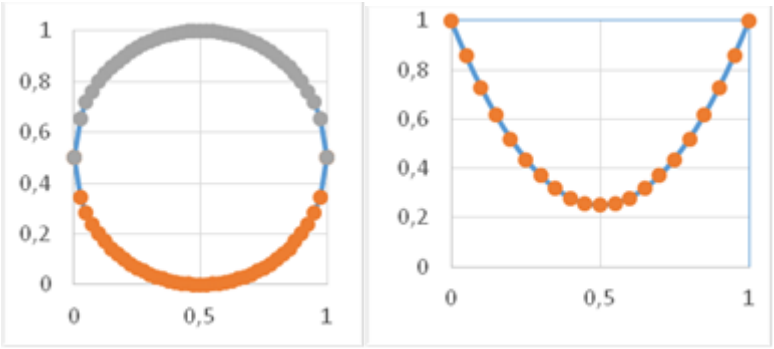
Лабораторная работа №9
Использование методов Монте-Карло
для определения площадей плоских фигур

Для определения площади фигуры можно использовать следующее положение теории вероятностей: частота попадания точки, брошенной случайным образом в область фигуры, пропорциональна площади фигуры.

В работе будем использовать две плоские фигуры - круг и параболу.

Они вписаны в площадку квадратной формы со сторонами, равными единице (a=1).

Схема площадки, где проводятся численные эксперименты по бросанию точки, показана на рис.1.



Уравнение круга: $(x-0,5)^2+(y-0,5)^2=0,5^2$. Радиус круга R равен 0,5 единицы, центр круга находится в точке с координатами x=0,5 и y=0,5

Уравнение параболы: $y(x)=3\cdot(x-0,5)^2+0,25$.

2. Во втором случае для параболы (будем для определенности изучать площадь верхней части параболы)

$P=S(параболы)/S(квадрата)$

А т.к. площадь нашего квадрата равна 1, то площадь верхней части параболы равна экспериментальной вероятности попадания случайно брошенной точки в контур верхней части параболы, т.е. $S(параболы)=1\cdot P$.

1. В первой части работы мы будем использовать известную нам формулу площади круга $S=\pi\cdot R^2$ для определения числа π.

Площадь круга независимо от этой формулы определим по методу Монте-Карло. Для этого 100 раз разыграем случайные координаты точки падения на изучаемую площадку с помощью встроенного в электронные таблицы генератора равномерно распределенных случайных чисел

Посчитаем сколько из брошенных точек попало внутрь круга –n. Найдем экспериментальную вероятность попадания точки в круг P= n/100. Согласно вышесказанному положению эта вероятность P равна отношению площади круга к площади квадрата, в котором мы проводили бросания.

$$P=S(круга)/S(квадрата)=\pi\cdot R^2\Big/_{a^2}=\pi\cdot 0,25/1$$

Поэтому найдем число Пи делением экспериментальной вероятности на 0,25.

Лабораторная работа №10

Расчёт объёмов запасов с помощью стохастического моделирования (методом Монте-Карло).

Моделирование методом Монте-Карло (ММК) является мощным средством расчёта функции плотности вероятностей для комбинации из нескольких случайных переменных.

Объём запасов по стандартной оценке (STOOIP) является функцией объёма нефтесодержащих пород в пределах залежи (GRV), доли коллектора в горизонте (N/G), средней пористости коллектора (Ф), коэффициента водонасыщенности (S_w) и объёмного фактора B_0 (1).

$$STOOIP = \frac{GRV * \frac{N}{G} * \Phi * (1 - S_W)}{B_0} \qquad (1)$$

Задача: рассчитать объём залежи нефти на месторождении

Выполнение работы:

1. Построить график интегрального распределения нефтесодержащих пород. Рассчитать объём нефтесодержащих пород.

1) Задать значения плотности вероятностей **p** (50 случайных значений от 0 до 1, используя функцию RAND)

2) Вычислить теоретические значения объема **Voil** нефтесодержащих пород через обратную функцию X^2 - распределения (используйте функцию CHIINV(p;12))

3) Задайте 10 интервалов одинаковой длины от 0 до 30 с шагом 3 (для этого задайте в ячейку с C1 по L1 числа от **3** до **30** с шагом 3)

4) Определить с какого интервала попадает значение Voil (Используйте логическую функцию if. Для первого интервала и первого значения Voil формула будет выглядеть так: if($B2<C$1;1;0)

5) Найти количество значений Voil попавших в каждый из 10 интервалов (через функцию суммы по столбцам)

6) Рассчитать вероятность попадания Voil в заданные интервалы P* (для этого разделите суммы полученные в пункте 5 на количество значений Voil)

7) Построить график интегрального распределения нефтесодержащих пород по диапазонам заданным в пункте 3 (для этого вам понадобится строки рассчитанные в пункте 3- ось OX и 5- ось OY)

8) Рассчитать практические значения объёма нефтесодержащим пород **Voil_mk (=(10-СУММ(C2:L2))*3 –** пример расчёта первого значения, 10 - количество интервалов, 3 – интервалы.**)**

2. Построить график интегрального распределения коллекторов в породах. Рассчитать долю коллекторов в горизонте.

1) Используя значения полученные в пункте 1 первого задания и обратную функцию Фишера (FISHERINV) рассчитать теоретические значения количества коллекторов **coll.**

2) **Проделать то же что описано в пунктах с 3 по 8 первого задания, только для значений coll (интервалы задаются (пункт 3 первого задания) исходя из значений coll)**

3) Рассчитать практические значения количества коллекторов **coll_mk (=(9-СУММ(диапазон значений))*0,05** – пример расчёта первого значения, 9-количество интервалов, 0,05-интервалы**)**

3. Оценить объём запасов нефти на месторождении

1) Используя упрощённую формулу 2, рассчитать объём запасов нефти на месторождении

$$STOOIP = GRV * \frac{N}{G} \quad (2)$$ (STOOIP=Voil_mk*coll_mk)

2) Построить график вероятности распределения объёма залежи нефти. (по оси OX – откладываются значения STOOIP, по оси OY- значение p – плотность вероятности (заданное в самом начале работы))

slu-chislo	oil	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	oil_mk
0,046107388	5,118802	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
0,207076725	7,899639	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	6
0,389284521	10,05979	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	9
0,994282697	27,90214	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	27
0,314271311	9,200357	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	9
0,195375642	7,746357	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	6
0,508628872	11,44314	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	9
0,844502786	16,84563	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	15

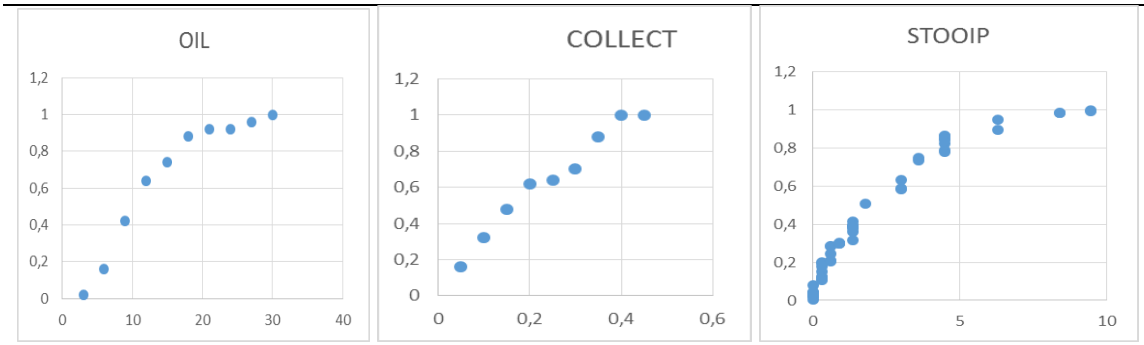


Рис.1 Фрагменты таблицы и рисунков из проделанной работы

Расчетно-графическая работа
Подсчет запасов УВ методом Монте-Карло на основе объемного метода

Основным методом оценки локализованных ресурсов и запасов УВ является объемный метод и его разновидности. Объемный метод сводится к подсчету эффективного объема Vэф, занятого углеводородами в пределах залежи. Обычно, по сейсмическим данным, скорректированным по результатам бурения, строится структурная карта кровли залежи, а если залежь пластовая, то и ее подошвы. Затем внутри продуктивного интервала по принятому пороговому значению пористости и проницаемости выделяются проницаемые породы (коллекторы) и низко пористые и плохо проницаемые породы (не коллекторы). Следующий шаг - рассчитать внутри залежи объем, занятый коллекторами, исключив из него объем, занятый не коллекторами. Этот объем называют эффективным насыщенным объемом.

При достаточном количестве скважин выполняется построение карт эффективных насыщенных толщин ($h_{эф}$), которые определяются по скважинам и соответствуют мощности коллекторов ($h_{кол.}$) в пределах продуктивного интервала:

$$h_{эф}= h_{кол}$$

Нулевое значение толщины совпадает с внешним контуром ВНК (или ГВК). Чтобы рассчитать искомый объем следует проинтегрировать по площади (S) значения эффективных насыщенных толщин.

Если скважин мало или всего лишь одна, карта эффективных насыщенных толщин является скорее гипотетической, чем реальной. В этом случае строят карту общих насыщенных толщин продуктивного интервала ($H_{прод}$). Это можно сделать, имея структурную карту кровли коллектора и зная положение водонефтяного контакта (ВНК). По скважине определяют коэффициент песчанистости - отношение суммарной мощности коллекторов к общей мощности продуктивного интервала:

$$К_{песч}= h_{кол}/H.$$

Затем карта общей мощности продуктивного интервала “умножается” на коэффициент песчанистости и получается карта эффективной насыщенной мощности ($h_{эф}=H* К_{песч}$), по которой затем рассчитывают эффективный насыщенный объем:

$$Vэф= h_{эф}*S$$

После того, как эффективный насыщенный объем Vэф рассчитан тем или иным способом, требуется определить еще несколько подсчетных параметров. Для подсчета запасов нефти это коэффициент пористости (Кп), коэффициент нефтенасыщенности (Кн), плотность нефти (σ), пересчетный коэффициент (θ - коэффициент усадки) и коэффициент извлечения (η).

Если все перечисленные параметры известны, то геологические запасы нефти Qн вычисляются простым перемножением этих величин:

$$Qн = V\times Кп \times Кн \times\sigma \times \theta \times \eta \qquad (1)$$

Для подсчета запасов газа формула имеет вид:

$$Qн = V\times Кп \times Кг\times F\times (P_{нач}\,\alpha_{нач} - P_{кон}\,\alpha_{кон}) \times \eta \qquad (2)$$

где Кг – коэффициент газонасыщенности, F - температурная поправка для приведения газа к стандартной температуре 20°С, $P_{нач}$ - начальное пластовое давление на середину залежи газа

на дату расчета, $P_{кон}$ - конечное среднее остаточное давление в залежи при установлении на устье нормального атмосферного давления, $\alpha_{нач}$, $\alpha_{кон}$ - поправки на отклонение газа от закона Бойля-Мариотта (обратная величина коэффициента сверх сжимаемости), соответственно при давлениях $P_{нач}$ и $P_{кон}$, η – коэффициент газоотдачи.

Использование в формулах (1) и (2) средних величин подсчетных параметров для залежи в целом соответствует *детерминированному подходу*. Поскольку все подсчетные параметры входят в результирующую формулу в виде произведения, то относительная погрешность результата будет равна сумме относительных погрешностей определения каждого из параметров. Например, если допустить, что подсчетные параметры известны очень точно, например, так, как показано в таблице 1, то получается, что извлекаемые запасы нефти можно оценить с погрешностью не лучше 24.5%.

Большинство параметров невозможно определить с такой высокой точностью, как в таблице 1, поскольку дисперсия реальных значений, полученных по данным сейсморазведки (S - площадь), по данным ГИС и керна (мощность, пористость, нефтенасыщенность) и по аналогиям (пересчетные коэффициенты и коэффициент извлечения) значительно выше.

Для любого параметра существует предел точности его определения, превысить который невозможно по объективным причинам. Так, открытая пористость одного и того же образца керна, измеренная несколько раз подряд, может изменяться, например, от 16 до 20%, а если из одного и того же интервала взять несколько десятков образцов, то разница будет еще больше. Пористость, рассчитанная по данным каротажа скважин может иметь еще больший разброс в зависимости от методов каротажа и способов интерпретации каротажных кривых и не совпадать с измеренной на образцах.

Таблица 1

№	Параметр	Наиболее вероятное значение	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность, %
1	Площадь, км^2	40	±1.0	2,5
2	Эффективная нефтенас. мощность, м	30	±1.0	3.33
3	Пористость,%	18%	±1.0%	5.55
4	Нефтенасыщенность,%	85%	±3%	3.53
5	Пересчетный коэффициент	0.91	±0.02	2.2
6	Плотность нефти	0.907	±0,007	0,77
7	Коэффициент извлечения	0.3	±0.02	6.67
Сумма				24,5%

Выбор порогового значения пористости, по которому разделяются коллекторы и не коллекторы, также зачастую невозможно строго обосновать, а потому его величина во многом субъективна. А это в свою очередь означает, что величина эффективной толщины, которая напрямую зависит от порогового значения открытой пористости, также определяется очень неточно.

Площадь структуры, определяемая обычно по структурным картам, полученным по данным сейсморазведки, скорректированным с учетом бурения, также имеет немалые погрешности. Это является следствием неоднозначности в прослеживании сейсмических горизонтов. В результате, объем залежи, зависящий от площади продуктивности и эффективной толщины, рассчитывается с большими погрешностями, которыми никак нельзя пренебречь. Что касается других коэффициентов, входящих в подсчетные формулы (1) и (2), то они определяются еще более неточно.

При достаточной изменчивости свойств коллекторов детерминированный подход не может дать объективную информацию о величине запасов. Более корректно это делается путем применения *вероятностно-статистических методов*, так как они показывают степень неопределенности оценки величины запасов.

Наиболее корректный путь, используемый в подобных системах оценки геологических параметров, – независимое имитационное статистическое моделирование каждого из подсчетных параметров в интервалах, определяемых погрешностью их определения.

Результат моделирования оцениваемой величины представляется в виде гистограммы, где по оси абсцисс отложены интервалы оценки запасов, а по оси ординат - частота попадания оценок в соответствующий интервал. Если эту гистограмму нормировать на общее количество статистических испытаний, то она будет соответствовать функции плотности вероятности оценок запасов. Перейдя к графику накопленной (интегральной) вероятности можно определить запасы для различного уровня надежности (вероятности) оценки запасов.

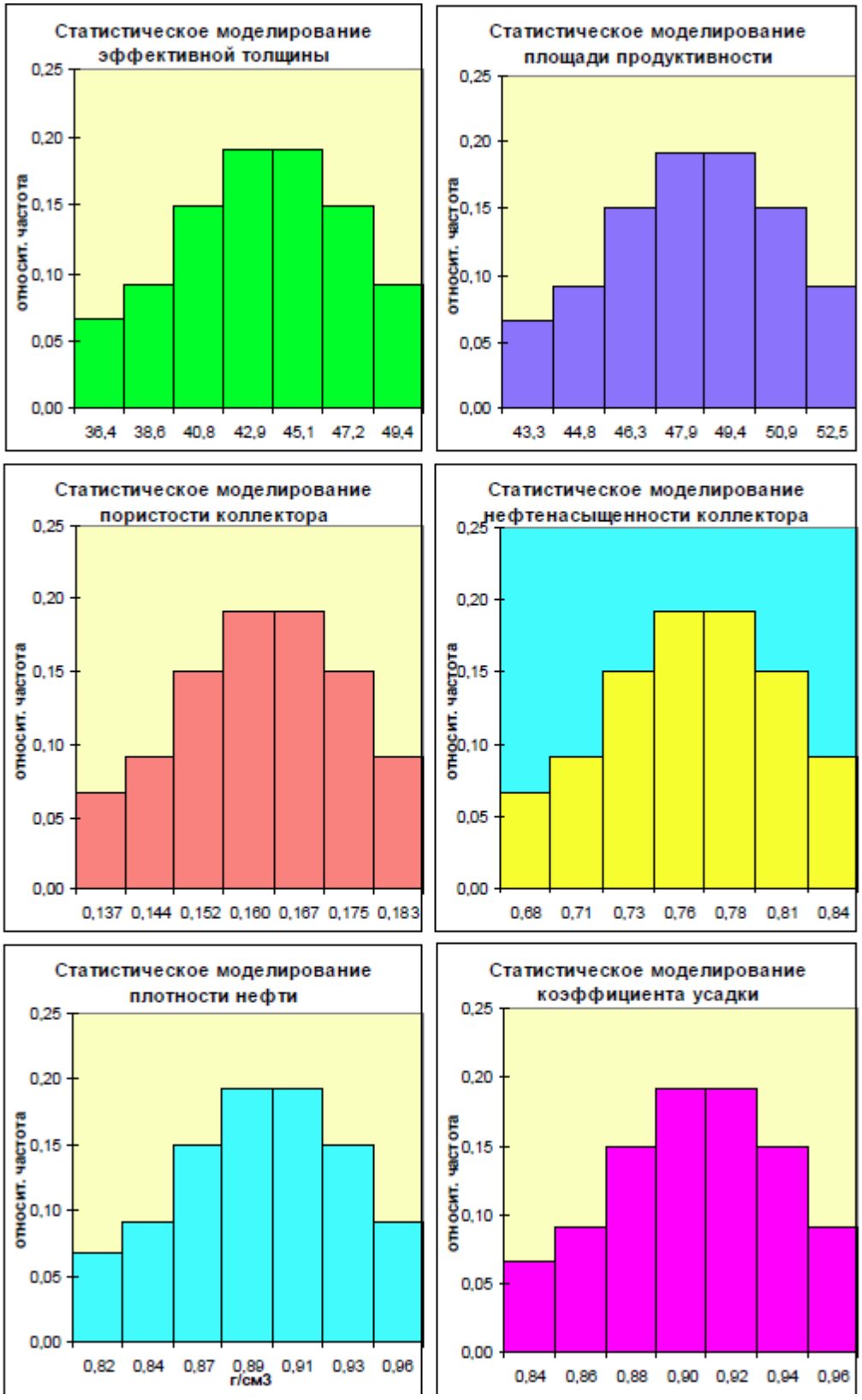
По графику интегральной вероятности определяют любые “пороговые” оценки ресурсов или запасов. Задавшись “порогом”: 90% получим минимальную оценку, 50% - лучшую или базовую, 10% - максимальную.

На рис.1 приведены гистограммы параметров, влияющих на оценку начальных суммарных ресурсов нефтяной залежи: коэффициент пористости, коэффициент нефтенасыщенности, коэффициент песчанистости, плотность нефти и т.д. Всего с помощью генератора случайных чисел было получено 1000 реализаций с заданным *нормальным распределением* по каждому параметру.

На рис. 2 приведены гистограмма и график интегральной вероятности оценок суммарных ресурсов нефтяной залежи, полученные по результатам имитационного моделирования с распределением подсчетных параметров в соответствии с рис. 1. По графику интегральной вероятности (правая шкала) видно, что лучшая (базовая) оценка составляет 64,6 млн., минимальная (90% или 0,9) - 46,5, а максимальная (0,1) – примерно 82,7 млн.т

Литература:

1. Дюбруль О. Использование геостатистики для включения в геологическую модель сейсмических данных. SEG, 2002, с. 292
2. Ампилов Ю.П., Герт А.А. Экономическая геология - М., Геоинформмарк, 2006. - 400с
3. Демидкина С. Вероятностная оценка запасов нефти и газа в программе «EVA - анализ рисков» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, факультет геологии



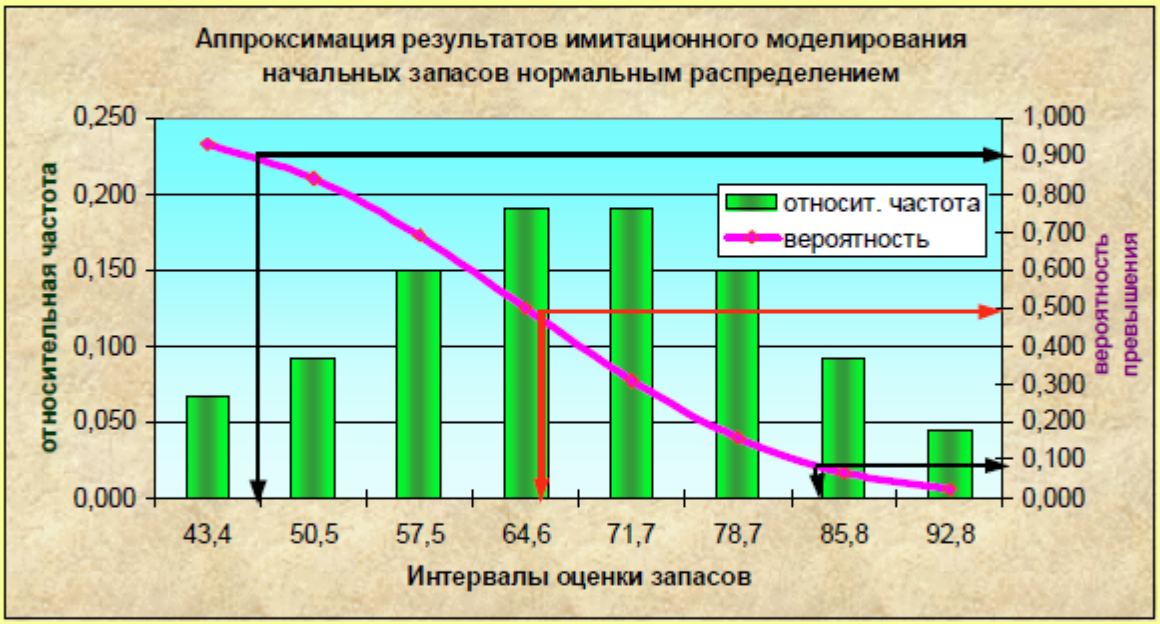
Гистограмма распределения подсчетных параметров при вероятностной оценке НСР нефтяной залежи

Результаты расчетов начальных извлекаемых запасов нефти

По детерминированной оценке извлекаемые запасы нефти: **65,5** млн.т

Количественные характеристики вероятностной оценки запасов нефти:

С вероятностью 90% запасы нефти превысят величину P90= 46,5 млн.т
С вероятностью 50% запасы нефти превысят величину P50= **64,6** млн.т
С вероятностью 10% запасы нефти превысят величину P10= 82,7 млн.т



По результатам имитационного статистического моделирования при нормальном распределении подсчетных параметров получены следующие параметры оценки:

коэффициент вариации = **0,22**
стандартное отклонение = **14,1** млн.т

Извлекаемые ресурсы нефти с учетом стандартного отклонения составят:

64,6 ± 14,1 млн.т

Пример вероятностной оценки запасов нефтяной залежи

Методические указания для выполнения расчетно-графической работы

Постановка задачи: определить запасы нефтяной залежи объемным методом, используя имитационное статистическое моделирование (метод Монте-Карло)

Исходные данные для расчета запасов представлены в таблице 1 в виде диапазона возможных значений подсчетных параметров и соответствующего закона распределения или среднего значения параметра (константа).

Формулы для расчета представлены выше при обсуждении проблемы подсчета запасов объемным методом.

Порядок выполнения работы:

1. *Определить параметры законов распределения подсчетных величин.*
2. *Выполнить N генераций ансамбля подсчетных величин и расчет запасов. Количество генераций – не менее 1000*
3. *Рассчитать и построить нормированные гистограммы подсчетных величин и запасов для получения графиков функции плотности вероятности.*
4. *Рассчитать и построить график интегральной вероятности для запасов (функция MATLAB cdfplot)*
5. *Определить квантили порядка 0,1, 0,5 и 0,9, соответствующие* максимальной, базовой и минимальной оценке запасов.
6. *Определить среднее и среднеквадратичное отклонение для запасов.*
7. *Определить тип статистического распределения запасов (нормальное, логнормальное и т.п).*

Отчет по расчетно-графической работе должен включать:

1. *Теорию моделирования методом Монте-Карло, моделирование непрерывной и дискретной СВ с известным распределением, понятие о функции плотности вероятности и интегральной функции распределения, понятие о квантилях.*
2. *Порядок выполнения работы, расчетные формулы и алгоритмы*
3. *Графики, построенные в пунктах 3 и 4 (см. этапы моделирования)*
4. *Значения величин, рассчитанных в пунктах 5-7.*
5. *Описание результатов и выводы.*

```
clear
%треуг
% N=1000
% ki=10
% xmin=4; xmax=8;
% a=xmin/2; b=xmax/2;
% u1=a+(b-a).*rand(1,1000);
% u2=a+(b-a).*rand(1,1000);
% u=u1 +u2;
% subplot(211);hist(u,ki);
% subplot(212);cdfplot(u);

% clear
% % равн.
% N=1000
% ki=15
% xmin=4; xmax=8;
% a=xmin; b=xmax;
% u=a+(b-a).*rand(1,1000);
% subplot(211);hist(u,ki);
% subplot(212);cdfplot(u);

clear
%норм.
N=1000
ki=15
xmin=4; xmax=8;
mu=(xmin+xmax)/2;
sigma=(-xmin+xmax)/6;;
u=normrnd(mu,sigma,1,N);
subplot(211);hist(u,ki);
subplot(212);cdfplot(u);
```

Варианты1-9

Вариант		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Параметр	Закон	Значения параметров								
Площадь, кв км	треуг.	41,4-52,3	4,34-5,98	34,1-37,9	0,8-3,73	14,9-16,3	11,7-18,2	9,9-10,6	25,2-26,9	14,4-18,2
Толщина продуктивного интервала, м	треуг.	12.0-24	3.1-3.5	6.9-7.8	12.5-22.9	3.4-3.8	2.6-2.8	14-24	17-19	2.3-8.7
Коэф. песчанистости, д.ед.	норм.	0,6-0,9	0,65-0,85	0,7-0,9	0,75-0,9	0,5-0,7	0,69-0,75	0,55-0,65	0,65-0,8	0,58-0,69
Коэф. пористости, д.ед.	норм.	0,15-0,2	0,16-0,2	0,16-0,18	0,11-0,14	0,17-0,23	0,14-0,16	0,11-0,16	0,15-0,24	0,16-0,25
Коэф.т нефтенасыщенности, д.ед.	норм.	0,72-0,79	0,72-0,8	0,72-0,84	0,58-0,79	0,65-0,7	0,68-0,75	0,75-0,85	0,78-0,88	0,84-0,88
Плотность нефти, г/куб.см	норм.	0,78-0,88	0,8-0,9	0,74-0,81	0,7-0,78	0,82-0,9	0,884-0,9	0,74-0,82	0,82-0,88	0,86-0,89
Коэф. пересчета, д.ед.	конст.	0,7	0,7	0,973	0,973	0,884	0,884	0,8	0,8	0,78
Коэф извлечения запасов, д.ед.	конст.	0,265	0,323	0,34	0,254	0,4	0,18	0,38	0,21	0,41

Варианты10-18

Вариант		10	11	12	13	14	15	16	17	18
Параметр	Закон	Значения параметров								
Площадь, кв км	треуг.	61,4-72,3	43,4-59,8	64,1-67,9	18-23,73	24,9-26,3	31,7-38,2	28,9-39,6	15,2-16,9	54,4-58,2
Толщина продуктивного интервала, м	треуг.	3.0-4.4	6.1-7.5	3.9-4.8	5.5-5.9	4.4-5.8	2.6-3.8	4.4-6.4	5.7-6.9	7.3-8.7
Коэф. песчанистости, д.ед.	норм.	0,39-0,46	0,35-0,45	0,48-0,65	0,25-0,38	0,43-0,56	0,29-0,35	0,25-0,35	0,45-0,68	0,18-0,39
Коэф. пористости, д.ед.	норм.	0,15-0,21	0,15-0,20	0,14-0,16	0,19-0,24	0,21-0,24	0,22-0,26	0,18-0,24	0,16-0,20	0,11-0,15
Коэф.т нефтенасыщенности, д.ед.	норм.	0,72-0,79	0,74-0,80	0,62-0,70	0,58-0,65	0,65-0,72	0,68-0,72	0,74-0,80	0,72-0,82	0,81-0,85
Плотность нефти, г/куб.см	норм.	0,74-0,75	0,85-0,9	0,76-0,78	0,72-0,74	0,82-0,84	0,87-0,91	0,75-0,80	0,80-0,82	0,86-0,89
Коэф. пересчета, д.ед.	равн.	0,73-0,75	0,71-0,75	0,85-0,90	0,87-0,92	0,87-0,88	0,75-0,81	0,78-0,81	0,83-0,85	0,74-0,76
Коэф извлечения запасов, д.ед.	равн.	0,26-0,32	0,32-0,40	0,29-0,34	0,24-0,25	0,28-0,34	0,24-0,27	0,21-0,28	0,27-0,36	0,32-0,41

Варианты19-27

Вариант		19	20	21	22	23	24	25	26	27
Параметр	Закон									
Площадь, кв км	треуг.	41,4-52,3	4,34-5,98	34,1-37,9	0,8-3,73	14,9-16,3	4,34-5,98	34,5-45,9	70,2-90,1	56,7-68,4
Эффективная мощность, м	треуг.	20-24	32-35	12-15	34-53	18-23	2-2,4	42-58	19-28	32-40
Коэф. пористости, д.ед.	норм.	0,15-0,2	0,16-0,2	0,16-0,18	0,11-0,14	0,17-0,23	0,16-0,18	0,25-0,3	0,21-0,24	0,10-0,18
Коэф.т нефтенасыщенности, д.ед.	норм.	0,72-0,79	0,72-0,8	0,72-0,84	0,58-0,79	0,65-0,7	0,58-0,79	0,65-0,78	0,80-0,85	0,70-0,75
Плотность нефти, г/куб.см	норм.	0,78-0,88	0,8-0,9	0,74-0,81	0,7-0,78	0,82-0,9	0,78-0,88	0,70-0,71	0,74-0,75	0,76-0,80
Коэф. пересчета, д.ед.	равномер.	0,79 - 0,89	0,75 - 0,78	0,78 0,86	0,88 - 0,97	0,87 - 0,98	0,85 - 0,91	0,82-0,85	0,70-0,72	0,74-0,76
Коэф извлечения запасов, д.ед.	равномер.	0,3 - 0,29	0,3 - 0,2	0,3 - 0,4	0,3- 0,36	0,3 - 0,5	0,3 - 0,2	0,45-0,50	0,35-0,4	0,28-0,38

Примеры из литературы

Интервалы оценки подсчетных параметров на различных этапах изучения месторождения

Подсчетный параметр	Интервал достоверности оценок по этапам изучения месторождения		
	1 этап	2 этап	3 этап
Пористость	15-21	16-20	16-18
Коэф-т песчанистости	0,6-0,9	0,65-0,85	0,7-0,8
Газонасыщенность	0,55-0,95	0,6 – 0,8	0,72 –0,80
Начальное пластовое давление	205 – 226	210 – 224	212 – 216
Пластовая температура	36 - 44	38 - 42	40 – 42
Поправка на отклонение от идеального газа	1,1 – 1,2	1,12-1,18	1,15-1,17

Параметр	**Значение параметра**			**Тип и характеристика распределения**
	мода	**минимум**	**максимум**	
Площадь, км^2	1,02	0,455	2,03	Треугольное
Толщина пласта, м	39,6	34,8	45,4	Треугольное
Пористость, д.ед.	0,2	0,17	0,23	Нормальное
Насыщенность, д.ед.	0,69	0,58	0,79	Нормальное
Плотность, т/м^3	0,8	0,7	0,9	Нормальное
Коэффициент пересчета	0,7	0,7	0,7	Константа
Геологические запасы, млн. т	**3,12**			

Коэффициент пересчета | мода	Нормальное	μ=0,7; σ=0,07
Плотность, т/м3 | мода	Нормальное	μ=0,8; σ=0,08
Насыщенность, д.ед. | мода	Нормальное	μ=0,69; σ=0,069
Пористость, д.ед. | мода	Нормальное	μ=0,2; σ=0,02
Толщина пласта, м | мода	Треугольное	a=34,8; b=45,4; m=39,6
Площадь, км2 | мода	Треугольное	a=0,455; b=2,03; m=1,02

Наименование параметров	Центральный участок		Северо-восточный участок			
	р-н скв.804	р-н скв.803	р-н скв.510		р-н скв.801	
Категория запасов	С1	С1	С1	С2	С1	С2
Площадь, тыс.м^2	841	37990	4344	5981	806	3738
Средневзвешенная толщина, м	1,3	2,6	1,2	1,2	1,2	1,2
Объём, тыс.м^3	1248	96786	5001	6987	991	2141
Коэффициент пористости	0,13	0,11	0,13	0,13	0,14	0,14
Коэффициент нефтенасыщенности	0,79	0,79	0,72	0,72	0,80	0,80
Плотность нефти, г/см^3	0,899					
Пересчётный коэффициент	0,973					
Коэффициент извлечения нефти	0,254	0,340	0,210	0,210	0,358	0,358

Пласт, зона	Категория запасов	Площадь нефтеносности тыс.м2	Средняя нефтенасыщенная толщина, м	Объем нефтенасыщенных пород, тыс.м3	Коэффициенты, доли ед.			Плотность нефти, г/см³	Начальные геологические запасы нефти, тыс.т.	Коэффициент извлечения нефти	Начальные извлекаемые запасы нефти, тыс.т.
					открыт. пористости	нефтенасыщенности	пересчетный				
В-II, р-н скв.803											
нефтяная зона	C_1	315	2,3	725	0,13	0,84	0,983	0,884	69	0,265	18
	C_2	5171	1,5	7832	0,13	0,84	0,983	0,884	743	0,265	197
газонефтяная зона	C_1	910	1,0	909	0,13	0,84	0,983	0,884	86	0,265	23
	C_2	5248	1,0	5422	0,13	0,84	0,983	0,884	515	0,265	136
водонефтяная зона	C_1	920	1,4	1303	0,13	0,84	0,983	0,884	124	0,265	33
	C_2	4495	1,1	4897	0,13	0,84	0,983	0,884	465	0,265	123
Итого	C_1	2145	1,4	2937					279		74
	C_2	14914	1,2	18151					1723		456
В-IIIа, р-н скв.805											
нефтяная зона	C_2	1462	1,3	1901	0,14	0,72	0,983	0,884	167	0,323	54
водонефтяная зона	C_2	320	0,9	296	0,14	0,72	0,983	0,884	26	0,323	8
Итого	C_2	1782	1,2	2197					193		62
A_{4-1+2}, р-н скв.803											
нефтяная зона	C_1	11750	4,0	46878	0,11	0,79	0,973	0,899	3563	0,340	1211
водонефтяная зона	C_1	26240	1,9	49908	0,11	0,79	0,973	0,899	3794	0,340	1290
Итого	C_1	37990	2,5	96786					7357		2501
$A_{4-1+2,}$ р-н скв.804											
нефтяная зона	C_1	90	2,4	216	0,13	0,79	0,973	0,899	19	0,254	5
водонефтяная зона	C_1	851	1,2	1032	0,13	0,79	0,973	0,899	93	0,254	24
Итого	C_1	941	1,3	1248					112		29
Итого по участку	C_1								7748		2604
	C_2								1916		518

Список литературы

1. Ампилов Ю.П., Герт А.А. Экономическая геология - М., Геоинформмарк, 2006. – 400 с.
2. Демидкина С. Вероятностная оценка запасов нефти и газа в программе «EVA - анализ рисков» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, факультет геологии.
3. Дюбруль О. Использование геостатистики для включения в геологическую модель сейсмических данных. SEG, 2002, с. 292.
4. Геостатистика: теория и практика / В. В. Демьянов, Е. А. Савельева; под ред. Р. В. Арутюняна; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. М.: Наука, 2010. — 327 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Физические и геологические основы сейсморазведки»

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация

Сейсморазведка

Оглавление

Лабораторная работа №1 Влияние среды на распространение волн. Потери энергии сейсмических волн при сферическом расхождении и поглощении	3
Лабораторная работа №2 Лучевые схемы отраженных волн в однородно-слоистой модели среды	10
Лабораторная работа №3 Определение динамического диапазона, необходимого для получения сейсмической записи	13
Лабораторная работа №4 Однородно-слоистая модель среды: годографы ВСП проходящих и отраженных волн; потери энергии, связанные с отражением и преломлением	14
Лабораторная работа №5 Интегральные скоростные характеристики сейсмических сред	25
Лабораторная работа №6 Влияние пористости и порового флюида на упругие параметры среды.	26
Лабораторная работа№7 Расчет годографов отраженных волн (ОВ) и головных волн (ГВ) для двухслойной модели среды	28
Лабораторная работа №8Расчет годографов головных волн (ОВ) в двухслойной модели среды с наклонной границей раздела	30
Лабораторная работа №9 Уравнение годографа ОСТ однократно отраженных волн. Положение в разрезе общей глубинной точки. Расчет годографов ОСТ дифрагированных волн	31
Лабораторная работа №10 Расчет годографов отраженных волн (ОВ) в многослойной горизонтально-слоистой модели среды	32
Лабораторная работа №11 Построение и анализ геосейсмической модели среды	33
Лабораторная работа №12 Расчет годографов головных волн (ГВ) в многослойной горизонтально-слоистой модели среды	35
Лабораторная работа №13Расчет годографов головных волн (ГВ), дифрагированных волн (ДВ) и волн смешанного типа для модели сложно построенной среды	36
Лабораторная работа №14 «Построение и анализ геосейсмической модели среды в методе отраженных волн»	38

Лабораторная работа №1

Влияние среды на распространение волн. Потери энергии сейсмических волн при сферическом расхождении и поглощении

Краткая теория

Плотность энергии; интенсивность

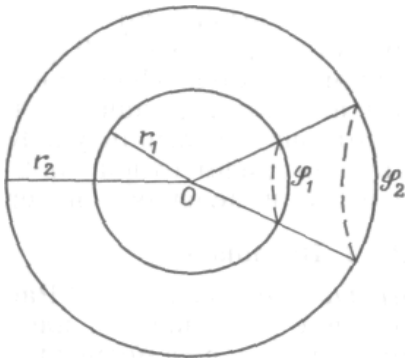


Рис. 1 Фронты S1 и S2 сферической волны, расходящейся от центра соответственно радиусов r1 и r2

Важнейшей особенностью сейсмической волны является энергия, связанная с движением среды при прохождении по ней волны. Обычно рассматривается не полная энергия волны, а энергия, выделяющаяся в окрестности точки наблюдения. Энергия, заключенная в единице объема в окрестности некоторой точки, называется *плотностью энергии.*

Рассмотрим сферическую гармоническую продольную волну см. рис.1, у которой радиальное смещение при фиксированном значении *r* расстояния от источника до приемника определяется по формуле

$$u = A\cos(\omega t + \gamma),$$

где t - время, ω - круговая частота, γ - фазовый угол. Амплитуда смещения u изменяется от -А до +А. Поскольку смещение меняется со временем, каждый элемент среды имеет скорость $\upsilon = du/dt$ и связанную с ней кинетическую энергию dE_k. В каждом элементе объема dV с плотностью ρ, она равна

$$dE_k = (\rho\, dV)\,\upsilon^2/2$$

Плотность кинетической энергии составит

$$E = dE_k/dV = \rho\upsilon^2/2 = \rho\omega^2A^2\sin^2(\omega t + \gamma)/2$$

Это выражение изменяется от нуля до максимума, равного $\rho\omega^2A^2/2$

С волной связана также потенциальная энергия, обусловленная упругими деформациями, которые возникают при прохождении волны. По мере колебания среды энергия переходит из кинетической в потенциальную и обратно, полная же энергия остается неизменной. Когда смещение частицы равно нулю, потенциальная энергия равна нулю, а кинетическая — максимальна, а при максимальном смещении частицы от исходного положения вся энергия является потенциальной. Поскольку полная энергия равна максимальному значению кинетической энергии, плотность энергии E для гармонической волны равна

$$E = \rho\omega^2A^2/2 = 2\pi^2\rho f^2A^2$$

Таким образом, плотность энергии пропорциональна первой степени плотности среды и квадратам частоты и амплитуды волны.

Интересующей нас величиной является также плотность потока энергии, то количество энергии, протекающей через единичную площадку, нормальную к направлению распространения волны, в единицу времени. Рассмотрим цилиндр бесконечно малого поперечного сечения dS, ось которого параллельна направлению распространения волны, а длина равна расстоянию, пройденному ею за время dt. Полная энергия, заключенная внутри цилиндра высотой υdt в момент времени t, составляет $E\upsilon dtdS$. В момент $t + dt$ вся эта энергия покинет цилиндр, пройдя через один из его

торцов. Поделив ее на площадь основания цилиндра dS и на интервал времени dt, получим плотность потока энергии (или интенсивность) - количество энергии, проходящей через единичную площадь за единицу времени:

$$I = E\upsilon$$

Для гармонической волны имеем

$$I = \rho\upsilon\omega^2A^2/2 = 2\pi^2\rho\upsilon f^2A^2$$

На рис.1 показан фронт сферической волны, расходящейся от центра. Рассмотрим два участка волновых фронтов S_1 и S_2 радиусов r_1 и r_2 соответственно. Энергия, протекающая наружу через сферический «колпачок» S_1 за одну секунду, должна быть равна энергии, протекающей наружу за одну секунду через сферический «колпачок» S_2 (так как энергия перемещается только в радиальном направлении). Поток энергии за секунду равен произведению интенсивности на площадь, поэтому

$$I_1\, dS_1 = I_2\, dS_2.$$

Поскольку площади S_1 и S_2 пропорциональны квадратам их радиусов, получаем

$$I1/I2 = E_2/E_1 = S1/S2 = (r_1/r_2)^2.$$

Таким образом, геометрическое (*сферическое)* расхождение энергии приводит к тому, что интенсивность и плотность энергии сферических волн уменьшаются обратно пропорционально квадрату расстояния от источника. У плоской волны лучи не расходятся. Рис. 1 можно рассматривать как поперечное сечение цилиндрической волны, возбужденной очень длинным линейным источником. Дуги dS_1 и dS_2 представляют собой цилиндрические волновые фронты. Поскольку длина дуг пропорциональна радиусу, *цилиндрическое расхождение* приводит к изменению интенсивности обратно пропорционально радиусу:

$$I1/I2 = E2/E_1 = (r_1/r_2)^m$$

где m = 0,1 или *2* соответствуют плоской, цилиндрической или сферической волнам.

Отношения интенсивностей, энергий или мощностей, как правило, выражают в децибелах (дБ). Значение в децибелах представляет собой 10·lg от отношения интенсивностей, энергий или мощностей. Поскольку интенсивности изменяются как квадрат амплитуды, значение в децибелах задается также как 20·lg от отношения амплитуд.

Поглощение

Рассмотрим еще два механизма, заставляющие уменьшаться плотность энергии волны. В реальной действительности по мере прохождения волн через среду упругая энергия, связанная с волновым движением распределяется не только в зависимости от геометрии задачи, но постепенно поглощается этой средой, переходя, в конце концов, в тепло. Этот процесс называется *поглощением.* За счет него волновое движение в итоге полностью исчезает.

Поглощение меняется с частотой, поэтому измерить его очень трудно. Результаты лабораторных измерений, производимых всегда на высоких частотах, нельзя переносить на реальные полевые условия. При полевых измерениях нужно учитывать эффекты отражения и преломления, и то, что путь волн проходит по нескольким средам. Трудности измерений приводят к сильным различиям в измеренных значениях поглощения.

При распространении упругих волн в горных породах амплитуда их вследствие поглощения уменьшается с расстоянием, по-видимому, по экспоненциальному закону. Следовательно, можно написать зависимость для уменьшения амплитуды из-за одного

только поглощения

$$A=A_0 \cdot e^{-\alpha x},$$

где A и A_0 — значения амплитуды волны в двух точках волнового фронта на расстоянии x друг от друга в направлении распространения волны, а α - *коэффициент поглощения.*

Другим показателем поглощения является *коэффициентом затухания*, который основывается на уменьшении амплитуды со временем:

$$A = A_0 e^{-ht} \cos \omega t,$$

где t – задержка по времени между двумя точками волнового фронта.

Кроме того, для оценки поглощающих свойств среды удобно пользоваться *логарифмическим декрементом затухания* δ, который определяется по формуле:

$$\delta = \ln\left(\frac{\text{амплитуда}}{\text{амплитуда на один период позже}}\right)$$

Его можно выразить через коэффициент затухания как

$$\delta = hT = h/f = 2\pi h/\omega$$

где T – период. δ измеряется в неперах. Непер - это натуральный логарифм отношения амплитуд. Аналогично δ измеряется в децибелах на длину волны.

Экспериментальные данные позволяют предположить, что коэффициент поглощения α приблизительно пропорционален частоте, т. е. для конкретной породы произведение αλ (или δ) — примерно постоянная величина. Измерения декремента поглощения в общем распадаются на диапазоны, показанные в табл. 1. Значения для S-волн, в среднем, составляют 1/2—1/3 от значений для Р-волн.

Таблица 1

Логарифмический декремент поглощения δ
в дБ на длину волны для горных пород

Магматические породы	0,04 - 0,02
Осадочные породы	0,16 - 0,02
Газоносные породы	0,63 - 0,06

Механизмы, посредством которых энергия упругих волн преобразуется в тепло, еще полностью не раскрыты. Вероятно, наиболее важными механизмами являются внутреннее трение в форме трения скольжения (или прилипания, а затем скольжения) и вязкие потери в поровых флюидах. Последний механизм, наиболее значителен в сильно проницаемых породах. Другими эффектами, имеющими меньшую значимость, служат потеря части тепла, образующегося в фазе сжатия волнового движения, путем теплопроводности, пьезоэлектрические и термоэлектрические эффекты и энергия, идущая на образование новых поверхностей (играющая заметную роль только вблизи источника). Многие из постулированных механизмов предсказывают, что поглощение зависит от частоты (в жидкостях пропорционально частоте).

Для теоретической подготовки к занятиям дайте письменные ответы на вопросы:

1. Что такое сейсмическая волна?
2. Какие волны называются объемными? Указать разновидности объемных волн.

3. Какие волны называются сферическими? - плоскими?

4. Какая среда в сейсмической разведке называется: а) однородной; б) изотропной;

в) анизотропной; г) идеально-упругой; д) поглощающей.

5. Выпишите определения, а также формулы для видимых параметров сейсмических волн: частоты, круговой частоты, периода, длины волны, волнового числа, амплитуды.

6. Как изменяется видимая амплитуда сейсмических колебаний сферической волны с удалением от источника?

7. Записать формулу, показывающую изменения амплитуды смещения сейсмических колебаний в поглощающей среде.

Литература.

Бондарев В.И. Сейсморазведка: Учебное пособие для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007, стр.15-20

Решите следующие задачи

(числовые параметры задач даны по вариантам в приложении 1).

Задача №1

Предположим, что в однородной изотропной поглощающей среде распространяется почти гармоническая сейсмическая волна со скоростью V_p и с видимой частотой f. На сейсмической трассе, полученной на удалении x_1 от источника, в отсутствие регулировки амплитуд регистрируется колебание волны с видимой амплитудой смещения A_{p1} , а на удалении x_2 – с видимой амплитудой A_{p2} .

1) *Определить* амплитудный коэффициент поглощения α.

2) *Определить* амплитудный коэффициент затухания h.

3) *Найти* логарифмический декремент поглощения δ в неперах, в дБ на длину волны.

4) *Найти* отношение амплитуд на трассе для 1-го и 3-го периодов и *выразить* его в дБ.

Задача №2

Используя данные задачи №1 определить амплитуду в точке x_2 по отношению к точке x_1 за счет сферического расхождения: а) в отсутствие поглощения; б) с учетом поглощения. Выразить изменения амплитуды в децибелах.

Задача №3

Сравнить потери энергии из-за поглощения и сферического расхождения сейсмических волн, распространяющихся с одинаковой скоростью V_p, но имеющих различный частотный состав: *f1, f2, f3, f4, f5*. Сравнение производить по отношению к контрольной точке, удаленной от источника на расстояние x_0, в точках наблюдений с координатами x_0+1000, x_0+2000, x_0+4000, x_0+8000. Декремент поглощения δ в дБ на длину волны взять по результатам задачи №1. Результаты оформить в виде таблицы:

Потери энергии из-за поглощения и сферического расхождения (в дБ) при декременте поглощения …. дБ/λ и скорости упругих волн ….. м/с

Частота, Гц	Длина волны, м	Расстояния до точек наблюдения, м				
		x1=	x2=	x3=	x4=	x5=
Расчетные параметры		Потери энергии из-за поглощения $E_{погл}$				
f1=						
f2=						
f3=						
f4=						
f5=						
		Потери энергии из-за сферического расхождения $E_{сф}$				
Все						
		Суммарные потери $E_{погл}$+ $E_{сф}$				
f1=						
f2=						
f3=						
f4=						
f5=						

По результатам расчета сделать выводы о том, какие потери преобладают на низких (высоких) частотах, на коротких (длинных) дистанциях. Какие потери становятся преобладающими с увеличением частоты (т.е. при высоком разрешении), с увеличением расстояния (т.е. при глубинных исследованиях)?

Исходные данные к задачам по лабораторной работе №1

Вариант	Задача 1						Задача 2		Задача 3					
	V_p,м/с	f,Гц	A_{p1},мм	X_1,км	A_{p2},мм	X_2,км	$X1$,м/с	$X2$,м/с	f_1,Гц	f_2,Гц	f_3,Гц	f_4,Гц	f_5,Гц	x_0,м
1	3200	40	5	2,5	4,4	3	500	2000	5	20	60	100	180	200
2	3000	45	4	2	3,1	2,5	200	1500	10	30	60	120	240	200
3	2000	50	6	2	5,0	2,5	1000	4000	5	20	40	80	160	100
4	2200	60	5.5	1,5	4,0	2	1000	3000	2	10	30	80	150	300
5	3500	45	3,5	2.5	2,0	3,0	100	1500	3	10	20	50	140	300
6	2800	50	5.6	2	5,0	2,5	500	2000	3	10	30	90	160	300
7	1500	60	6,5	1,5	3,5	3	400	2000	5	25	50	70	140	200
8	2000	55	6	2	3,1	2,5	300	1500	5	40	60	90	180	200
9	2500	50	5,5	2,5	2,2	3,0	200	1000	10	25	50	100	200	100
10	3000	45	5,0	3	4,0	3.5	1000	3000	5	30	60	120	240	300
11	3500	40	4,5	3,5	1,5	4.0	1000	4500	25	50	100	200	400	100
12	4000	35	4	4	2,2	4,5	400	1200	5	35	70	140	280	100
13	2200	40	5	2,5	3,5	3	500	2000	30	60	90	160	320	200
14	2400	45	4	2	3,0	2,5	1000	2500	15	30	60	90	190	200
15	2600	50	6	2	4,2	2,5	1000	3000	10	60	110	160	210	100
16	2800	60	4.5	1,5	3,0	2	800	1600	20	50	90	130	170	100
17	3000	55	3,7	4.5	2,0	5,0	100	1500	10	30	60	90	150	300
18	3400	30	4,3	2,9	2,0	3,4	200	2000	20	50	80	120	160	300
19	3800	35	6,5	2,5	4.0	3,0	400	2000	12	50	100	140	200	100
20	4200	25	7	2	4.0	2,5	800	1600	5	20	70	120	180	200

Лабораторная работа №2

Лучевые схемы отраженных волн в однородно-слоистой модели среды

Теоретическая часть:

Запишите определения следующих типов волн: монотипные, обменные, кратно-отраженные, полнократные, частично кратные. Дайте определение лучевого параметра. Сформулируйте закон Снеллиуса.

Практическая часть

Задана трехслойная однородно-слоистая модель среды с плоскими горизонтальными границами раздела, верхняя из которых – дневная поверхность. Источник волн, распространяющихся в среде, находится на дневной поверхности.

В этой модели известны:

−мощности первого и второго слоев (h_1 и h_2),

−скорости продольных волн в слоях (V_{P1}, V_{P2}),

−скорости поперечных волн (V_{S1}, V_{S2}).

1. Обозначая углы наклона сейсмических лучей, измеряемые от нормали к границе, для отраженных волн - α, для преломленных – β с индексами, обозначающими **смену направления распространения луча**, запишите уравнение Снеллиуса для следующих типов волн:

а) для отраженных монотипных волн: P_1P_1, $P_1P_2P_2P_1$;

б) для отраженных обменных волн: P_1S_1, $P_1P_2S_2S_1$

2. Для заданной модели среды при заданном угле входа волны в среду **α** (угол между лучом и нормалью к поверхности земли) постройте с соблюдением масштаба, выбранного для изображения модели, лучевые схемы (траектории распространения) следующих типов волн:

а) монотипных однократно отраженных P_1P_1, $P_1P_2P_2P_1$

б) обменных однократно отраженных (волн, изменивших тип) P_1S_1, $P_1P_2S_2S_1$

г) двукратных отраженных монотипных $P_1P_1P_1P_1$, $P_1P_2P_2P_1P_1P_2P_2P_1$

д) частично кратных отраженных монотипных $P_1P_2P_2P_2P_2P_1$, $P_1P_1P_1P_2P_2P_1$, $P_1P_2P_2P_1P_1P_1$

Для выполнения задания используйте уравнение Снеллиуса (свойство постоянства лучевого параметра). С его помощью определите углы прохождения и отражения. Зная эти углы, рассчитайте горизонтальные проекции расстояний, проходимых волнами в отдельных слоях.

Сделайте выводы, сопоставляя расстояния между источником сейсмических волн и точкой выхода луча на поверхность земли для различных типов волн.

3. **Запишите индексы всех возможных для заданной модели обменных однократно отраженных от 2 границы сейсмических волн. Обоснуйте появление таких волн.**

Литература:

1. Бондарев В.И. “Сейсморазведка”, Учебник для вузов, Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007, стр. 31-32

Пример построения лучевой схемы для обменной волны $P_1P_2S_2S_1$

Вариант	V_{P1}(м/с)	V_{P2}(м/с)	V_{S1}(м/с)	V_{S2}(м/с)	h_1, м	h_2, м	α,град
25	1500	2000	400	800	200	500	20

Закон Снеллиуса позволяет найти лучевой параметр *p* по *значениям* угла, *под которым* луч входит в среду ($\alpha=20°$) и скорости в первом слое ($V_{P1}=1500$ м/с):

$$p = \frac{\sin 20°}{1500} = 0.000228$$

Лучевой параметр *p* остается неизменным при прохождении лучом сейсмических границ и отражении от этих границ. Запишем закон Снеллиуса для однократно отраженной обменной волны $P_1P_2S_2S_1$, *испытавшей преломление на 1 границе при прохождении внутрь среды (без обмена)- участок* P_1P_2, *далее отразившейся от 2 границы со сменой типа волн – участок* P_2S_2 *и, наконец, испытавшей преломление на границе 1 при прохождении в направлении к поверхности земли (без обмена) – участок* S_2S_1,

$$\frac{\sin\beta_{P1P2}}{Vp2} = \frac{\sin\alpha_{P2S2}}{Vs2} = \frac{\sin\beta_{S2S1}}{VS1} = p$$

или

$$\frac{\sin\beta_{P_1P_2}}{2000} = \frac{\sin\alpha_{P_2S_2}}{800} = \frac{\sin\beta_{S_2S_1}}{400} = 0{,}000228.$$

Отсюда определим неизвестные углы:

$\beta_{P1P2} = \arcsin(0{,}000228 \cdot 2000) = 0.47(\text{радиан}) = 27°$

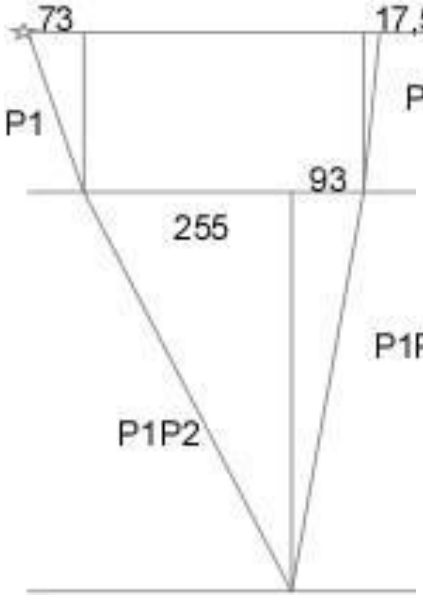
$\alpha_{P2S2} = \arcsin(0{,}000228 \cdot 800) = 0.18(\text{радиан}) = 10{,}5°$

$\beta_{S2S1} = \arcsin(0{,}000228 \cdot 400) = 0.09(\text{радиан}) = 5°$

Определим проекции лучей на поверхность наблюдений (см рис. под таблицей):

Для луча P1 в 1 слое	$\Delta X_{P1} = h_1 \operatorname{tg}\alpha = 200 \cdot \operatorname{tg}20° = 73$ м
Для луча P2 во 2 слое	$\Delta X_{P2} = h_2 \operatorname{tg}\beta_{P1P2} = 500 \cdot \operatorname{tg}27° = 255$ м
Для луча S2 во 2 слое	$\Delta X_{S2} = h_2 \operatorname{tg}\alpha_{P2S2} = 500 \cdot \operatorname{tg}10{,}5° = 93$ м
Для луча S1 в 1 слое	$\Delta X_{S1} = h_1 \operatorname{tg}\beta_{S2S1} = 200 \cdot \operatorname{tg}5° = 17{,}5$ м

Лучевая схема для обменной отраженной волны $P_1P_2S_2S_1$



Поверхность земли

Граница между 1 и 2 слоем

Граница между 2 и 3 слоем

Исходные данные к задачам по лабораторной работе № 2

Вариант	V_{p1},м/с	V_{p2},м/с	V_{s1},м/с	V_{s2},м/с	h_1, м	h_2, м	α,град
1	*1700*	*3000*	*800*	*2000*	*400*	*500*	*10*
2	*2000*	*2100*	*1000*	*1200*	*300*	*600*	*25*
3	*2500*	*3000*	*1200*	*1600*	*700*	*400*	*20*
4	*2200*	*2600*	*800*	*1500*	*600*	*1000*	*15*
5	*1600*	*2200*	*600*	*1200*	*300*	*500*	*20*
6	*1500*	*2500*	*600*	*1500*	*400*	*200*	*15*
7	*1800*	*3000*	*800*	*1800*	*500*	*800*	*25*
8	*2000*	*2100*	*900*	*1000*	*300*	*700*	*10*
9	*2500*	*3000*	*1200*	*1600*	*500*	*200*	*20*
10	*3500*	*4000*	*1600*	*1800*	*1000*	*600*	*20*
11	*2800*	*3000*	*1300*	*1700*	*500*	*1000*	*15*
12	*2400*	*2600*	*600*	*1200*	*200*	*400*	*25*
13	*1800*	*2200*	*500*	*800*	*300*	*400*	*10*
14	*1500*	*2500*	*500*	*1000*	*400*	*900*	*25*
15	*2000*	*3500*	*900*	*1000*	*400*	*200*	*10*
16	*2200*	*4000*	*1000*	*2000*	*800*	*1200*	*25*
17	*1600*	*3200*	*600*	*1000*	*300*	*800*	*10*
18	*1700*	*2500*	*800*	*1100*	*400*	*600*	*15*
19	*1800*	*3000*	*600*	*1600*	*800*	*600*	*20*
20	*1900*	*2000*	*900*	*800*	*200*	*500*	*20*

Лабораторная работа №3
Определение динамического диапазона, необходимого для получения сейсмической записи

Под *динамическим диапазоном* сейсмической записи понимают отношение амплитуды максимального сигнала, который может быть правильно зарегистрирован, к амплитуде минимального сигнала. *Динамический диапазон* рассчитывается в дБ.

Сейсмические волны, распространяясь в геологической среде, испытывают потери энергии (происходит уменьшение амплитуды волны) в основном вследствие трех механизмов: *отражения-преломления, сферического расхождения* и *поглощения*. Эффекты *расхождения* фронта и *поглощения* были подробно рассмотрены в лабораторной работе №1. Здесь мы остановимся на механизме *отражения-преломления*

При изучении отраженных волн нас будет интересовать доля энергии, которая возвращается к поверхности земли. Эта доля определяется *коэффициентом отражения*, который представляет собой отношение амплитуды отраженной от границы волны к амплитуде волны, падающей на границу. При углах падения волны на границу близких к нулю *коэффициент отражения* рассчитывается через акустические жесткости горных пород, расположенных выше и ниже отражающей границы (ОГ). Акустическая жесткость в какой-либо точке среды представляет собой произведение скорости упругих волн - V в этой среде на плотность - ρ: $\gamma = V\rho$. Коэффициент отражения для границы раздела двух сред 1 и 2 с акустическими жесткостями γ_1 и γ_2 будет равен: $R=(\gamma_2 - \gamma_1)/(\gamma_1 + \gamma_2)$, при условии, что волна падает на границу из среды 1. Коэффициент R принимает значения в диапазоне от -1 до +1. Для большинства сейсмических границ он по модулю не превышает 0,2. При падении волны из среды с меньшей жесткостью на границу с более жесткой средой он принимает положительное значение, в противоположном случае – он имеет отрицательное значение.

При вертикальном падении волны на отражающую границу энергия сейсмической волны распределяется между отраженной волной и проходящей (преломленной) волной. Относительная амплитуда проходящей волны определяется коэффициентом прохождения, который в этом случае равен T=1-R. Волна, отраженная от какой-либо границы, проходит через все выше расположенные отражающие границы дважды - вниз и вверх, за счет этого она также теряет часть своей энергии. Ее относительная амплитуда будет ослаблена на каждой границе, через которую она проходит, в $1-R^2$ раз. При малых значениях R это ослабление можно считать незначительным.

Исходные данные: таблица, описывающая геолого-геофизическую модель среды. В ней содержатся сведения о геологической привязке отражающих горизонтов (ОГ), глубине - z до отражающих границ, пластовые скорости V, средние плотности в слоях ρ.

Постановка задачи:

На поверхности земли расположены источник и приемник сейсмических волн. Расстояние X_0 между ними таково, что углы падения-отражения для волн, приходящих от глубинных ОГ, приближенно можно считать равными нулю (нулевой вынос).

Требуется оценить относительные амплитуды сейсмических волн, отразившихся от каждой ОГ и пришедших к приемнику. Будем считать, что максимальной регистрируемой амплитудой является амплитуда прямой волны, приходящей от источника к приемнику вдоль границы земля-воздух и она равна 1. Путь, пройденный каждой отраженной волной, принять равным удвоенной глубине до соответствующей ОГ. При расчете учесть суммарные потери энергии сейсмических волн за счет отражения, сферического расхождения и поглощения. При расчетах X_0 принять равным 5 м, коэффициент поглощения α - равным 0,001 $м^{-1}$. Потери энергии рассчитать в дБ. Построить графики зависимости потерь энергии от глубины до отражающих границ z. Определить необходимый динамический диапазон регистрации отраженных волн для заданного геосейсмического разреза (в дБ).

Лабораторная работа №4

Однородно-слоистая модель среды: годографы ВСП проходящих и отраженных волн; потери энергии, связанные с отражением и преломлением

Исходные данные: геосейсмическая модель

Формулировка задания

1. Дайте определения: коэффициент отражения; коэффициент прохождения (преломления); закритические отражения; нормальное падение на границу,

Поясните что такое линейный, поверхностный, продольный, непродольный годографы. Проиллюстрируйте это графическими схемами. Ответьте на вопрос, к каким из этих типов годографов относятся годографы ВСП.

2. Выпишите формулы для: относительной энергии отраженной волны; проходящей волны.

3. Для однородно-слоистой модели среды рассчитайте годографы ВСП и постройте их графики для следующих типов волн:

- проходящих,
- отраженных,
- кратно отраженных (полнократных),
- кратно отраженных (неполнократных).

4. Постройте график средней скорости Vср(z), опираясь на годограф проходящей волны.

5. В точке приема, расположенной на поверхности земли у устья скважины, определите относительные потери амплитуд (энергии), связанные с процессами отражения и преломления сейсмических волн на границах пластов, а также в связи с расхождением и поглощением. Для двух последних видов потерь принять следующие условия: доминирующая частота сейсмического сигнала 50 Гц, декремент поглощения 0,1 дБ на 1 длину волны, интенсивность (амплитуда в контрольной точке 1, ее удаление от источника 10 м. Выразите потери энергии в децибелах. Децибел – единица измерения относительного изменения мощности сигнала:

$$K=20 \lg(A_{вых}/A_{вх}).$$

Рассмотрите потери энергии для всех видов отраженных волн, для которых построены годографы в пункте 3.

Сравните потери энергии

а) однократно отраженных волн для мелко и глубоко залегающих границ,

б) однократно и кратно отраженных волн.

6. Считая в качестве полезного сигнала однократно отраженные волны, а в качестве помех кратные волны всех типов, определите для каждой однократно отраженной волны возможные помехи.

Кратную волну будем считать помехой, если время ее выхода на поверхность земли близко ко времени полезной волны.

Для каждой однократно отраженной волны составить таблицу со столбцами:

- индекс однократно отраженной волны (полезной),

- индекс кратной волны (помехи),

- отношение сигнал/помеха на поверхности земли.

Отношение сигнал/помеха представляет собой отношение амплитуды сигнала к амплитуде (или суммарной амплитуде) помех. **Проанализируйте полученные результаты.**

Методические указания по расчету годографов.

Под годографом ВСП (вертикального сейсмопрофилирования) понимается зависимость времени прихода волны от координат приемников, которые располагаются на разной глубине в вертикальной скважине и находятся на одной линии с пунктом возбуждения сейсмических волн, расположенным на дневной поверхности непосредственно у устья скважины.

В однородно-слоистой модели среды при распространении сейсмических волн вдоль ствола скважины (вертикального профиля) мы имеем дело с нормальным падением сейсмических волн на границы раздела между слоями. Если из источника распространяется продольная волна (Р), то могут образоваться следующие типы монотипных продольных волн: прямые (проходящие), отраженные под углом 0^0: однократные, кратно-отраженные (полнократные и неполнократные). Следует учесть, что согласно закону Снеллиуса обменные волны при нормальном падении не образуются.

В рассматриваемых условиях прямая волна распространяется вдоль вертикального профиля и, следовательно, время ее прихода в ту или иную точку профиля зависит от скорости на тех участках профиля, через которые она проходит. Для однородно-слоистой модели среды наблюдается равномерное движение волн внутри пластов и резкое изменение скорости при переходе в следующий пласт. График такого движения (годограф) будет представлять собой ломаную линию. Точки излома годографа будут располагаться на границах пластов, а наклон звеньев будет зависеть от скорости распространения волн в пластах.

Таким образом, чтобы рассчитать годограф ВСП прямой (проходящей) волны необходимо определить координаты точек излома. Начальная точка годографа при условии, что источник и приемник расположены в устье скважины, имеет координаты z=0, t=0. Первая точка излома располагается на границе между первым и вторым слоями на глубине $z_1=h_1$, а время прихода волны в эту точку равно $t_1=h_1/V_1$, вторая точка имеет координаты: $z_2=z_1+h_2$, $t_2=t_1+h_2/V_2$ и так далее.

Отраженные волны будут повторять путь прямой волны в обратном направлении. Начальная точка годографа отраженной волны будет иметь координаты, соответствующие приходу волны на отражающую границу. Остальная часть годографа представляет собой линию, симметричную относительно этой начальной точки. Таким образом, специальных расчетов для годографа отраженных волн не требуется, он легко составляется из соображений симметрии. При рассмотрении кратно отраженных волн в модель может быть включена граница земля-воздух. Расчет годографов для второго и последующих актов отражения выполняется по аналогии с расчетом годографа однократно отраженных волн.

Методические указания по расчету относительных потерь энергии за счет процессов отражения и прохождения сейсмических волн.

Следует воспользоваться материалом лекции 3 [1], раздел 3.2 «Перераспределение энергии сейсмических волн в процессе отражения и преломления» стр.33-35

Литература:

2. Бондарев В. И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007. стр. 16-20, 33-35, 61-64.

3. Бондарев В. И., Крылатков С.М. Сейсморазведка, Т.1: Учебник для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2010. С.20-24, 33-35, 106-109

Вариант №1

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,9	2100	1,5
М	Кошайская пачка глин алымской свиты	2,6	2700	2,2
Б	Кровля баженовской свиты	2,9	2900	2,1
Н	Неокомские отложения ахской свиты	3,0	3800	2,4
Т	Кровля тюменской свиты	3,5	4000	2,4
А	Подошва чехла		4200	2,5

Вариант №2

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
С	Верхний мел	0,9	1700	1,9
Г	Кровля покуровской свиты	1,1	1900	2,1
М1	Кровля викуловской свиты	1,7	2000	2,3
М	Кровля фроловской свиты	2,0	2500	2,4
Б	Баженовская свита	3,5	3300	2,6
Т2	Среднеюрские отложения тюменской свиты		4000	2,7

Вариант №3

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,1	2200	2,2
М	Подошва кошайской пачки	1,9	2900	2,3
Н	Кровля мегионской свиты	2,6	3450	2,4
Б	Кровля баженовской свиты	2,9	3500	2,3
Т	Кровля тюменской свиты	3,1	3700	2,5
А	Подошва платформенного		4000	2,7

	чехла			

Вариант №4

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,00	2600	2,3
М	Подошва кошайской пачки	1,8	3200	2,4
Н	Кровля мегионской свиты	2,2	3450	2,4
Б	Кровля баженовской свиты	2,8	3600	2,3
Т	Кровля тюменской свиты	3	3700	2,5
А	Подошва платформенного чехла		4000	2,6

Вариант №5

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
К	Подошва талицкой свиты	1,1	1800	1,6
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,9	2100	1,5
М	Кошайская пачка глин алымской свиты	2,6	2600	2,2
Б	Кровля баженовской свиты	2,9	2900	2,1
Т	Кровля тюменской свиты	3,3	3400	2,4
А	Подошва чехла		3600	2,5

Вариант №6

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
К	Кровля ганькинской свиты	0,9	1600	1,6
Г	Кровля покурской свиты	1,1	2000	1,8
М	Подошва кошайской свиты	1,9	2500	2,4
БВ8	Кровля песчанного пласта БВ8, вандейская свита	2,4	3100	2,2

Б	Кровля баженовской свиты	2,9	3700	2,4
А	Подошва осадочного чехла		3950	2,5

Вариант №7

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
С	Кровля березовской свиты	0,5	1900	1,9
Г	Кровля уватской свиты	1,1	2200	2,1
М1	Кровля викуловской свиты	1,4	2500	2,2
М	Кровля фроловской свиты	1,8	2700	2,3
Б	Кровля тюменской свиты	2,4	3000	2,5
А	Подошва осадочного чехла		3200	2,8

Вариант №8

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Верхний мел, кровля уватской свиты	1,1	2400	2
М	Нижний мел, кровля пласта АС 1	2,0	3400	2,1
НАС10	Нижний мел, кровля пласта АС 10	2,4	4100	2,2
НБС4,1	Нижний мел, кровля пласта БС4,1	2,8	4350	2,3
Б	Верхняя юра, кровля баженовской свиты	3,6	4380	2,3
А	Подошва осадочного чехла		4400	2,4

Вариант №9

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Кровля сеноманского яруса	0,8	1600	2,1
М	Поздне сеноманское отложение	1,5	2100	2,2
Н	Поздне валанжин-ранеапский ярус	2,3	3200	2,4
Б	Верхняя юра	3,1	3600	2,3

Т	Средняя и нижняя юра	3,7	3900	2,2
А	Подошва осадочного чехла		4200	2,5

Вариант №10

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
С	Кровля березовской свиты	1,0	1500	2,1
Г	Кровля покурской свиты	1,3	2200	2,2
М	Нижний мел	2,1	2550	2,2
Б	Кровля баженовской свиты	2,7	2900	2,4
Т	Кровля васюганской свиты	2,8	3400	2,3
А	Подошва чехла		4000	2,7

Вариант №11

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
С	Кровля березовской свиты	1,0	2100	2,0
Г	Кровля покурской свиты	1,3	1800	2,1
М	Кровля алымской свиты	2,1	2200	2,2
Б	Кровля баженовской свиты	2,9	3500	2,4
Т	Тюменская свита	3,3	3700	2,9
А	Подошва чехла		4200	3,1

Вариант №12

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,0	2800	2,3
М	Подошва кошайской пачки	1,8	3300	2,4
Н	Кровля мегионской свиты	2,3	3800	2,4
Б	Кровля баженовской свиты	2,8	4000	2,5
Т	Кровля тюменской свиты	3	4300	2,4

А	Подошва чехла		4500	2,6

Вариант №13

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Кровля покурской свиты	0,9	2300	2,3
М	Подощва алымской свиты	1,7	2800	2,3
Д	Кровля мегионской свиты	2,3	2900	2,3
Б	Кровля баженовской свиты	2,6	3500	2,5
Т	Граница в верхней части тюменской свиты	3,2	3900	2,4
А	Подошва чехла		4200	2,8

Вариант №14

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Уватская свита	1,1	1800	1,8
М	Подошва кошайской свиты	1,9	2700	2,2
Б1	Кровля баженовской свиты	2,8	3300	2,4
Тю2	Кровля тюменской свиты	2,9	4200	2,4
Тю4	Верхняя часть тюменской свиты	3,5	3200	2,4
А	Подошва чехла		3500	2,6

Вариант №15

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
С	Кровля нижнемелового комплекса	0,9	1500	2,1
М	Низы покурской свиты	1,8	2100	2,2
Б	Баженовская свита	2,9	2700	2,3
Т1	Кровля среднеюрских отложений	3,1	3100	2,3
Т2	Нижняя юра	3,4	3100	2,4
А	Подошва чехла		3200	2,6

Вариант №16

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Кровля уватской свиты	0,9	1800	2
М	Кровля фроловской свиты	1,8	2700	2,3
Б	Баженовская свита	2,5	3000	2,4
Т2	Среднеюрские отложения тюменской свиты	2,7	3100	2,5
Т3	Граница тюменской свиты	3,5	3400	2,5
А	Подошва чехла		3700	2,6

Вариант №17

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,0	1800	1,5
М	Кошайская пачка глин алымской свиты	1,4	2700	2,2
Б	Кровля баженовской свиты	1,8	2900	2,1
Н	Неокомские отложения ахской свиты	2,7	3400	2,4
Т	Кровля тюменской свиты	3,1	3800	2,4
А	Подошва чехла		4200	2,5

Вариант №18

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
С	Верхний мел	0,9	1700	1,9
Г	Кровля покуровской свиты	1,1	2300	2,1
М1	Кровля викуловской свиты	1,9	2600	2,3
М	Кровля фроловской свиты	2,5	2800	2,4
Б	Баженовская свита	3,5	3300	2,6
Т2	Среднеюрские отложения тюменской свиты		3500	2,7

Вариант №19

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	0,9	1500	2,2
М	Подошва кошайской пачки	1,9	1800	2,3
Н	Кровля мегионской свиты	2,6	2000	2,4
Б	Кровля баженовской свиты	2,9	2500	2,3
Т	Кровля тюменской свиты	3,1	3100	2,5
А	Подошва платформенного чехла		3800	2,7

Вариант №20

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,00	1600	2,3
М	Подошва кошайской пачки	1,8	2500	2,4
Н	Кровля мегионской свиты	2,2	3000	2,4
Б	Кровля баженовской свиты	2,8	3300	2,3
Т	Кровля тюменской свиты	3	3700	2,5
А	Подошва платформенного чехла		4000	2,6

Вариант №21

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,6	2100	1,5
М	Кошайская пачка глин алымской свиты	2,3	2700	2,2
Б	Кровля баженовской свиты	2,8	2900	2,1
Н	Неокомские отложения ахской свиты	3,5	3800	2,4

Т	Кровля тюменской свиты	4,2	4000	2,4
А	Подошва чехла		4200	2,5

Вариант №22

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
С	Верхний мел	1,2	1700	1,9
Г	Кровля покуровской свиты	1,9	1900	2,1
М1	Кровля викуловской свиты	2,7	2000	2,3
М	Кровля фроловской свиты	3,1	2500	2,4
Б	Баженовская свита	3,9	3300	2,6
Т2	Среднеюрские отложения тюменской свиты		4000	2,7

Вариант №23

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,0	2200	2,2
М	Подошва кошайской пачки	1,8	2900	2,3
Н	Кровля мегионской свиты	2,6	3400	2,4
Б	Кровля баженовской свиты	3,3	3600	2,3
Т	Кровля тюменской свиты	3,9	4000	2,5
А	Подошва платформенного чехла		4000	2,7

Вариант №24

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,2	2600	2,3
М	Подошва кошайской пачки	1,8	3200	2,4
Н	Кровля мегионской свиты	2,6	3450	2,4
Б	Кровля баженовской свиты	3,3	3600	2,3

Лабораторная работа №5

Интегральные скоростные характеристики сейсмических сред

Задание:

1. Составьте таблицу «Характеристика скоростных параметров, используемых в сейсморазведке». В таблице описать пластовую, среднюю, лучевую, эффективную и предельную эффективную скорости по следующим пунктам: 1) определение, 2) расчетная формула, 3) для чего используется.

2. Изучите поведение средней и эффективной моделей среды на примере двухслойной модели среды. Сделайте выводы, как изменяются эти скорости а) с глубиной, временем to, б) в зависимости от соотношения мощности 1 слоя и глубины расчетной точки.

3. По данным об упругих характеристиках однородно-слоистой модели среды рассчитайте среднюю и предельную эффективную скорости в точках, соответствующих границам пластов.

4. Постройте графики зависимости средней и эффективной скоростей от глубины. Рассчитайте абсолютные (в м/с) и относительные (в %) расхождения между средней и эффективной скоростями. Сделайте выводы о возможности замены одной скорости на другую.

5. Рассчитайте для каждой сейсмической границы время двойного пробега $t_0 = 2t_B$ *Постройте график зависимости предельной эффективной скорости от времени* t_0.

Краткая теория

При решении прямых и обратных задач сейсморазведки наряду с интервальными (дифференциальными) скоростями широко используются интегральные скорости, такие как средняя скорость, эффективная скорость, предельная эффективная (среднеквадратичная) скорость.

Использование скоростных интегральных характеристик позволяет упростить расчеты по определению положения сейсмических границ, а также получать по значениям интегральных скоростей разрезы дифференциальных интервальных (истинных) *скоростей.*

Наиболее просто вычисления интегральных скоростей можно производить для модели слоисто-однородных сред с горизонтальными границами раздела. Для вычисления средней скорости *до подошвы пласта с номером* N *используется следующая формула:*

$$V_{cpN} = \frac{\sum_{i=1}^{N} h_i}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_i}} = \frac{H_N}{t_{BN}}$$

, где h_i, V_i *– мощность и скорость в пластах,* H_N *– суммарная мощность пачки из* N *пластов,* t_{BN} *– время пробега волны до подошвы* N *пласта по вертикали.*

Из эффективных скоростей наиболее популярной является предельная эффективная скорость*, которая однозначно связана с распределением интервальных скоростей в разрезе. Она может быть использована для изучения отраженных волн падающих на границы почти вертикально. На подошве пачки из N однородных слоев с горизонтальными границами раздела эта скорость рассчитывается по формуле:*

$$V_{пр.эф}^{N} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} h_i \cdot V_i}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_i}}}.$$

Литература: Бондарев В.И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007, стр. 56-57

Лабораторная работа №6

Влияние пористости и порового флюида на упругие параметры среды.

Письменно ответьте на вопросы:

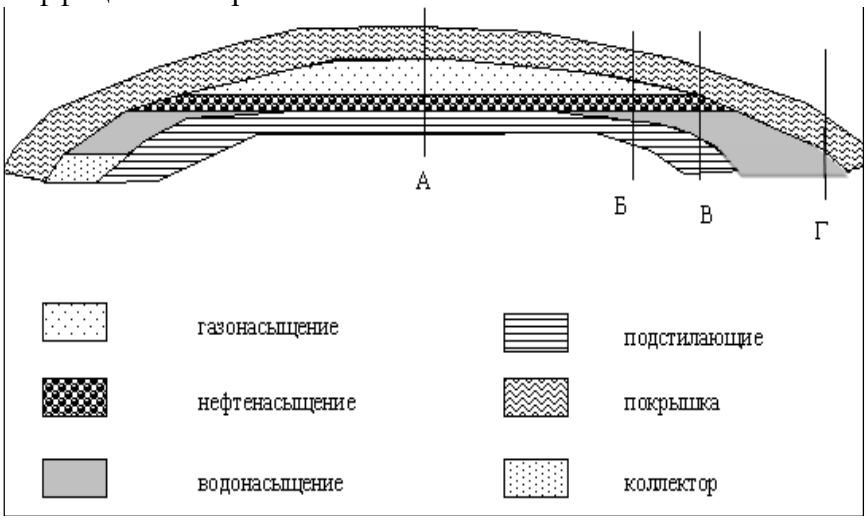
8. Что означает термин «яркое пятно»?
9. Как отображается на сейсмических разрезах контакт различных по составу флюидов?

Литература стр. 216-218 Воскресенский Ю.Н. Полевая геофизика, 2010

Задание

Исходные данные: геосейсмическая модель среды (числовые параметры по вариантам).

1) Рассчитайте коэффициенты отражения для кровли и подошвы коллектора, а также на флюидных контактах (ВНК, ГНК).
2) Начертите графики изменения коэффициентов отражения в заданных точках А, Б, В, Г на геологической схеме.
3) Сравните коэффициенты на флюидных контактах с коэффициентами отражения на кровле и подошве пласта коллектора. Как меняются коэффициенты отражения по кровле и подошве пласта коллектора? Какие границы имеют повышенные (по модулю) коэффициенты отражения?



Схематичный геологический разрез: А-Г сечения в которых требуется определить коэффициенты отражения.

Формулы для расчета упругих параметров флюидонасыщенного коллектора:

$\frac{1}{V_p} = \frac{n}{V_f} + \frac{1-n}{V_m}$, $\rho = n \cdot \rho_f + (1-n)\rho_m$, где

V_p -	Скорость продольных волн флюидонасыщенного коллектора
V_f-	Скорость продольных волн во флюиде
V_m -	Скорость продольных волн в минеральном скелете (брать по породообразующим минералам)
n -	Пористость породы коллектора
ρ -	Плотность флюидонасыщенного коллектора
ρ_f-	Плотность флюида
ρ_m -	Плотность минерального скелета породы коллектора (брать по породообразующим минералам)

$R = \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{\gamma_2 + \gamma_1}$, где

R - коэффициент отражения

γ_1, γ_2- акустические жёсткости соответственно в слоях над и под отражающей границей ($\gamma = V \cdot \rho$)

Справочная таблица упругих характеристик флюидов, минералов и горных пород

Среда	*Скорость, км/с*	*Плотность, г/см^3*
Газ, метан	*0,5*	*0,0007*
Нефть	*1,3-1,42*	*0,82-0,92*
Вода	*1,45-1,7*	*1-1,26*
Кальцит	*6,7*	*2,73*
Доломит	*6,7*	*2,94*
Арагонит	*5,67*	*2,94*
Галит	*4,6*	*2,16*
Полевые шпаты калиевые	*5,7-5,9*	*2,56*
Плагиоклазы	*6,1-6,24*	*2,61-2,64*
Кварц	*6,25*	*2,62*
Известняк	*4,3-6,7*	*2,62-2,87*
Аргиллит,	*2,5-3,3*	*2,6-2,78*
Песчаник	*2,5-4,5*	*2,58-2,89*
Гидрохимические	*3,7-4,6*	*2,15-2,3*
Алевролит	*3,8-4,5*	*2,62-2,86*
Ангидрит	*4,4-5,8*	*2,92-3*
Гравелит	*3-5,4*	*2,58-2,89*
Брекчия	*3,5-5,6*	*2,58-2,89*

Варианты

№	*Подстилающие горные породы*	*Пласт коллектор*	*n, %*	*Породы покрышки*
1	*соль*	*известняк*	*10*	*аргиллит*
2	*аргиллит*	*известняк*	*15*	*аргиллит*
3	*соль*	*песчаник*	*10*	*аргиллит*
4	*соль*	*алевролит*	*10*	*аргиллит*
5	*аргиллит*	*алевролит*	*15*	*аргиллит*
6	*аргиллит*	*известняк*	*5*	*аргиллит*
7	*аргиллит*	*известняк*	*8*	*доломит*
8	*доломит*	*известняк*	*12*	*аргиллит*
9	*доломит*	*известняк*	*20*	*соль*
10	*доломит*	*песчаник*	*15*	*соль*
11	*ангидрит*	*песчаник*	*20*	*аргиллит*
12	*аргиллит*	*гравелит*	*10*	*аргиллит*
13	*аргиллит*	*брекчия*	*15*	*аргиллит*
14	*ангидрит*	*известняк*	*15*	*аргиллит*

15	*аргиллит*	*известняк*	*10*	*аргиллит*
16	*известняк*	*песчаник*	*10*	*аргиллит*
17	*ангидрит*	*алевролит*	*10*	*аргиллит*
18	*аргиллит*	*песчаник*	*15*	*доломит*
19	*аргиллит*	*известняк*	*15*	*доломит*

Лабораторная работа№7

Расчет годографов отраженных волн (ОВ) и головных волн (ГВ) для двухслойной модели среды

Ответить на вопросы:

1. Что в сейсморазведке понимают под кинематическими особенностями сейсмических волн?

2. Для чего используются мнимые источники при выводе уравнения годографа ОВ?

3. Как изменится годограф ОВ для выпуклой границы?

4. Как определить кажущуюся скорость по годографу прямой волны, головной волны?

5. Как изменится годограф ГВ для вогнутой границы?

Исходные данные: модель среды из лабораторной работы №2

Формулировка задания

1. Рассчитать и построить наземные продольные годографы t(x) прямых, головных и отраженных волн для модели однородный слой на однородном полупространстве с горизонтальной границей раздела.

2. Рассчитать и построить наземные продольные годографы t(x) прямых, головных и отраженных волн для модели однородный слой на однородном полупространстве с наклонной границей раздела (угол наклона φ дается по вариантам).

3. Сделать выводы об изменении формы годографов для наклонной границы по сравнению с годографами для горизонтальной границы.

Расчетные формулы

А. Уравнение годографов прямой волны: $t(x) = \pm x/V_1$

Б. Уравнение годографов головных волн

Расчетная формула для годографа ГВ для наклонной границы:

$t(x) = t_0 + \frac{x \cdot \sin(i \pm \phi)}{V_1}$, где $t_0 = \frac{2 \cdot h_1 \cdot \cos i}{V_1}$,

i – критический угол, знак «плюс» для угла φ берется при расчете годографов по падению границы, «минус» - по восстанию, V_1, h_1 - соответственно скорость продольных волн и расстояние по нормали до преломляющей границы под источником для первого пласта.

Координаты начальной точки годографа:

$x_н = \frac{2h_1 \sin i}{\cos(i \pm \phi)}$, $t_н = t(x_н)$.

Кажущаяся скорость по годографу головных волн различна по падению и по восстанию: $V = \frac{V_1}{\sin(i \pm \phi)}$

Для угла φ=0 можно использовать более простые выражения:

$t_{\text{н}} = \frac{2h_1}{V_1 \cdot \cos i}$; $x_{\text{н}} = 2h \cdot \text{tgi}$; $t(x) = t_{\text{н}} + \frac{x - x_{\text{н}}}{V_2}$.

Б. Уравнение годографов отраженных волн

.

Расчетная формула для годографа ОВ для наклонной границы:

$$t(x) = \frac{1}{V_1}\sqrt{(x + 2h_1 \cdot \sin\phi)^2 + (2 \cdot h_1 \cos\phi)^2},$$

где V_1, h_1 соответственно скорость продольных волн и мощность для первого пласта.

Координаты точки минимума годографа:

$$x_{\min} = -2h_1 \sin\phi$$
$$t_{\min} = 2h_1 \cos\phi / V_1$$

Время пробега ОВ от источника по нормали до границы и обратно t_0:

$$t(x)|_{x=0} = t_0 = 2\,h_1/V_1$$

Для угла φ=0 можно использовать более простое выражение:

$t(x) = \sqrt{t_{0^2} + \frac{x^{\ 2}}{V_{1^2}}}$ где $t_0 = 2\,h_1 / V_1$

Методические указания

Принять следующую систему наблюдений: приемники расположены на прямолинейном профиле, длина которого в 10 и более раз больше глубины h_1 до сейсмической границы согласно исходной модели. Источник сейсмических волн расположен в середине профиля. Глубина по нормали до границы под источником равна глубине до границы в исходной модели. Шаг пикетов приема равен 100 м. Точность расчета до 2 мс. Источник располагается в начале координат. Для горизонтальной границы в силу симметрии годографов относительно положения источников построения выполнять только при положительной координате *x*.

Годографы для горизонтальной и наклонной границ следует построить на отдельных чертежах. На этих же чертежах отобразить лучевые схемы для характерных точек годографов и какой-либо рядовой точки. Для отраженных волн построить мнимый источник для удобства изображения лучевых схем.

Выполнить анализ кинематических особенностей регистрируемых головных волн от наклонной границы по отношению к варианту без наклона. Дать характеристику годографов головных волн по падению и по восстанию границы (сравнить расстояние до нач. точки, кажущиеся скорости по годографу), годографов отраженных волн (оценить смещение минимума годографа при наклоне границы, различие времен на концах базы регистрации). Определить точку (точки) пересечения годографов прямых и головных волн. Определить участок, где головные волны приходят к приемникам в первых вступлениях (первыми по времени), во-вторых вступлениях.

Литература:

Бондарев В.И. Сейсморазведка: Учебное пособие для вузов. Екатеринбург, издательство УГГГА, 2007, стр. 67-69, рис.7.1, 73-76, рис.7.7 (ПВ О2), 7.9,7.10

Лабораторная работа №8

Расчет годографов головных волн (ОВ) в двухслойной модели среды с наклонной границей раздела

Ответить на вопросы:

6. Какова форма годографа головной волны?

7. Как определить кажущуюся скорость по годографу прямой волны, головной волны?

8. Какая скорость будет определять наклон годографа для волны а) PPP, б) SSS, в) PSP, г) PPS для горизонтальной преломляющей границы?

9. Как изменится годограф ГВ а) для вогнутой границы, б) для выпуклой границы?

10. Приведите схему взаимного положения годографов прямых (ПВ), отраженных (ОВ)и головных (ГВ) волн для горизонтальной сейсмической границы. Поясните а) наличие общей точки у годографов ОВ и ГВ (стр. 76), б) точки пересечения у годографов ГВ и ПВ (стр.76), в) асимптоты в виде годографа ПВ для годографа ОВ (стр. 68).

Исходные данные: сейсмическая модель из предыдущей лабораторной работы.

Задания:

1. Для первой преломляющей границы выполнить расчеты наземных продольных годографов *t(x)* головных волн PPP при угле наклона сейсмической границы φ = 0, 5, 10 градусов и годографов прямых волн P при центральном положении источника на профиле.

Расчетная формула для годографа ГВ:

$$t(x) = t_0 + \frac{x \cdot \sin(i \pm \phi)}{V_1} \quad (1),$$

где $t_0 = \frac{2 \cdot h \cdot \cos i}{V_1}$, i – критический угол, $\sin i / V_1 = \sin 90 / V_2$,

V_1, h - соответственно скорость продольных волн и расстояние по нормали до преломляющей границы под источником для первого пласта, x – расстояние от источника до точки приема.

Для угла наклона φ знак «плюс» берется при расчете годографов по падению, «минус» - по восстанию.

Координаты начальной точки годографа головных волн:

$x_н = \frac{2h \sin i}{\cos(i \pm \phi)}$, $t_н = t(x_н)$ см формулу 1.

Кажущаяся скорость по годографу головных волн различна по радению и по восстанию: $V = \frac{V_1}{\sin(i \pm \phi)}$.

Уравнение прямой волны: $t(x) = \pm x / V_1$

2. Построить:

- годографы головных волн по падению и по восстанию,
- годографы прямых волн,
- лучевые схемы по падению и по восстанию границы для начальных точек годографов ГВ.

3. Выполнить анализ кинематических особенностей регистрируемых головных волн от наклонной границы по отношению к варианту без наклона, сравнить варианты со

значениями углов наклона границы 5 и 10 градусов. Дать характеристику годографов головных волн по падению и по восстанию границы. Определить координату *x* точки, где головные волны приходят к приемникам в первых вступлениях. Определить интервал значений x, где головные волны приходят во вторых вступлениях.

Литература:

Бондарев В.И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007, стр. 68, 73-76 (раздел 7.5 Годографы головных волн)

Лабораторная работа №9

Уравнение годографа ОСТ однократно отраженных волн. Положение в разрезе общей глубинной точки. Расчет годографов ОСТ дифрагированных волн

1. Рассчитать и построить для модели из предыдущей работы годографы ОСТ однократно отраженных волн при углах наклона отражающей границы 0 и 15 (-15) градусов. Ответить на вопросы: а) какова форма годографа ОСТ, б) как зависит форма годографа от величины и знака угла падения отражающей границы, в) почему форма годографа ОСТ относительно ОСТ симметрична.

2. Заполнить приведенную ниже таблицу:

Относительное смещение (*ΔL/l*)*100% точки отражения в методе ОСТ, при угле наклона границы 15 градусов.

l	l/h_0	*ΔL*	**(*ΔL/l*)*100%**
0			
50			
…			
2* h_0			

В таблице *l* – расстояние между источником и приёмником, h_0 – длина перпендикуляра проведённого из ОСТ до границы, *ΔL* - смещение точки отражения на границе, *ΔL/l*- относительное смещение, l/h_0 - отношение между выносом* и глубиной исследования.

Выделить в расчетной таблице отношения l/h_0, для которых *ΔL/l* не превышает 2 %. Определить максимальный вынос, удовлетворяющий этому условию.

*вынос - удаление источник-приёмник

3. Построить годографы ОГТ дифрагированных волн для следующих случаев:
а) точка дифракции имеет координату по оси OX одинаковую с точкой ОСТ,
б) справа от ОСТ, в) слева от ОСТ (расстояние задать самостоятельно),
г) точка дифракции расположена на поверхности земли в точке ОСТ,
д) справа от ОСТ, е) слева от ОСТ.

Расчетные формулы:

▪ *Уравнение годографа ОСТ отраженных волн*

$t(l) = \sqrt{t_0^2 + \frac{l^2}{V_{\text{ОГТ}}^2}}$, где $t_0 = \frac{2*h_0}{V}$, $V_{\text{ОГТ}} = \frac{V}{\cos\phi}$, l – удаление источник – приемник, скорость над отражающей границей, h_0 - глубина до отражающей границы по нормали под точкой ОСТ, φ - угол наклона отражающей границы.

Диапазон изменения *l* от *0* до *2* h_0.

▪ Относительное смещение точки отражения вдоль границы от предполагаемого положения этой точки:

$$\frac{\Delta L}{l} = \frac{l}{h_0} \cdot \frac{\sin(2 \cdot \phi)}{8}$$

▪ *Уравнение годографа ОСТ дифрагированных волн*

$t(l) = \sqrt{t_{OD}^2 + \frac{l^2}{V_{ОГТ}^2}}$ где $t_{OD} = \frac{2*\sqrt{XD^2+ZD^2}}{V}$, l – удаление источник – приемник, скорость в среде, *XD и ZD - координаты дифрактора*.

Работа выполняется с помощью программы EXCEL или MATHCAD.

Теоретический материал - Бондарев В.И. Сейсморазведка, 2007 г., разделы 9.1-9.3.

Лабораторная работа №10

Расчет годографов отраженных волн (ОВ) в многослойной горизонтально-слоистой модели среды

(Литература: Бондарев В. И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007, стр. 81-83)

Ключевые слова: акустическая жесткость, коэффициент отражения, годограф, продольный годограф, эффективная модель, предельная эффективная скорость, время to.

Задание

1. Постройте пластовую (интервальную) модель упругих свойств Vp(z), ρ(z) в виде ступенчатых графиков. ***Исходные данные расчета из лаб. работы №2.***

2. Рассчитайте и постройте модели акустических жесткостей γ=V×ρ и коэффициентов отражения R= (γ2-γ1)/ (γ2+γ1), где индекс 2 соответствует акустической жесткости под границей, 1 – над границей.

3. Для первой *(n=1)* и второй *(n=2)* сейсмических границ рассчитайте *продольный наземный* годограф *ОТВ* (общей точки возбуждения) для однократно отраженных волн по параметрическим формулам:

$$x(\alpha_1) = 2 \cdot \sum_{i=1}^{n} h_i tg\,\alpha_i = 2 \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{h_i (V_i/V_1) \cdot \sin\alpha_1}{\sqrt{(1-(V_i/V_1)^2 \cdot \sin^2\alpha_1)}} \qquad (1)$$

$$t(\alpha_1) = 2 \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{V_i \cdot \cos\alpha_i} = 2 \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{V_i \cdot \sqrt{(1-(V_i/V_1)^2 \sin^2\alpha_1}},$$

где i – номер слоя в модели, меняется от 1 до n; V_i, h_i – соответственно скорость и мощность i-го пласта; α_1 - угол входа луча в первый пласт модели, α_i - в ниже залегающие.

Чтобы выполнить расчеты по формулам 1, необходимо задать серию углов входа α_i с определенным шагом (5°-10°) в интервале от 0° до угла α_{max}, удовлетворяющего условию получения действительных корней в формулах (1). Для расчета α_{max} используется закон Снеллиуса:

$$\frac{\sin\alpha_{max}}{V_1 \frac{\sin 90}{V_n}}, \quad (2)$$

где V_n – скорость в пласте над отражающей границей. В случае инверсной модели, когда скорость над границей больше, чем под границей, принять $\alpha_{max} = 45°$.

2. Для каждого *x*, рассчитанного по параметрическим формулам (1), рассчитайте годографы ОВ для этих же границ, ***используя приближенную формулу:***

$$t(x) = \sqrt{t_0^2 + \frac{x^2}{V_{эф}^2}} \quad (3)$$

В формуле (3) вся серия пластов над отражающей границей заменяется одним *эквивалентным слоем с предельной эффективной скоростью $V_{эф}$ при этом двойное время пробега волны по нормали до отражающей границы равно t_0:*

$$V_{эф}{}^{n} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} h_i V_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{V_i}}}; \qquad t_0{}^{n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{V_i}$$

3. Сравните результаты расчетов, выполненных по точным (1) и приближенным формулам (3). Рассчитайте в процентах погрешности определения времени по приближенной формуле. Сделайте выводы.

4. Постройте годографы однократно отраженных волн, полученные по приближенным формулам. Постройте асимптоты для годографа отраженных волн от 1 границы.

5. Рассчитайте и постройте годографы двукратно отраженных волн по приближенной формуле, увеличив время t_0 в 2 раза.

Лабораторная работа №11
Построение и анализ геосейсмической модели среды

Геосейсмическая модель - это геолого-геофизическая модель разреза, в которой в качестве геофизических параметров выступают упругие параметры среды. Цель построения такой модели – оценить возможности сейсмической разведки при изучении геологического разреза заданного строения. Оцениваются возможность образования целевых сейсмических волн (отраженных, головных и т.д.) от интересующих исследователя границ, разрешение этих волн по амплитуде, разрешающая способность сейсморазведки по горизонтали и по вертикали.

Для оценки возможности наблюдения отраженных волн по амплитуде *определяются коэффициенты отражения (их динамическая выразительность, см. классификацию отражающих границ, стр.56)*. Для определения возможности наблюдения головных волн в методе МПВ – *рассчитывается отношение скоростей на границе* V_1/V_2, где V_1 – скорость в выше лежащем относительно границы слое, а V_2 - в ниже лежащем; определяется сила преломляющей границы (*см классификацию преломляющих границ, стр.56),* сравниваются скорости в слоях, расположенных выше оцениваемой сейсмической границы (см. лаб. раб. №2) для оценки возможности регистрации головной волны на поверхности земли.

Под горизонтальной разрешающей способностью сейсморазведки понимают минимальный горизонтальный размер объекта, который однозначно опознается на сейсмических записях. Горизонтальная разрешающая способность связана с понятием первой зоны Френеля. Известно, что на характер передачи энергии от источника к точке наблюдения активно влияет область среды с размерами, равными диаметру первой зоны Френеля. Все объекты, имеющие размеры меньше, чем зона Френеля, будут слабее видны на сейсмических записях (иметь низкие амплитуды). Сложившаяся в сейсморазведке практика оценивает горизонтальную разрешающую способность как величину равную диаметру первой Зоны Френеля: $L = \sqrt{\lambda \cdot z}$, где λ - длина сейсмической волны, z – глубина до изучаемого объекта. Считается, что объект с размерами меньше, чем L будет опознаваться на сейсмических материалах неоднозначно.

Под вертикальной разрешающей способностью сейсморазведки понимают минимальную мощность горизонтально расположенного пласта, кровля и подошва которого однозначно опознаются на сейсмических записях. Вертикальная разрешающая способность связана с длиной сейсмических волн λ. Для волн, образующихся на подошве и кровле тонких пластов, будет наблюдаться интерференция сейсмических волн. Если мощность пласта во много раз меньше длины волны, то сигнал от тонкого пласта будет таким же, как от одиночной сейсмической границы. На практике оценивают

вертикальную разрешающую способность величиной, равной четверти длины волны: $h_{min}=\lambda/4$ *(более оптимистичная оценка - $\lambda/8$, пессимистичная - $\lambda/2$).*

Исходные данные: таблица, описывающая геолого-геофизическую модель среды (см лаб.работу №3). В ней содержатся сведения о геологической привязке отражающих горизонтов (ОГ), глубине - z до отражающих границ, значениях пластовых скоростей V и средних плотностей в слоях ρ. Частотный состав сейсмических волн: 20-90 Гц, наблюдается линейное уменьшение частоты с глубиной.

Задания:

1. **Теоретическое:** выпишите значения всех новых терминов, дайте определения основных моделей геологической среды, используемых в практике сейсморазведки (стр. 55-56). Приведите примеры их применения.

2. **Практическое:** для слоисто однородной модели среды с горизонтальными границами раздела, в которой изменение физических свойств происходит только по глубине, требуется построить одномерную ***геосейсмическую модель среды*** и выполнить ее анализ. С этой целью рассчитать необходимые параметры и построить графики, характеризующие эту модель.

Порядок выполнения;

А) Рассчитать и занести в таблицу:

- акустические жесткости γ,
- коэффициенты отражения (при нормальном падении) R,
- доминирующую частоту сейсмических волн $f_{дом}$;
- преобладающий период T,
- длины волн λ,
- разрешающую способность сейсморазведки по вертикали h_{min};
- разрешающую способность сейсморазведки по горизонтали L;
- *отношение скоростей на границе V_1/V_2.*

Б) Построить модель, которая должна содержать: индекс ОГ, графики значений пластовой скорости и плотности в зависимости от глубины (скоростной и плотностной разрезы), график акустической жесткости, импульсный график коэффициентов отражения по разрезу. На модель также выносятся в виде числовых величин отношения скоростей V_1/V_2 для каждой границы, характерные частоты ($f_{дом}$) и длины волн (λ) и значения разрешающей способности по вертикали (h_{min}) и горизонтали (L) в каждом слое.

В) Выполнить анализ полученной модели среды

(качества отражающих и преломляющих границ, разрешающей способности сейсмического метода)

В результате анализа модели сделать выводы о необходимости упрощения модели. При необходимости упростить модель. Для расчета пластовых скоростей объединенных пластов использовать формулу средней скорости:

$$V_{cpN}=\frac{\sum_{i=1}^{N}h_i}{\sum_{i=1}^{N}\frac{h_i}{V_i}}=\frac{H_N}{t_{BN}}$$

, где h_i, V_i *– мощность и скорость в пластах,* H_N *– суммарная мощность пачки из* N *пластов,* t_{BN} *– время пробега волны до подошвы* N *пласта по вертикали.*

Литература: Бондарев В.И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007, стр. 18, 34-38, 55-57

Лабораторная работа №12
Расчет годографов головных волн (ГВ) в многослойной горизонтально-слоистой модели среды

Исходные данные расчёта: пластовая модель среды из лаб. работы №4.

Задание

4. Рассчитать наземные годографы головных волн для всех границ модели, используя скоростную модель среды из лабораторной работы №4. Определить критические углы, углы входа в точке источника, начальные точки выхода головных волн на поверхность земли и соответствующие им начальные времена.

$t(x) = t_{\text{н}} + \frac{x - x_{\text{н}}}{V_m}$	уравнение годографа головной волны в многослойной среде, $t_{\text{н}}$ и $x_{\text{н}}$- координаты начальной точки головной волны, $\alpha_{k,m}$- угол, составляемый с вертикалью в k-м слое лучом головной волны m- количество слоёв в модели V_k и h_k- скорость и мощность в k-м пласте
$x_{\text{н}} = 2 \cdot \sum_{k=1}^{m} h_k \cdot \text{tg}\alpha_{k,m}$	
$t_{\text{н}} = 2 \cdot \sum_{k=1}^{m} \frac{h_k}{V_k \cdot \cos\alpha_{k,m}}$	
закон Снеллиуса	$\frac{\sin\alpha_{1,m}}{V_1} = \frac{\sin\alpha_{2,m}}{V_2} = \dots \frac{\sin\alpha_{k,m}}{V_k} = \dots \frac{\sin\alpha_{m-1,m}}{V_m} = \frac{1}{V_m}$

5. Построить годографы головных волн и годограф прямой волны. Отметить на этом чертеже начальные точки. Выделить годограф первых вступлений. Все ли головные волны можно проследить в первых вступлениях? При каких условиях может возникнуть выпадение годографа головных волн из первых вступлений. Сделать выводы как соотносятся глубина до преломляющей границы и интервал ее прослеживания на поверхности земли.

6. Аппроксимировать исходную скоростную модель по методу наименьших квадратов линейным законом:$V(z) = V_0(1 + \beta \cdot Z_{\max})$, где V_0 – скорость на поверхности земли, β - градиент нарастания скорости с глубиной, $Z_{\max}$- максимальная глубина залегания границы.

7. Рассчитать наземный годограф рефрагированных волн для полученного линейного закона. Определить глубину максимального проникновения луча для каждой расчётной точки.

$$t(l) = \frac{2}{V_0 \cdot \beta} \text{arcsh} \frac{\beta \cdot l}{2}$$ - уравнение годографа рефрагированной волны

l – расстояние источник-приёмник, меняется от 0 до $l_{\max}$

$$l_{\max} = \frac{2}{\beta} \sqrt{(1 + \beta \cdot Z_{\max})^2 - 1},$$

По этой же формуле можно рассчитать для любого l *соответствующую максимальную глубину проникновения луча.*

8. Построить годограф рефрагированных волн. Сравнить этот годограф с первыми вступлениями получаемыми по годографам прямых и головных волн. Сделать выводы как соотносятся глубина максимального проникновения луча и расстояние от источника выхода луча на поверхность земли.

Литература: Бондарев В.И. Сейсморазведка: Учебное пособие для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007, стр. 82-83. лекция 8, глава 8.2.

Лабораторная работа №13

Расчет годографов головных волн (ГВ), дифрагированных волн (ДВ) и волн смешанного типа для модели сложно построенной среды

Ответить на вопросы:

11. Какова форма годографа дифрагированной волны (ДВ)?

12. Как определить местоположение дифрактора по годографу ОТВ дифрагированных волн?

13. Какова форма годографа головной волны?

14. Как определить начальную точку выхода головной волны для наклонной преломляющей границы?

15. Как определить кажущуюся скорость по годографу прямой волны, головной волны?

16. Как изменится годограф ГВ для вогнутой границы?

Исходные данные: сложно построенная граница, состоящая из плоских элементов для двухслойной модели среды с однородными изотропными слоями. Профиль наблюдений расположен вкрест простирания границы.

Формулировка задания

4. Построить лучевые схемы и определить интервалы прослеживания головных, дифрагированных, дифрагированно-головных, преломленно-дифрагированных для заданной модели среды и заданного положения источника.

5. Рассчитать и построить годографы ОТВ головных, дифрагированных, дифрагированно-головных, преломленно-дифрагированных для заданной модели среды и заданного положения источника.

Расчетные формулы для годографа ГВ:

$t(x) = t_0 + \frac{x \cdot \sin(i \pm \phi)}{V_1}$, где $t_0 = \frac{2 \cdot h \cdot \cos i}{V_1}$,

i – критический угол, знак «плюс» для угла φ берется при расчете годографов по падению, «минус» - по восстанию, ***V₁, h*** - соответственно скорость продольных волн и расстояние по нормали до преломляющей границы под источником.

Координаты начальной точки годографа:

$x_н = \frac{2h\sin i}{\cos(i+\phi)}$, $t_н = t(x_н)$

Кажущаяся скорость по годографу головных волн различна по радению и по восстанию: $V = \frac{V_1}{\sin(i \pm \phi)}$

Расчетные формулы для годографа ДВ:

$$t(x) = \frac{\sqrt{(h_0^2 + x_0^2)}}{V_1} + \frac{\sqrt{(h_0^2 + (x - x_0)^2}}{V_1}$$

x_0, h_0 – координаты дифрактора, V_1 –лучевая скорость.

Расчетные формулы для годографов смешанного типа:

Формируются как сумма времен распространения волны на отдельных участках, соответствующих разным типам волновых процессов.

Литература:

Бондарев В.И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007, стр. 72—76

Исходные данные для уступа

№	V1	V2	h	Δh
1	2000	3000	1500	300
2	2200	3800	2500	550
3	2300	3100	1100	600
4	1500	2000	2000	450
5	2500	3000	2500	600
6	1900	3300	2700	300
7	2600	4000	2100	550
8	1900	3000	2200	350
9	2800	4000	3000	600
10	2200	3100	2300	350
11	2000	3600	2800	250
12	2000	3500	1600	550
13	1600	2700	3000	300
14	1700	2500	3200	570
15	2500	4000	2500	500
16	2300	3600	2700	450
17	1800	3300	3000	250
18	2300	3800	2600	300
19	2000	3900	2400	550
20	1900	4000	2900	420

Лабораторная работа №14

«Построение и анализ геосейсмической модели среды в методе отраженных волн»

Введение

Геосейсмическая модель - это геолого-геофизическая модель разреза, в которой в качестве геофизических параметров выступают упругие параметры среды. Цель построения такой модели – оценить возможности сейсмической разведки при изучении геологического разреза заданного строения. Оценивается возможность образования целевых сейсмических волн (отраженных, головных и т.д.) от границ, интересующих исследователя, определяется интенсивность этих волн по амплитуде, рассчитывается разрешающая способность сейсморазведки по горизонтали и по вертикали. Рассчитываются теоретические годографы сейсмических волн, по которым определяется область прослеживания волн от изучаемых границ - расстояния от источника и соответствующие им времена прихода волн. Определяются возможные волны-помехи и амплитудные отношение сигнал/помеха. Рассчитывается требуемый динамический диапазон для регистрации полезных волн.

Вся информация, полученная при анализе геосейсмической модели, служит для определения параметров системы наблюдения (расчетно-графическая работа №4).

В предлагаемой работе используется однородно-слоистая модель среды с плоскими горизонтальными границами раздела. В этом случае упругие параметры меняются только в вертикальном направлении, то есть по глубине. В пределах одного и того же слоя упругие параметры являются постоянными.

Исходные данные моделирования:

1. Минимальная частота в спектре сейсмических волн: f=20 Гц,
2. Максимальная частота в спектре сейсмических волн: f=90 Гц,
3. Для каждого слоя (задается по вариантам):
   - индекс отражающего горизонта на подошве слоя,
   - глубина до подошвы слоя, (z, м),
   - скорость распространения продольных волн в слое, (Vp, м/с),
   - плотность горных пород в слое, ρ, г/см^3

Задание:

1. Рассчитать и занести в таблицу :

- акустические жесткости *γ[м/с*г/см^3 или км/с*кг/м^3]*,
- коэффициенты отражения (при нормальном падении) *R*,
- доминирующую частоту сейсмических волн, *f[Гц]*;

- преобладающий период, *T[c]*
- длины волн $\lambda[м]$,
- разрешающую способность сейсморазведки по вертикали h_{min} *[м]*;
- разрешающую способность сейсморазведки по горизонтали *L[м]*;
- среднюю скорость в интервале поверхность земли – отражающий горизонт *Vср[м/с]*;
- вертикальное время прохождения пласта *tв [с]*;
- вертикальное время в интервале поверхность земли – отражающий горизонт *Σtв[с]*;
- двойное время пробега поверхность земли – отражающий горизонт *to[c]*

Таблица 1. Расчет параметров геосейсмической модели среды

Индекс границы	Геометрия		Упругие параметры			Динамическая характеристика				Разрешающая способность	
	Глубина, (z), м	Мощность, (h), м	Скорость, (V), м/с	Плотность, (ρ), г/куб.см	Акустическая жесткость, (γ), м/с г/куб.см	Коэффициент отражения, (*R*)	Частота, (*f*), Гц	Период, (*T*), с	Длина волны, (λ), м	Вертикальная, (h_{min}), м	Горизонтальная, (*L*), м

Таблица 2. Расчет эффективных параметров

Индекс границы	Глубина, (z),м	Мощность, (*h*), м	Скорость, (*V*), м/с	Вертикальное время прохождения пласта *tв=h/V, c*	Вертикальное время в интервале поверхность земли – отражающий горизонт *Σtв* , с	Двойное время пробега поверхность земли – отражающий горизонт *to=(2*Σtв)*, с	Средняя скорость, *Vср* =z/*Σtв*, м/с

2. Построить исходную сейсмическую модель в виде графиков:
   - пластовых ($V_{пл}$) и интегральных *Vср* скоростей (в одних осях координат),
   - пластовых плотностей *ρ,*

- акустических жесткостей γ,
- коэффициентов отражения *R (импульсный график)*.

3. Проанализировать полученные результаты, касающиеся: силы отражения сейсмических границ, разрешающей способности сейсморазведки по горизонтали (L), разрешающей способности по вертикали (h_{min}). Выявить наличие слабых отражающих границ и тонких пластов.
4. Упростить геосейсмическую модель среды и построить для нее скоростной разрез, используя следующие правила:

   - объединить пласты, границы между которыми являются слабыми,

   - присоединить тонкие пласты в сторону наименьшего коэффициента отражения к выше или ниже залегающим пластам,

   - для объединенных пластов рассчитать средние пластовые скорости.

Методические указания и формулы

Название параметра	Расчетные формулы
Акустическая жесткость	$\gamma = V_{пл} \cdot \rho$, где $V_{пл}$ – пластовая скорость, ρ – пластовая плотность
Коэффициенты отражения (при нормальном падении)	$R = \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{\gamma_2 + \gamma_1}$, где γ_1 и γ_2 - соответственно акустические жесткости в слоях выше и ниже отражающей границы
Длина волны на глубине залегания сейсмической границы	$\lambda = V_{пл} / fдом$, где $V_{пл}$ пластовая скорость в слое выше сейсмической границы, *fдом* - доминирующая частота

Классификация отражающих границ в зависимости от коэффициента отражения R

Сильные	$R > 0.5$
Средние	$0.05 \leq R \leq 0.5$
Слабые	$R < 0.05$

Для вычисления средней скорости до подошвы пласта с номером N используется следующая формула:

$$V_{cpN} = \frac{\sum_{i=1}^{N} h_i}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_i}} = \frac{H_N}{t_{BN}},$$

где h_i, - мощность i-го пласта, V_i - скорость в i-ом пласте, H_N – суммарная мощность пачки из N пластов или глубина до отражающего горизонта с номером N (Z_N), t_{BN} – время пробега волны до подошвы N-го пласта по вертикали.

Под горизонтальной разрешающей способностью сейсморазведки понимают минимальный горизонтальный размер объекта, который однозначно опознается на сейсмических записях. Горизонтальная разрешающая способность связана с понятием первой зоны Френеля. Известно, что на характер передачи энергии от источника к точке наблюдения активно влияет область среды с размерами, равными диаметру первой зоны Френеля. Все объекты, имеющие размеры меньше, чем зона Френеля, будут слабее видны на сейсмических записях (иметь низкие амплитуды). Сложившаяся в сейсморазведке практика оценивает горизонтальную разрешающую способность как величину равную диаметру первой зоны Френеля:

$$L_N = D_{f_N} = \sqrt{\lambda_N \cdot Z_N}$$

где Z_N – глубина до отражающей границы с номером N.

Считается, что объект с размерами меньше, чем L практически не будет однозначно опознаваться на сейсмических материалах.

Под вертикальной разрешающей способностью сейсморазведки понимают минимальную мощность h_{min} горизонтально расположенного пласта, кровля и подошва которого однозначно опознаются на сейсмических записях. Вертикальная разрешающая способность связана с длиной сейсмических волн λ. Для волн, образующихся на подошве и кровле тонких пластов, будет наблюдаться интерференция сейсмических волн. Если мощность пласта во много раз меньше длины волны, то сигнал от него будет таким же, как от одиночной сейсмической границы. На практике оценивают вертикальную разрешающую способность величиной, равной четверти длины волны: $h_{min}=\lambda/4$.

5. Рассчитать годографы вертикально сейсмического профилирования (ВСП) и построить их графики для следующих типов волн:

- проходящих,
- отраженных,
- кратно отраженных (полнократных),
- кратно отраженных (неполнократных).

Ограничение для кратно отраженных волн: время выхода на поверхность земли не должно превышать время регистрации однократно отраженной волны для самой глубокой границы плюс 2 периода.

Методические указания по расчету годографов ВСП.

Под годографом ВСП понимается зависимость времени прихода волны от координат приемников, которые располагаются на разной глубине в вертикальной скважине и находятся на одной линии с пунктом возбуждения сейсмических волн, расположенным на дневной поверхности непосредственно у устья скважины.

В однородно-слоистой модели среды при распространении сейсмических волн вдоль ствола скважины (вертикального профиля) мы имеем дело с нормальным падением

сейсмических волн на границы раздела между слоями (под углом 90 градусов). Если из источника распространяется продольная волна (P), то могут наблюдаются следующие типы волн: прямые (проходящие), отраженные под углом 0^0: однократные и кратно-отраженные (полнократные и неполнократные). Следует учесть, что согласно закону Снеллиуса обменные волны (PS) при нормальном падении не образуются.

В рассматриваемых условиях прямая волна распространяется вдоль вертикального профиля. Время ее прибытия в ту или иную точку профиля зависит от скорости ее распространения на тех участках профиля, через которые она прошла. Для однородно-слоистой модели среды наблюдается равномерное (с одинаковой скоростью) движение волн внутри пласта и резкое изменение скорости при переходе в следующий пласт. График такого движения (годограф) будет представлять собой ломаную линию. Точки излома годографа будут располагаться на границах пластов, а наклон звеньев годографа будет зависеть от скорости распространения волн в пластах.

Таким образом, чтобы рассчитать годограф ВСП прямой (проходящей) волны необходимо определить координаты точек излома. Начальная точка годографа при условии, что источник и приемник расположены в устье скважины, равна нулю. Первая точка излома располагается на границе между первым и вторым слоями на глубине $z_1=h_1$, а время прихода волны в эту точку равно $t_1=h_1/V_1$, вторая точка имеет координаты: $z_2=z_1+h_2$, $t_2=t_1+h_2/V_2$ и так далее.

Отраженные волны будут повторять путь прямой волны в обратном направлении. Начальная точка годографа отраженной волны будет иметь координаты, соответствующие приходу волны на отражающую границу. Далее форма годографа отраженной волны зеркально повторяет годограф прямой волны, то есть представляет собой линию, симметричную относительно начальной точки годографа прямой (проходящей) волны. Таким образом, специальных расчетов для построения годографа отраженных волн не требуется, он легко составляется из соображений симметрии. При рассмотрении кратно отраженных волн в модель может быть включена граница земля-воздух. Расчет годографов для второго и последующих актов отражения выполняется по аналогии с расчетом годографа однократно отраженных волн.

5. Считая в качестве полезного сигнала однократно отраженные волны, а в качестве помех кратные волны всех типов, определите возможные помехи для однократно отраженных волн. Кратную волну будем считать помехой, если время ее выхода на поверхность (z=0) отличается от времени полезной волны не более, чем на 2 периода (2T).

Для каждой пары полезная волна – волна помеха составить таблицу со столбцами:

- индекс однократно отраженной волны (полезной),

- относительная амплитуда однократно отраженной волны (полезной), S

- индекс кратной волны (помехи),

- относительная амплитуда кратной волны (помехи), N

- отношение сигнал/помеха, определяемое как отношение S/N.

Сделать выводы об уровне амплитуд полезных волн, учитывая, что соотношение S/N хорошее, если его значение более 10, плохое - менее 2, удовлетворительное - в интервале от 2 до 10.

Методические указания по расчету относительных амплитуд.

При расчете амплитуд учитывать потери энергии только за счет отражения.

Следует воспользоваться материалом лекции 3 [1], раздел 3.2 «Перераспределение энергии сейсмических волн в процессе отражения и преломления» стр.33-35

Литература:

4. Бондарев В.И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007. стр. 33-35, 61-64.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УЧЕБНОЕ МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ФИЗИЧЕСКИЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

Специальность
21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация
Сейсморазведка

форма обучения: очная, заочная

Автор: Крылаткова Н.А

Екатеринбург
2022

Курсовая работа
По дисциплине «Физико-геологические основы сейсморазведки»

На тему: «Построение и анализ физико-геологической модели среды в методе отраженных волн»

Введение

Физико-геологическая модель (ФГМ) среды основа всех основных процессов при производстве сейсморазведочных работ от проектирования до интерпретации.

ФГМ среды в геофизике, в том числе и в сейсморазведке, включает:

- геологическую модель среды, содержащую данные о геометрии геологических тел, их составе, возрасте, наличии интервалов геологического разреза, перспективных для поиска полезных ископаемых;

- петрофизическую модель, содержащую характеристику физических (упругих) свойств горных пород для каждого элемента геологического строения,

- модель геофизических (волновых) полей, как результат решения прямой задачи геофизики (сейсморазведки).

Построение и анализ ФГМ среды играет важную роль при составлении проекта на проведение сейсморазведочных работ. При этом геологическая и петрофизическая модели составляются по априорным данным, содержащимся в отчетах об ранее проведенных геофизических исследованиях. Специалист по сейсморазведке на основе геологического задания, выданного для проектирования, решает прямые динамические и кинематические задачи для известных (априорных) моделей среды для объекта будущих исследований. На этой основе он определяет перспективы и качество решения поставленной геологической задачи с помощью сейсморазведки, разрабатывает методику производства сейсморазведочных работ.

В рамках курсового проекта студентам предлагается решить кинематические и динамические прямые задачи для выяснения особенностей волнового поля для заданной априорной модели среды, выполнить анализ полученных результатов и сделать выводы относительно возможностей сейсморазведки метода отраженных волн при изучении заданного разреза.

По данным ФГМ оценивается:

- возможность образования целевых сейсмических волн (отраженных, головных и т. д.) от границ, интересующих исследователя,

- интенсивность сейсмических волн по амплитуде,

- разрешающая способность сейсморазведки по горизонтали и по вертикали,

- времена прихода целевых волн и волн-помех,

- область прослеживания волн от изучаемых границ (расстояния от источника),

- возможные волны-помехи.

В предлагаемой работе реальная среда аппроксимируется однородно-слоистой моделью среды с плоскими горизонтальными границами раздела. В такой модели упругие параметры в пределах одного и того же слоя считаются постоянными и меняются только в вертикальном направлении, то есть по глубине.

Исходные данные моделирования:

Диапазон частот в спектре сейсмического сигнала (f): 20 – 90 Гц.

Декремент поглощения (d) до глубины 1.5 км 0,5 дБ/λ, ниже по разрезу – 0,2 дБ/λ.

Для каждого слоя по изучаемому участку (задается по вариантам) известны:

- индекс отражающего горизонта на подошве слоя,[1]
- глубина до подошвы слоя, (Z, км),
- скорость распространения продольных волн в слое, (Vp, км/с),
- плотность горных пород в слое, (ρ, г/см^3).

Пример исходных данных:

Индекс отраженной волны	Глубина, Z, км	Пластовая скорость, V_p, км/с	Плотность, ρ, г/см^3
Г	1,1	2,4	2,00
М	1,8	3,4	2,12
НАС10	2,2	4,1	2,20
НП	2,5	4,3	2,30
Б	2,8	3,6	2,20
А	3,2	4,4	2,32

Примечание: Индекс отраженной волны всегда имеет стратиграфическую привязку и, следовательно, является геологической информацией. Плотности и скорости – данные об упругих свойствах среды.

Задание по курсовой работе:

Задание по курсовой работе состоит из 4 частей;

1. Построение геосейсмической модели среды
2. Определение естественного динамического диапазона отраженных волн
3. Расчет и анализ годографов вертикального сейсмического профилирования (ВСП)
4. Расчет и анализ наземных годографов общей точки возбуждения (ОТВ)

Выходные данные моделирования:

Эти данные описаны в методических рекомендациях по каждой части курсовой работы.

ЧАСТЬ 1. Построение геосейсмической модели среды

1. Рассчитать и занести в таблицу:

- акустическую жесткость γ [м/с*г/см^3 или км/с*кг/м^3][1];

- коэффициент отражения R;

- среднюю скорость в интервале поверхность земли – отражающий горизонт (ОГ), Vср [м/с];

- эффективную скорость в интервале поверхность земли – ОГ, Vэф [м/с];

- вертикальное время прохождения пласта Δtв [с];

- суммарное вертикальное время в интервале от поверхности земли до ОГ, tв [с];

- двойное время пробега от поверхности земли до ОГ, to [с];

- доминирующую частоту сейсмических волн на глубине ОГ, f [Гц][2];

- доминирующую длину волны на глубине ОГ, λ [м],

- разрешающую способность сейсморазведки по вертикали на глубине ОГ, h_{min}, [м];

- разрешающую способность сейсморазведки по горизонтали на глубине ОГ (диаметр эффективной зоны Френеля) L_{min} ,[м].

[1]Примечание: рекомендуемые расчетные формулы даны ниже в таблице с примером расчета.

[2]Примечание: при определении доминирующих частот на глубине отражающего горизонта использовать упрощенную модель: считать, что частота меняется с глубиной по линейному закону от 90 Гц на поверхности земли Z=0 до 20 Гц на максимальной глубине исследования Z=Zmax.

*В рассматриваемом примере при размахе частотного диапазона в 90-20=70 Гц и максимальной глубине 3,2 км для любой глубины z частоту можно определить следующим образом: f(z)=90- z *70/3.2, для глубины 1.1 км имеем: f(1,1)=90Гц-1,1км *70Гц/3.2км=65,9 Гц≈65 (округляем в меньшую сторону)*

Пример расчета параметров:

1	Индекс отражающего горизонта	*Г*	*М*	*НАС10*	*НП*	*Б*	*А*
2	Глубина, Z_i, *км*	*1,1*	*1,8*	*2,2*	*2,5*	*2,8*	*3,2*
3	Мощность, $h_i=Z_{i+1}-Z_i$, *км*	*1,1*	*0.7*	*0.4*	*0.3*	*0.3*	*0,4*
4	Пластовая скорость, $V_{пл_i}$, *км/с*	*2,4*	*3.4*	*4.1*	*4,3*	*3.6*	*4,4*
5	Пластовая плотность, $\rho_{пл_i}$, *г/см*^{3}	*2,00*	*2,12*	*2,20*	*2,30*	*2,20*	*2,32*
6	Акустическая жесткость, $\gamma = V_{пл} \cdot \rho$, км/с г/см^3	*4,8*	*7,2*	*9,0*	*9,9*	*7,9*	*10,2*
7	Коэффициент отражения, $R = \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{\gamma_2 + \gamma_1}$ где γ_1 и γ_2 - соответственно акустические жесткости в слоях выше и ниже отражающей границы	*0,20*	*0,11*	*0,05*	*-0,11*	*0,13*	
8	Вертикальное время прохождения *i – го* пласта, $\Delta t_{в_i}$, *с* $\Delta t_{в}i=hi/ V_{пл}i$	*0,458*	*0,206*	*0,098*	*0,069*	*0,083*	*0.091*
9	Суммарное вертикальное время до подошвы пласта с номером k: $t_{в_k} = \sum_1^k \Delta t_{в_i}$,	*0,458*	*0,664*	*0,762*	*0,831*	*0,915*	*1,006*
10	Двойное время пробега от поверхности земли до отражающего горизонта с номером *i:* $t_{oi}=2 \cdot t_{вi}$, *с*	*0,917*	*1,328*	*1,524*	*1,662*	*1,830*	*2,012*
11	Средняя скорость в интервале от поверхности земли до отражающего горизонта $V_{ср_k}$, *км/с:* $V_{ср_k}=Z_k/t_{в_k}$	*2.4*	*2,71*	*2,89*	*3,00*	*3,06*	*3.18*
12	Эффективная скорость в интервале от поверхности земли до отражающего горизонта $V_{эф_k} = \sqrt{\frac{\sum_1^k (V_{пл_i} \cdot h_i)}{\sum_1^k \Delta t_{в_i}}} = \sqrt{\frac{\sum_1^k (V_{пл_i} \cdot h_i)}{t_{в_k}}}$, км/с	*2.4*	*2,75*	*2,96*	*3,09*	*3,14*	*3.27*
13	Доминирующая частота, *f, Гц*	*65*	*50*	*40*	*35*	*30*	*20*
14	Длина волны, $\lambda=V_{пл} / f$, *м,*	*36*	*67*	*98*	*122*	*125*	*220*
15	Разрешающая способность по вертикали, $h_{min} = \lambda /4$, *м;*	*9*	*17*	*25*	*30*	*31*	*55*
16	Разрешающая способность по горизонтали, $L_{min} = (Z \cdot \lambda)^{0.5}$, *м.*	*100*	*174*	*232*	*275*	*296*	*419*

2. Построить геосейсмическую модель в виде следующих графиков (рис. 1): пластовых скоростей ($V_{пл}$=Vp), средней скорости (Vcp), пластовых плотностей (ρ), пластовых акустических жесткостей (γ), коэффициентов отражения (R), а также параметров отвечающих за разрешающую способность среды (f, λ, h_{min}, L_{min}) и поглощение (d).

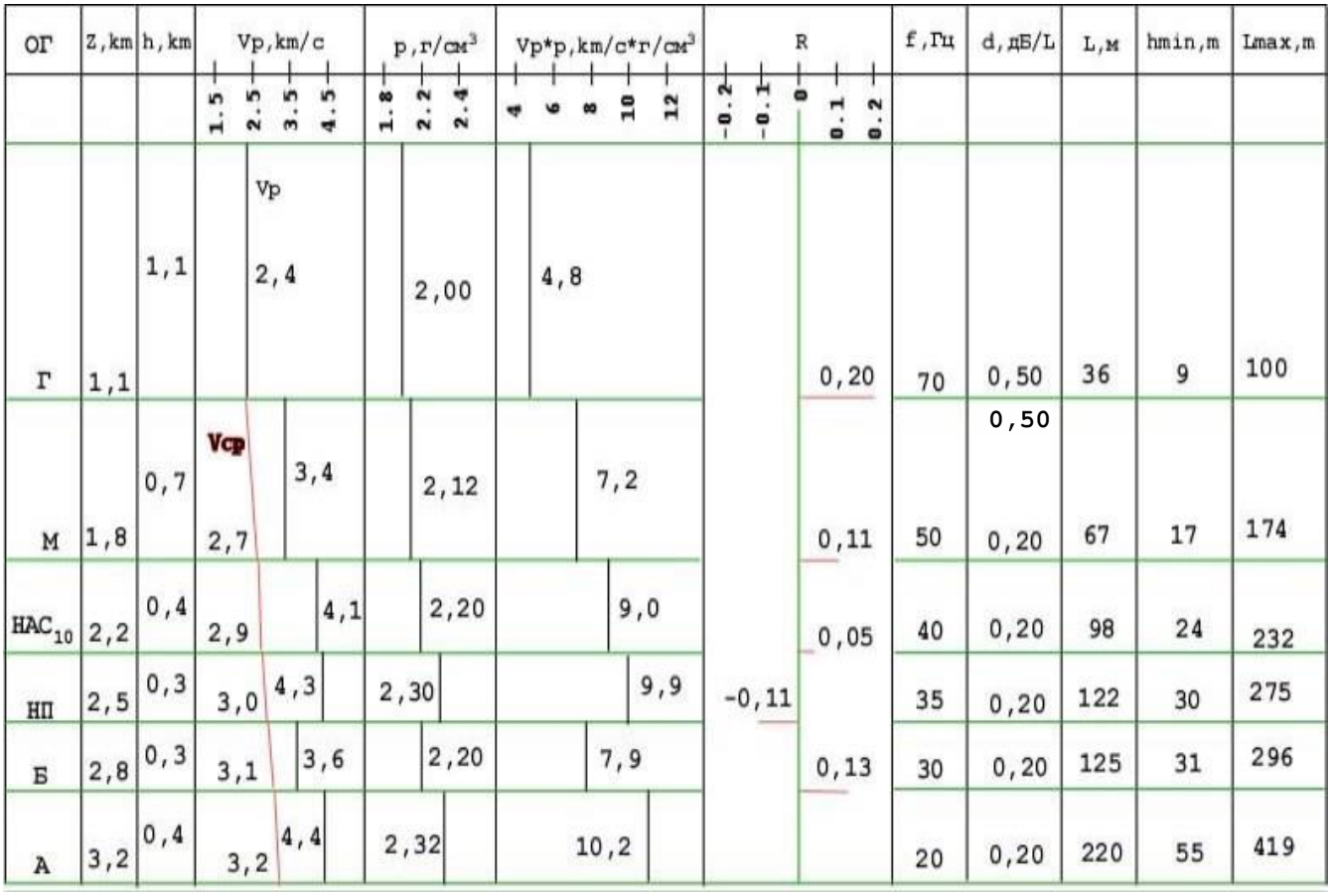


Рис.1 Геосейсмическая модель среды

3. Проанализировать полученные результаты, касающиеся:

- характера изменения пластовых скоростей по разрезу,

- силы отражения сейсмических границ (R),

- разрешающей способности сейсморазведки по горизонтали (L_{min}),

- разрешающей способности по вертикали (h_{min}).

Выявить наличие слабых отражающих границ и тонких пластов.

4. Упростить геосейсмическую модель среды и построить для нее скоростной разрез, используя следующие правила:

- объединить пласты, границы между которыми являются слабыми,

- присоединить тонкие пласты в сторону наименьшего коэффициента отражения к выше или ниже залегающим пластам,

- для объединенных пластов рассчитать средние пластовые скорости.

При отсутствии слабых границ и тонких пластов модель упрощать не нужно.

Справка

Классификация отражающих границ в зависимости от коэффициента отражения R

Сильные	$\|R\| > 0.2$
Средние	$0.05 \leq \|R\| \leq 0.2$
Слабые	$\|R\| < 0.05$

Под горизонтальной разрешающей способностью сейсморазведки понимают минимальный горизонтальный размер объекта, который однозначно опознается на сейсмических записях. Горизонтальная разрешающая способность связана с понятием первой зоны Френеля. Известно, что на характер передачи энергии от источника к точке наблюдения активно влияет область среды с размерами, равными диаметру первой зоны Френеля. Все объекты, имеющие размеры меньше, чем зона Френеля, будут слабее видны на сейсмических записях (иметь пониженные амплитуды). Сложившаяся в сейсморазведке практика оценивает горизонтальную разрешающую способность как величину равную диаметру первой зоны Френеля:

$$L_N = D_{f_N} = \sqrt{\lambda_N \cdot Z_N}$$

где Z_N – глубина до отражающей границы с номером N. Считается, что объект с размерами меньше, чем L практически не будет однозначно опознаваться на сейсмических материалах.

Под вертикальной разрешающей способностью сейсморазведки понимают минимальную мощность h_{min} горизонтально расположенного пласта, кровля и подошва которого однозначно опознаются на сейсмических записях. Вертикальная разрешающая способность связана с длиной сейсмических волн λ. Для волн, образующихся на подошве и кровле тонких пластов, будет наблюдаться интерференция сейсмических волн. Если мощность пласта во много раз меньше длины волны, то сигнал от него будет таким же, как от одиночной сейсмической границы. На практике оценивают вертикальную разрешающую способность величиной, равной четверти длины волны: $h_{min}=\lambda/4$. Считается, что пласт с мощностью меньше, чем h_{min}, очень тонкий и практически на сейсмических материалах его кровля и подошва будут сливаться.

Пример анализа полученных результатов

Анализ геосейсмической модели (рис.1) показывает:

1) Интервал изменения пластовых скоростей лежит в пределах от 2,4 до 4,4 км/с. В целом наблюдается тенденция роста пластовой скорости с глубиной. Исключение составляет слой, расположенный над отражающим горизонтом Б, где наблюдается пониженная скорость (3,6 км/с) по отношению к выше (4,3 км/с) и ниже (4,4 км/с) залегающим слоям. Слабо дифференцированы по скоростям слои в интервалах от М до $НАС_{10}$ (4,1 км/с) и от $НАС_{10}$ до НП (4.3 км/с).

2) Интервал изменения плотности горных пород лежит в пределах от 2,00 до 2,32 г/см^3. Характер изменения плотности согласуется с характером изменения скоростей – при увеличении скоростей растут плотности. Этот фактор усиливает дифференциацию акустических жесткостей.

3) Коэффициенты отражения по модулю меняются в диапазоне от 0,05 до 0,2, что характеризуют отражающие границы как средние. Слабых границ нет. Кроме границы НП (R=-0.11), все коэффициенты положительные.

4) Вертикальная разрешающая способность меняется по разрезу от 9 м на глубине 1,1 км до 55 м на глубине 3,2 км в заданном интервале частот от 20-90 Гц. В представленном разрезе тонкие слои отсутствуют.

5) Горизонтальная разрешающая способность меняется от 100 м на глубине 1,1 км до 220 м на глубине 3,2 км. Таким образом, объекты с размерами в плане свыше 220 м могут обоснованно выделены по данным сейсморазведки.

Часть 2. Определение естественного динамического диапазона отраженных волн

Под динамическим диапазоном сейсмической записи понимают отношение амплитуды максимального полезного сигнала, который может быть правильно зарегистрирован, к амплитуде минимального полезного сигнала. Под полезным сигналом в методе отраженных волн будем понимать однократные отражения от сейсмических границ, представляющих поисково-разведочный интерес. Динамический диапазон рассчитывается в дБ.

Задание: Определить естественный динамический диапазона отраженных волн для заданного сейсмического разреза. Условие расчета: источник и приемник сейсмических волн расположены на поверхности земли практически в одной точке.

Порядок выполнения задания

1. Оценить относительные потери энергии сейсмических волн, однократно отразившихся от каждой отражающей границы (ОГ):

- за отражение от сейсмических границ и за их прохождение,
- за сферическое расхождение,
- за поглощение.

Потери энергии рассчитать в дБ.

Декремент поглощения принять равным 0,5 дБ на длину волны в интервале глубин от 0 до 1500 м, и 0,2 дБ на длину волны на глубинах свыше 1500 м.

2. Построить графики зависимости, как отдельных видов потерь энергии, так и суммарных, от глубины до отражающих границ z (Рекомендуется строить в одних осях координат).

3. Определить разницу между максимальным и минимальным значениями суммарных потерь энергии, тем самым вычислив естественный динамический диапазон однократно отраженных волн в дБ.

Методические указания

Сейсмические волны, распространяясь в геологической среде, испытывают потери энергии (происходит уменьшение амплитуды волны) в основном вследствие трех механизмов: отражения-преломления, сферического расхождения и поглощения.

Для выполнения задания эффекты сферического расхождения фронта и поглощения в данной работе предлагается учитывать для случая отраженных волн при нормальном падении на границу. Таким образом, расстояния, для которых определяются потери энергии, представляют собой путь, пройденный каждой отраженной волной по вертикали к границе и обратно. Он будет равен удвоенной глубине до соответствующей отражающей границы.

При определении потерь за сферическое расхождение будем считать, что эталонной амплитудой является амплитуда прямой волны, приходящей в приповерхностном слое от источника к приемнику, расположенными на расстоянии 1 м. Декремент поглощения d устанавливается в зависимости от глубины проникновения сейсмических волн.

Приведем пример (см. рис.1). Рассмотрим однократно отраженную волну от границы М. Глубина до этой границы 1800 м. Весь путь для отраженной волны при нормальном падении - 3600 м.

Относительные потери энергии за сферическое расхождение:

dEрасх.= 20lg(1/3600)=-71 дБ.

Относительные потери энергии за поглощение:

При рассмотрении поглощения выделяем два участка с различным декрементом поглощения. Первый участок от поверхности земли до глубины 1500 м с декрементом 0,5 дБ/λ имеет два интервала с разной длиной волны:

- 1100 м при длине волны 36 м
- 400 м при длине волны 67 м.

Второй участок при декременте поглощения 0,2 дБ/λ равен 300 м при длине волны 67 м.

Не забываем умножать на 2 длину пройденных интервалов разреза, так как работаем с отраженными волнами. Получаем потери за поглощение:

dEпогл.=-(2*(1100/36+400/67)*0,5 дБ/λ +2*(300/67*0,2 дБ/λ) =- 38 дБ.

Возьмите на заметку, что для более глубоко залегающих границ, можно использовать полученный результат, добавляя потери в ниже лежащем слое.

Относительные потери энергии за счет отражения-преломления.

При изучении отраженных волн нас будет интересовать доля энергии, которая возвращается к поверхности земли. Эта доля определяется коэффициентом отражения, который представляет собой отношение амплитуды волны, отраженной от границы к амплитуде волны, падающей на

границу. При углах падения волны на границу близких к нулю коэффициент отражения рассчитывается через акустические жесткости горных пород, расположенных выше и ниже отражающей границы (см. геосейсмическую модель). Акустическая жесткость в какой-либо точке среды представляет собой произведение скорости упругих волн (V) в этой среде на плотность (ρ): $\gamma=V\rho$. Коэффициент отражения для границы раздела двух сред 1 и 2 с акустическими жесткостями γ_1 и γ_2 будет равен: $R= (\gamma_2 - \gamma_1)/(\gamma_1 + \gamma_2)$, при условии, что волна падает на границу из среды 1. Коэффициент R принимает значения в диапазоне от -1 до +1. Для большинства сейсмических границ он по модулю не превышает 0,2. При падении волны из среды с меньшей жесткостью на границу с более жесткой средой он принимает положительное значение, в противоположном случае – он имеет отрицательное значение.

При вертикальном падении волны на отражающую границу энергия сейсмической волны распределяется между отраженной волной и проходящей (преломленной) монотипной (не обменной) волной. Относительная амплитуда проходящей волны определяется коэффициентом прохождения, который в этом случае равен T=1-R. Волна, отраженная от какой-либо границы, проходит через все выше расположенные отражающие границы дважды - вниз и вверх, за счет этого она также теряет часть своей энергии. За счет прохождения ее относительная амплитуда будет ослаблена на каждой границе, через которую она проходит, в 1-R при проходе внутрь среды и в 1+R (поскольку в этом случае коэффициент отражения меняет знак) при проходе к поверхности земли. В итоге относительное ослабление амплитуды при прохождении одной сейсмической границы туда и обратно составят $(1-R)*(1+R)=1-R^2$.

Например, уменьшение амплитуды однократно отраженной волны за счет эффектов отражения и прохождения составит:

- для первой отражающей границы R_1,
- от второй отражающей границы $R_2(1-R_1^2)$,
- для третьей отражающей границы $R_3(1-R_2^2)\ (1-R_1^2)$,
- для четвертой отражающей границы $R_4(1-R_3^2)\ (1-R_2^2)\ (1-R_1^2)$ и т.д.

Вернемся к нашему примеру и рассчитаем потери за отражение и прохождение для границы M.

Для границы M коэффициент отражения - $R_2=0.2$, для выше залегающей границы - $R_1=0.11$.

Отсюда уменьшение амплитуды однократно отраженной волны от границы M: $0.2*(1-0.11^2$.

Относительные потери энергии за счет отражения-преломления:

$dE_{отр-прох.}=20 \lg(0.2*(1-0.11^2))=-14$ дБ.

Суммарные относительные потери энергии для волны, отраженной от границы M составят:

$dE_{сумм} = dE_{расх.}+ dE_{погл.}+ dE_{отр-прох.}= - (71+38+14)= - 123$ дБ

Расчеты, подобные рассмотренному, необходимо выполнить для каждой отражающей границы. Результаты представить в виде графиков изменения потерь энергии сейсмических волн с глубиной по каждому из трех отдельных направлений и по их сумме.

Определить максимальное и минимальное значения относительных суммарных потерь энергии отраженных волн и вычислить естественный динамический диапазон отраженных волн (см. определение выше).

ЧАСТЬ 3. Расчет и анализ годографов вертикального сейсмического профилирования (ВСП)

Данная часть посвящена анализу волнового поля во внутренних точках среды и на поверхности земли путем расчета годографов ВСП. Эти расчеты позволяют выявить кратно отраженные волны-помехи, времена прихода которых на поверхность земли близки к временам прихода однократных отражений.

1. Рассчитать годографы ВСП и построить их графики для следующих типов волн:

- проходящих,
- отраженных,
- кратно отраженных (полнократных),
- кратно отраженных (неполнократных).

Ограничение для кратно отраженных волн: время выхода на поверхность земли не должно превышать время регистрации однократно отраженных волн на ± 0,2 с.

Методические указания по расчету годографов ВСП.

Под годографом ВСП понимается зависимость времени прихода волны от координат приемников, которые располагаются на разной глубине в вертикальной скважине и находятся на одной линии с пунктом возбуждения сейсмических волн, расположенным на дневной поверхности непосредственно у устья скважины.

При распространении сейсмических волн вдоль ствола скважины (вертикального профиля) в однородно-слоистой среде мы имеем дело с нормальным падением сейсмических волн на границы раздела между слоями. Если из источника распространяется продольная волна (P), то могут наблюдаться следующие типы волн: прямые (проходящие), отраженные под углом 0^0: однократные и кратно-отраженные (полнократные и частично кратные). Следует учесть, что согласно закону Снеллиуса обменные волны (PS) при нормальном падении не образуются.

В рассматриваемых условиях прямая волна распространяется вдоль вертикального профиля. Время ее прибытия в ту или иную точку профиля зависит от скорости ее распространения на тех участках профиля, через которые она прошла. Для однородно-слоистой модели среды наблюдается равномерное (с одинаковой скоростью) движение волн внутри слоя и резкое изменение скорости при переходе в следующий слой. График такого движения (годограф) будет представлять собой

ломаную линию. Точки излома годографа будут располагаться на границах слоев, а наклон звеньев годографа будет зависеть от скорости распространения волн в слоях.

Таким образом, чтобы рассчитать годограф ВСП прямой (проходящей) волны необходимо определить координаты точек излома. Начальная точка годографа при условии, что источник и приемник расположены в одной точке рядом с устьем скважины, равна нулю. Первая точка излома располагается на границе между первым и вторым слоями на глубине $z_1=h_1$, а время прихода волны в эту точку равно $t_1=h_1/V_1$, вторая точка имеет координаты: $z_2=z_1+h_2$, $t_2=t_1+h_2/V_2$ и так далее. Таким образом, времена, соответствующие точкам излома, представляют собой суммарные вертикальные времена пробега до поверхности земли до определенной отражающей границы (ОГ). В таблице 1 они представлены в 9 строке.

Отраженные волны будут повторять путь прямой волны в обратном направлении. Начальная точка годографа отраженной волны будет иметь координаты, соответствующие приходу прямой волны на отражающую границу. Далее форма годографа отраженной волны зеркально повторяет годограф прямой волны, то есть представляет собой линию, симметричную относительно начальной точки годографа отраженной волны. Вид годографов ВСП для отраженных волн напоминает лучевые схемы. Эта аналогия поможет составить годографы отраженных волн любого типа.

Важно отметить, что наклон годографов в одном и том же пласте (слое) должен быть одинаковым, так как при прохождении одного и того же пласта одинакова пластовая скорость.

Приведенные выше соображения показывают, что специальных сложных расчетов для построения годографов отраженных волн не требуется, они легко составляется из соображений симметрии и на основе расчета вертикальных времен, представленных в таблице 1 в строках 8, 9 и 10. При рассмотрении кратно отраженных волн в модель должна быть включена граница земля-воздух. Расчет годографов для второго и последующих актов отражения выполняется по аналогии с расчетом годографа однократно отраженных волн. Для частично кратных волн кроме границы земля воздух могут быть включены промежуточные границы при условии, что на них коэффициент отражения не является слабым.

На рис.2 показан пример оформления чертежа с годографами ВСП. В качестве кратно отраженных волн на нем приведены:

Полнократные: двухкратные от границ С и Г.

Частично кратные: СГ, ГС, M_1Г M_1 и M_1С M_1.

Дополнительно можно было рассмотреть кратно отраженные волны M_1ГС и ГС M_1, но время прихода этих волн на поверхность земли таково, что значительно отличается от времен однократно отраженных волн, то есть более, чем на 0,2 с. В связи с этим они не включены в рассмотрение.

По результатам расчета составить и проанализировать таблицу с характеристикой волн-помех, которая является заключительным результатом к этому разделу.

Пример таблицы

Сигнал	Rc	to, с	Помеха	Rп	to, с	|Rc/Rп|
Нчеус	0,05	2,4	СС	0,1*0,1=0,01	2,5	5

где Rc и Rп коэффициенты отражения однократно (полезный сигнал) и кратно (волн-помех) отраженных волн), отношение коэффициентов отражения для сигнала и помехи позволяет оценить наиболее сильные помехи: чем меньше это отношение, тем сильнее помехи, создаваемые кратно отраженными волнами.

В заключении к этому разделу указать сильные помехи $|Rc/Rп|<2$

Пояснения к таблице:

Для однократного отражения от границы Нчеус помехой будет служить двухкратное полнократное отражение от границы С, а также частично кратная волна МГМ («перевернутая буква М») Коэффициент отражения для Нчеус – 0,05, для С – 0,1. Отсюда получаем Относительную амплитуду сигнала равную коэффициенту отражения от границы Нчеус: Rc=0,05 и относительную амплитуду помехи двухкратного отражения от границы С: Rп=0,1*0,1 =0,01, то есть амплитуда уменьшается согласно количеству отражений от сейсмических границ. Граница земля воздух имеет коэффициент равный 1, поэтому не учитывается. Что касается помехи МГМ, то в ней участвуют 3 отражения от внутренних сейсмических границ, и поэтому в отличие от двухкратного отражения от границы С ее амплитуда будет на порядок меньше, и ее не целесообразно брать в расчет.

Времена to снимаются с годографов ВСП на уровне Z=0

Отношение $|Rc/Rп|$ берется по модулю, так как могут встречаться отрицательные коэффициенты отражения. Знак коэффициента отражения на интенсивность волны не влияет, а задает лишь фазу волны.

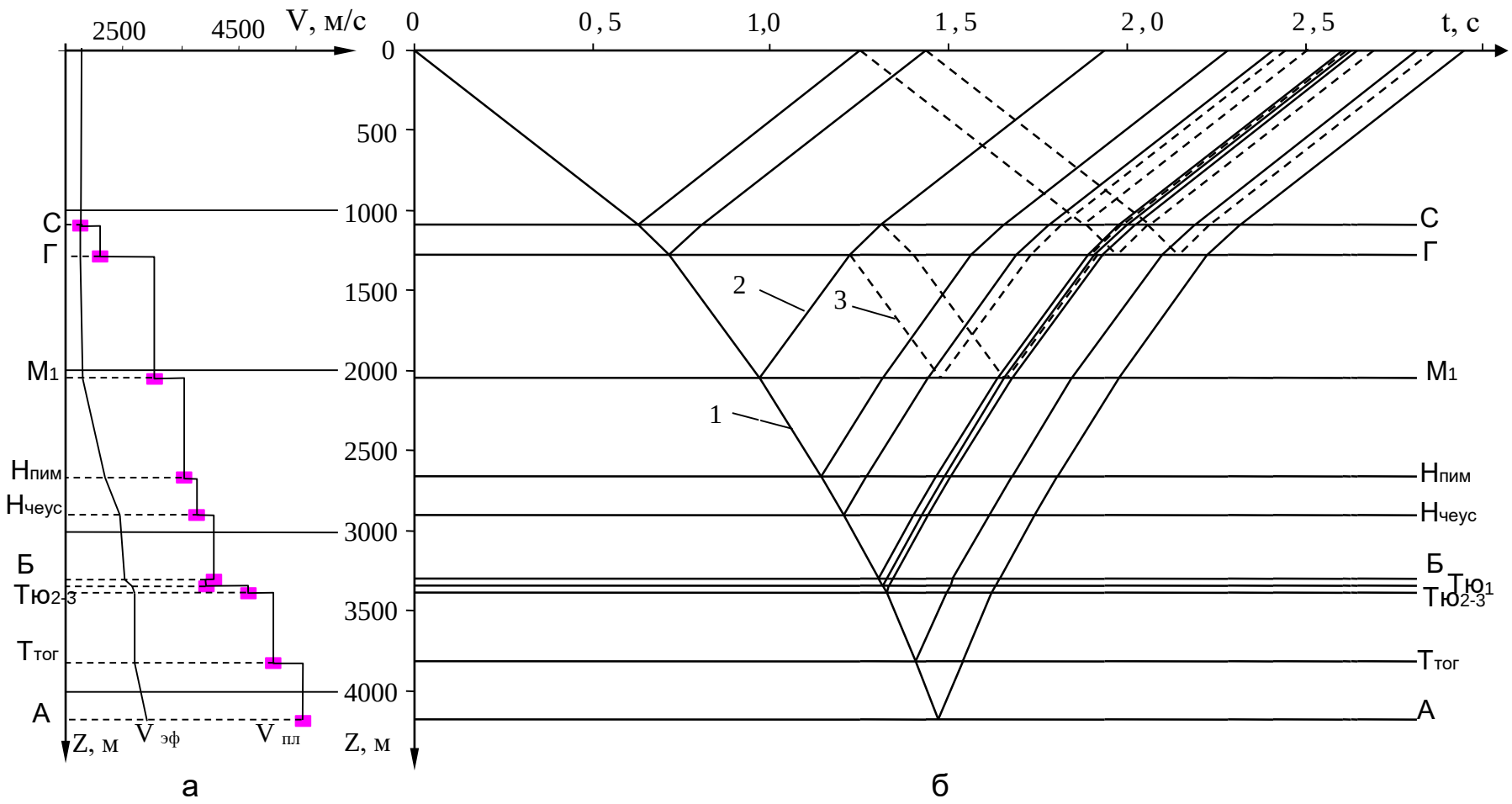


Рис. 1. Пример скоростных разрезов (а) и вертикальных годографов (б): 1 – падающих волн
2 – однократно-отраженных волн , 3 – кратно-отраженных волн

Часть 4. Расчет и анализ наземных годографов общей точки возбуждения

Рассчитать наземные продольные годографы, прямых, головных волн от первой преломляющей границы, однократно отраженных и кратно отраженных волн и построить их на одном графике (рис. 1). Расчет выполнить для расстояний источник – приемник (x) в диапазоне от 0 до x_{max}, где x_{max} принять равным 1.5 глубины залегания кровли самого нижнего слоя. Шаг расчета по x принять равным 200-500 м.

Вычисление годографов прямых и головных волн выполняется по точным формулам см учебник Бондарев В.И. Сейсморазведка, 2007 г.

Вычисление годографов отраженных волн выполняется по приближенным формулам, выведенным для двухслойной модели среды. При применении этой формулы необходимо использовать интегральные параметры - времена двойного пробега до отражающей границы и эффективную скорость распространения до ОГ (аналог средней скорости).

Годограф однократно отраженных волн для границы с номером N:

$$t(x)_N = \sqrt{{t_{o\,N}}^2 + \frac{x^2}{{V_{эф\,N}}^2}}$$

Годограф кратно отраженных волн, полнократных для границы с номером N:

$$t(x)_N = \sqrt{(n \cdot t_{o\,N})^2 + \frac{x^2}{{V_{эф\,N}}^2}}$$

где n – кратность волны.

Расчет времен и эффективных скоростей для частично кратных волн опирается на количество прохождения отдельных слоев. Ниже приведен пример расчета этих параметров *для частично кратных волн.*

Рассмотрим кратно отраженную волну СГ (см. рис.1).

Волна СГ проходит дважды интервал от поверхности земли до ОГ С и один раз интервал от ОГ С до ОГ Г. Отсюда следует, что при расчете эффективной скорости необходимо рассматривать два слоя, один с мощностью 2*1100м и пластовой скоростью 1800 м/с и второй слой с мощностью 200 м и скоростью 2100 м/с.

$$Vэф_k = \sqrt{\frac{\sum_1^k (Vпл_i \cdot h_i)}{\sum_1^k \Delta tв_i}} = \sqrt{\frac{1100 * 2 * 1800 + 200 * 2100}{1100 * 2/1800 + 200/2100}} = 1823\ м/с$$

и двойное время пробега: $to=(1800/1800 + 200/2100) * 2=2{,}634$ с

Рассмотрим кратно отраженную волну $M_1C\,M_1$ (см. рис.1).

Волна $M_1C\ M_1$ один раз проходит интервал от поверхности земли до ОГ C и дважды интервалы от ОГ С до ОГ Г и от ОГ Г до ОГ M_1. Отсюда следует, что при расчете эффективной скорости необходимо рассматривать три слоя: один мощностью 900 м и скоростью 1800 м/с, второй 200*2 =400 м и скоростью 2100 м/с, третий 750*2=1500 м и скоростью 3200 м/с.

$$\text{Vэф}_\text{к} = \sqrt{\frac{1100 * 1800 + 200 * 2 * 2100 + 750 * 2 * 3200}{1100/1800 + 200 * 2/2100 + 750 * 2/3200}} = 2450 \text{ м/с}$$

и двойное время пробега: to=$(1100/1800 + 200 * 2/2100 + 750 * 2/3200) * 2$=2,540 с

Пример построения годографов приведен на рис.2.

Проанализировать полученные годографы, ответив на следующие вопросы

А) Имеются ли пересечения годографов однократно отраженных волн?

Б) Для каких однократных отражений многократно отраженные волны будут помехами для прослеживания? То есть времена нормальных отражений отличаются не более, чем на 0,2 с

В) Каково максимальное время прихода отраженных волн (для всех типов отраженных волн) на расстоянии x_{max}?

Пример ответов на вопросы по данным рис.2:

Анализ теоретических наземных годографов отраженных волн показал:

А) Годографы однократно отраженных волн в пределах интервала расчета не пересекаются (то есть волны от разных отражающих горизонтов не будут интерферировать), что благоприятно для прослеживания всех отражающих границ после устранения помех кратно отраженного типа.

Б) Кратные волны, мешающие прослеживанию целевых отражений, формируются главным образом на границах С, Г, М1. Они являются помехами для однократных отражений от границ Нчеус, Б,Тю1, Тю3-3, Ттог, А.

В) Максимальное время прихода отраженных волн (см годографы отраженных волн всех типов) на удалении от источника равном Xmax=3200 м составляет tmax=3,5 с.

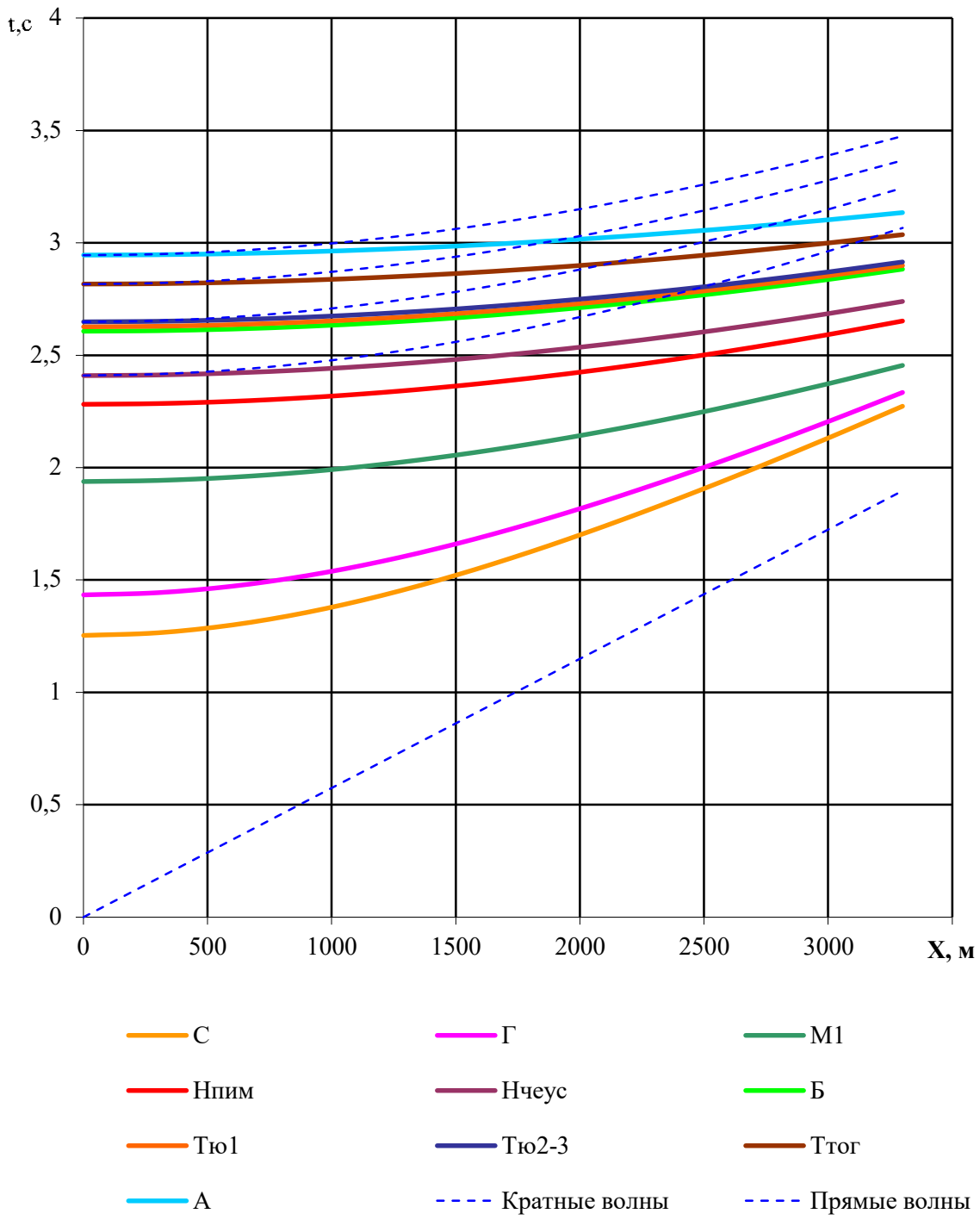


Рис. 2. Теоретические годографы ОТВ при продольном профилировании

Варианты исходных моделей среды

Вариант №1

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
К	Подошва талицкой свиты	1,1	1795	1,58
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,9	2104	1,65
М	Кошайская пачка глин алымской свиты	2,6	2648	2,16
Б	Кровля баженовской свиты	2,9	2902	2,14
Н	Неокомские отложения ахской свиты	3,1	3848	2,42
Т	Кровля тюменской свиты	3,2	3427	2,4
Т1	Верхняя часть тюменской свиты	3,4	3458	2,46
А	Подошва чехла	3,9	3602	2,52

Вариант №2

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
Г	Подошва кузнецовской свиты	0,98	1900	1,81
М1	Кровля викуловской свиты	1,52	2700	2,08
М	Кровля фроловской свиты	1,85	3000	2,42
НАС5	Граница мегионской свиты	2,23	3220	2,43
НАС6	Кровля мегионской свиты	2,44	3332	2,3
Б	Кровля баженовской свиты	2,57	2917	2,41
Тю2	Кровля тюменской свиты	2,64	3056	2,43
Тю4	Верхняя часть тюменской свиты	2,68	3778	2,45
Тю10	Нижняя часть тюменской свиты	2,81	3306	2,44
А	Подошва чехла	2,87	4200	2,50

Вариант №3

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
К	Подошва талицкой свиты	1,1	1795	1,58
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,9	2104	1,5
М	Кошайская пачка глин алымской свиты	2,6	2648	2,16
Б	Кровля баженовской свиты	2,9	2902	2,14
Н	Неокомские отложения ахской свиты	3,0	3848	2,42
Т	Кровля тюменской свиты	3,2	3427	2,4
Т1	Верхняя часть тюменской свиты	3,4	3458	2,46
А	Подошва чехла	3,9	3602	2,5

Вариант №4

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
Г	Верхний мел, кровля уватской свиты	1,15	2400	2,00
М	Нижний мел, кровля пласта АС 1	2,05	3400	2,12
НАС10	Нижний мел, кровля пласта АС 10	2,36	4100	2,20
НАС11	Нижний мел, кровля пласта АС 11	2,39	4160	2,23
НП	Нижний мел, кровля пласта БС 1	2,51	4295	2,28
НБС4,1	Нижний мел, кровля пласта БС4,1	2,81	4350	2,30
Б	Верхняя юра, кровля баженовской свиты	2,88	4380	2,31
А	Подошва осадочного чехла	2,89	4400	2,32

Вариант №5

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
Э	Кровля тавдинской свиты	0,16	1600	2,16
Г	Кровля покурской свиты-сеноман	0,85	2030	2,28
БВ4-2	Кровля пласта БВ4-2	2,17	2690	2,49
БВ8	Кровля пласта БВ8 ванденской свиты	2,33	3910	2,46
БВ9	Мегионская свита	2,41	3750	2,37
АЧ2	Низ мегионской свиты	2,61	3190	2,72
Б	Кровля баженовской свиты	2,79	5300	2,35
Ю 1-1	Васюганская свита	2,85	3080	2,34
ТЮ2	Кровля тюменской свиты	2,93	2950	2,53
ТЮ3	Тюменская свита	3,03	4190	2,45
А	Подошва чехла	3,58	3670	2,44

Вариант №6

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
С4	Верхний мел	1	1854	2,14
Г	Кровля покурской свиты	1,1	2197	2,20
М	Нижний мел	2,1	2550	2,26
НБП18	Кровля пласта БП18	2,4	3756	2,46
Б	Кровля баженовской свиты	2,7	3231	2,37
Т	Кровля васюганской свиты	2,9	2890	2,31
Т1	Кровля тюменской свиты	3,0	3928	2,49
Т4	Кровля нижнеюрских отложений	3,6	4181	2,53
А	Подошва чехла	3,9	5053	2,68

Вариант №7

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
С"	Кровля люлинворской свиты	0,53	1940	2,16
Г	Кровля покурской свиты	0,96	2370	2,23
М	Подощва алымской свиты	1,72	2830	2,30
Д	Кровля мегионской свиты	2,25	2940	2,32
Ач	Ачимовская толща	2,49	3303	2,38
Б	Кровля баженовской свиты	2,54	4116	2,52
ТЮ1	Кровля васюганской свиты	2,56	3720	2,45
Т	Граница в верхней части тюменской свиты	2,62	3520	2,42
ТЮ10	Граница внутри тюменской свиты	2,78	4480	2,58
А	Подошва чехла	2,82	5610	2,77

Вариант №8

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
С	Кровля ипатовской свиты	0,9	1800	1,65
Г	Кровля покурской свиты	1,3	2020	1,96
М1	Подошва алымской свиты	1,5	2200	1,85
НБВ10	Тарская свита	2,0	2380	2,20
НБВ16	Мегионская свита	2,4	2400	2,40
Б	Кровля баженовской свиты	2,8	2550	2,31
Ю1.1	Кровля васюганской свиты	2,9	2600	2,45
ТЮ2	Верхи тюменской свиты	3,0	2800	2,40
ТЮ10	Тюменская свита	3,2	3330	2,44
А	Подошва чехла	3,6	3580	2,45

Вариант №9

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
Г	Уватская свита	1,08	1855	1,9
М	Подошва кошайской свиты	1,92	2730	2,2
Нас	Кровля пласта АС9	2,26	3355	2,3
Б1	Кровля баженовской свиты	2,84	3330	2,4
Тю2	Кровля тюменской свиты	2,88	4210	2,4
Тю4	Верхняя часть тюменской свиты	2,93	3205	2,4
Трад	Горелая свита, радомская пачка глин	3,14	3050	2,5
А	Подошва чехла	3,18	3585	2,6

Вариант №10

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
Г	Кровля уватской свиты	0,98	1893	2,0
М1	Кровля викуловской свиты	1,51	2625	2,2
М	Кровля фроловской свиты	1,87	2748	2,3
Б	Баженовская свита	2,56	3058	2,4
Т2	Среднеюрские отложения тюменской свиты	2,70	3052	2,4
Т3	Граница тюменской свиты	2,78	2860	2,5
А	Подошва чехла	2,84	2993	2,6

Вариант №11

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
Г	Подошва кузнецовской свиты	2,04	2070	2,18
М1	Кровля викуловской свиты	3,19	2970	2,33
М	Кошайская свита	3,81	3530	2,42
Б	Кровля тутлеймской свиты	4,98	3370	2,39
Т	Кровля тюменской свиты	5,20	3510	2,42
Т2	Внутренняя кровля тюменской свиты	5,46	4040	2,51
А	Подошва чехла	5,98	4060	2,52

Вариант №12

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,15	2300	2,20
М	Кровля алымской свиты	2,05	2610	2,30
Нас4	Кровля песчанного пласта АС4	2,20	2750	2,35
Нас9	Кровля песчанного пласта АС9	2,30	3150	2,38
Нбс1	Кровля песчанного пласта БС1	2,45	3300	2,43
Б	Кровля баженовской свиты	2,96	3510	2,47
Тю2	Подошва алабакской свиты	3,04	3600	2,82
Тю10	Кровля песчанного пласта Ю10	3,38	3650	2,55
А	Подошва чехла	3,52	3710	2,60

Вариант №13

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
Г	Кровля уватской свиты	1,03	1900	2,20
М1	Кровля викуловской свиты	1,58	2210	2,25
М	Кровля фроловской свиты	1,90	2670	2,30
Нас5	Кровля пласта АС5	2,28	3380	2,40
Нас6	Кровля пласта АС6	2,52	3540	2,45
Б	Кровля баженовской свиты	2,63	3650	2,47
Тю2	Кровля тюменской свиты	2,69	3720	2,48
Тю10	Шеркалинская свита	2,86	3810	2,54
А	Подошва чехла	2,92	3900	2,60

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Б1.В.09 ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВОДА

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация

Сейсморазведка

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1: Что такое перевод?…..... 3
1.1 Сущность перевода …….. 3
1.2 Определение перевода ……. 3
1.3 Основные положения перевода научно-технической литературы …… 4
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 5
1.4 Краткая характеристика языка научно-технической литературы …….. 6
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 7
1.5 Виды перевода ……. 7
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 9

Тема 2: Словарно-справочный аппарат переводчика …..…..... 10
2.1 Общие двуязычные словари …..…..... 10
2.2 Специальные политехнические двуязычные словари …..…..... 11
2.3 Другие источники терминов …..…..... 11
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 13

Тема 3: Лексические трудности перевода …..…..... 14
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 15
3.1 Образование английской научно-технической терминологии …..…..... 15
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 17
3.2 Многокомпонентные термины и способы их перевода на русский язык …….. 17
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 18
3.3 Типы лексических соответствий …..…..... 18
3.4 Трудности перевода фразеологизмов, пословиц и поговорок ……. 21
3.5 Термины …..…..... 22

Тема 4: Передача в переводах отдельных элементов текста …….. 25
4.1 Передача английских имен собственных на русском языке …….... 25
4.2 Перевод реалий, клише, логико-грамматических лексических конструкций, сокращений …..…..... 31
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 32

Тема 5: Редактирование перевода …..…..... 34
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 36

Тема 6: Грамматические трудности перевода …..…..... 38
6.1 Основные способы перевода страдательного залога и пассивных глагольных конструкций …..…..... 38
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 39
6.2 Модальные глаголы и сочетание модальных глаголов с инфинитивом в страдательном залоге …..…..... 40
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 41
6.3 Перевод инфинитива и инфинитивных оборотов …..…..... 41
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 44
6.4 Способы перевода причастия и его оборотов …..…..... 45
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 47
6.5 Герундий, герундиальные обороты и их перевод ..…..... 48
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 49

Тема 1: Что такое перевод

Повторите материал практических занятий:

1.1 Сущность перевода

В повседневном, непрофессиональном понимании дать определение переводу достаточно просто. Любой случай, когда текст, созданный на одном языке перевыражается средствами другого языка мы называем переводом.

Поскольку язык это своего рода код или знаковая система, т.е. произвольное обозначение предметов и явлений действительности с помощью условных знаков, то перевод можно назвать перекодированием, поскольку каждый из условных знаков заменяется при переводе знаком другой знаковой системы.

Следовательно, перевод – это перевыражение или перекодирование исходного текста. Другими словами, перевод представляет собой перевыражение исходного текста средствами другого языка.

При этом термин «текст» понимается предельно широко: имеется в виду любое устное высказывание и любое письменное произведение от инструкции к телевизору до романа. Однако есть и ограничение: говоря о переводе, мы ограничиваемся вербальными текстами на живых человеческих языках. Понятие текста играет в переводоведении ключевую роль: переводчик, в отличие от лингвиста, имеет дело не столько с языком, сколько с его конкретными речевыми проявлениями – текстами, поэтому сфера перевода в этом смысле – царство речи. Под термином «текст» мы будем понимать речевое произведение, с помощью которого осуществляется вербальная коммуникация между людьми. Чаще всего отдельная законченная мысль реализуется в виде высказывания.

Всякий текст, как произведение речи, имеет определенное содержание, т.е. несет некую информацию, которая и подлежит передаче в процессе перевода. Это содержание иногда называют смыслом. Смысл высказывания и значения составляющих его слов не тождественны друг другу. Значение относится к единицам языка, оно существует и тогда, когда единицы языка не употреблены в коммуникации и не «актуализировались» в речи, образовав тем самым смысл высказывания или текста. Переводчик оперирует языковыми единицами, но объектом передачи в переводе является именно смысл, а не слова.

Иначе говоря, переводчик передает смысл всего текста, а не переводит отдельные слова. Этот основополагающий принцип перевода был высказан христианским писателем и богословом Иеронимом Стридонским еще в IV веке н.э.: «…я передаю не слово словом, а мысль мыслью».

Несоблюдение этого ключевого принципа перевода часто приводит к буквальному переводу, т.е. переводу «слово в слово». В результате нарушаются не только нормы языка, но и искажается смысл оригинала. Наглядной иллюстрацией «ловушек» буквального перевода могут служить пословицы, поговорки, разговорные клише, в которых общий смысл высказывания совсем не столь очевиден, как это может показаться на первый взгляд.

1.2 Определение перевода

Рассмотренные нами параметры понятия «перевод» касались преимущественно описания его как процесса, но в ходе обсуждения стало очевидно, что тем же термином мы обозначаем и результат этого процесса. Таким образом, слово «перевод» соотносится с двумя различными понятиями: 1) перевод как некая интеллектуальная деятельность, и 2) перевод как результат этого процесса, т.е. текст, созданный переводчиком.

Перевод – это деятельность, которая заключается в вариативном перевыражении, перекодировании текста, порожденного на одном языке в текст на другом языке, осуществляемая переводчиком, который творчески выбирает вариант в зависимости от вариативных ресурсов языка, вида перевода, задач перевода, типа текста и под воздействием собственной индивидуальности; перевод – это также и результат этой деятельности.

1.3 Основные положения перевода научно-технической литературы

Технический перевод – это перевод, используемый для обмена специальной научно-технической информацией между людьми, говорящими на разных языках.

Из этого определения вытекает, что технический переводчик есть посредник, без которого этот обмен был бы невозможен. Из этого же определения следует, что технический переводчик так же, как и литературный, должен знать два языка, одним из которых он должен владеть достаточно свободно для точного, ясного и грамотного воспроизведения содержания оригинала. Но это не всё. Так как технический перевод есть средство обмена научно-технической информацией, то, следовательно, целью этого перевода на русский язык должно быть использование принципиально новых сведений. А это значит, что в своей работе технический переводчик имеет дело с новым материалом (причем качественно новым и ещё никому у нас неизвестным), для восприятия которого нужна определённая подготовка, нужны специальные знания. В наши дни Россия обменивается научно-технической информацией со многими зарубежными организациями в различных странах, она обменивается патентной информацией практически со всеми странами мира; специальные научно-технические журналы, выходящие в России, полностью переводятся в США, и значительно большее количество иностранных изданий переводится России.

Научно-техническую информацию, поступающую к нам, можно разделить на три потока:

1. Патентную литературу, являющуюся основной формой обмена, так как всё новое в области науки и техники оформляется в виде патента и его производных форм.

2. Периодику, специально предназначенную для обмена научно-технической информацией, например: отраслевые бюллетени, содержащие рефераты, аннотации и названия; отраслевые научно-технические журналы, содержащие дискуссионные, проблематичные и отчётные статьи специального характера; библиографические указатели с названием тем, изобретений и предметов промышленной продукции, также иногда содержащие аннотации и тематические обзоры работ по данной отрасли.

3. Различные периодические и непериодические издания и источники информации, не предназначенные специально для научно-технического обмена, но которые могут использоваться для этой цели, например: специальные журналы и книги, рекламные материалы, инструкции и другие подобные источники специальной информации.

Технический перевод охватывает несколько форм или способов обработки оригинала переводчиком. Все виды технического перевода имеют свои особенности и законы. Эти формы не зависят от сферы специализации, и поэтому каждый технический переводчик должен уметь выполнять все виды технического перевода. При этом он должен:

1) знать хотя бы один иностранный язык в степени, достаточной для понимания;

2) знать другой язык (обычно родной) в степени, достаточной для грамотного изложения;

3) уметь пользоваться рабочими источниками информации;

4) уметь делать различные виды технического перевода;

5) обладать терминологическим минимумом;

6) обладать основами информационных компьютерных технологий, работать в режиме текстовых редакторов;

7) научиться качественно выполнять различные виды научно-технического перевода.

Различают перевод ***дословный, буквальный, трансформационный и адекватный***.

Дословным является перевод при совпадении структуры предложений и порядка слов в английском и русском языках, когда предложение переводится без существенных изменений.

При ***буквальном*** переводе оставляют грамматические конструкции и порядок слов оригинала, чуждые родному языку, и грамматическое явление переводится без учёта всего контекста. С точки зрения начинающего переводчика, буквальный перевод можно рассматривать как этап на пути к достижению адекватного перевода.

Трансформационный перевод предусматривает лексико-грамматические трансформации, связанные со структурными и лексико-семантическими расхождениями между языками. Наиболее распространенные виды трансформаций – это изменение порядка слов, замена частей речи и членов предложения, добавление или опущение слов, антонимический перевод и т.д.

Адекватным считается перевод, точно передающий мысли автора со всеми их оттенками, с хорошим литературным языком, с применением соответствующей терминологии и с соблюдением стиля.

Для иллюстрации буквального и адекватного перевода можно привести следующий пример:

«Design. The hanger is claimed to be a form of construction that is on a scale as yet unprecedented in this country. As a piece of engineering, the building is extravagantly impressive. Yet the constructional techniques are basically so simple that it seems ridiculous that to cast such a shell on the ground and jack it up hasn't been done more frequently before. Ridiculous, that is, until you consider the size of the roof".

Буквальный перевод: «Проект. Ангар, заявляется, есть форма конструкции, которая по масштабам пока беспримерная в этой стране. Как произведение техники здание непомерно внушительно. Тем не менее, конструктивная техника в основном так проста, что кажется смешно, что отливать такую оболочку на земле и поднимать её домкратами не делали более часто раньше. Смешно, то есть, пока вы не рассмотрите размера крыши».

При буквальном переводе всегда страдает правильность языка перевода и искажается смысл оригинала, что и подтверждается приведённым примером.

Адекватный перевод: «Конструкция. Утверждают, что ангар является по своим масштабам непревзойдённым строением такого рода в Англии. Как инженерное сооружение ангар производит очень сильное впечатление. Тем не менее, строительные методы в основном весьма простые и кажется совершенно нелепым, что в прошлом их не применяли чаще. Кажется нелепым, пока вы не учтёте размеров крыши, ведь метод состоял в том, что оболочку бетонировали на земле, а затем поднимали в проектное положение с помощью домкратов».

Слова in this country переведены: «в Англии», так как отрывок взят из статьи, опубликованной в английском журнале. Стремление к достижению сбалансированного изложения на русском языке привело к изменению порядка последних предложений оригинала.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

Переведите следующий текст на русский язык, обращая внимание на качественные новые значения подчёркнутых слов.

Oil cracks

In mechanics, force does not mean strength. It seems to say no more than that a force is a push or pull, and since in physics all things must be measured it acquires from Newton's Law of Motion, a quantitative sense, which makes it the product of mass and acceleration. This, of course, is quite different from anything that the word "force" implies in everyday use.

A weight, one is surprised to learn, is not only the familiar block of metal with a ring on top, but a force. This is logical, because things fall under their own weight with an acceleration (due to gravity).

As to "work", the physicist has decided that a force works, or does work, only when it moves something. I may push and pull in vain at some immovable obstacle, and find that, mathematically I have done no work.

After this it is quite easy to accept the idea, that power has come to mean the rate at which work is done; or that metals suffer from "fatigue", or that oils can be made "to crack".

1.4 Краткая характеристика языка научно-технической литературы

Для языка научно-технической литературы характерно отсутствие эмоциональной насыщенности, образных сравнений, метафор, элементов юмора, иронии и т.п.

Хотя основной особенностью языка научно-технической литературы является огромное количество специальных терминов, он включает большой процент общеупотребительных слов и словосочетаний. Значительную часть общеупотребительных слов составляют многозначные слова, представляющие известную трудность при переводе. Полисемантизм вообще характерен для английского языка, и нужно всегда иметь в виду, что любое, казалось бы знакомое, слово в зависимости от контекста может иметь совсем иное значение.

Контекст – синтаксический и лексический, узкий и широкий – служит тем средством, которое снимает у многозначной единицы все её значения, кроме одного. В этом заключается его функция. При переводе многозначных слов следует учитывать их грамматические и лексические связи в предложении.

Так, слово case имеет следующие значения: 1) случай, обстоятельство, положение, дело; 2) факты, доказательства, доводы (в пользу кого-либо или чего-либо); 3) судебное дело; 4) (мед.) случай, пациент, раненый и ряд других значений. В зависимости от контекста слово case может переводиться также следующими словами: вопрос, момент, прецедент и др.

It is not the case – это не так.

The executive of Union of Steel Metal Workers has passed the case back to the local officials to resolve.

Исполком национального союза металлистов вернул дело (вопрос) на рассмотрение местной администрации.

Слово facilities. Есть целый ряд английских слов, которые не имеют эквивалента в русском языке, и поэтому их приходится переводить по-разному, иногда, в зависимости от контекста, описательным путём. Одним из таких слов является слово facilities, которое обозначает предмет или обстоятельство, совокупность предметов или обстоятельств, помогающих совершить действие.

Facilities for transport – средства передвижения.

Facilities for studies – необходимые помещения, оборудование и даже наличие времени, необходимого для занятий.

Большой англо-русский словарь (БАРС) под ред. И. Р. Гальперина среди многочисленных значений даёт и следующие: 1) благоприятные условия, льготы; 2) оборудование, приспособление, аппаратура; 3) средства обслуживания, удобства. В зависимости от контекста facilities может переводиться и другими словами: возможность, помещение и т.д.

A more recent project has been the modernization of port facilities and the improvement of natural ports.

Более поздний проект предусматривает модернизацию оборудования порта и улучшение естественных портов.

MPs already complain of lack of facilities to do their work while Press and other staff also find they work in overcrowded and unsuitable conditions.

Члены парламента уже жалуются на отсутствие благоприятных условий для (выполнения) работы, и работники печати и другие служащие считают, что они также работают в переполненных помещениях и плохих условиях.

Интересно своей многозначностью и слово public, приобретающее различные значения в переводе терминологических словосочетаний : n 1) народ; 2) публика; 3) общественность; adj 1) общественный;

2) публичный, общедоступный; 3) общенародный; 4) открытый, гласный; 5) государственный, официальный и др.

Словосочетания:

public figure – общественный деятель

public image – репутация, мнение общественности (о каком-либо деятеле)

public service – коммунальное обслуживание

public facilities – предприятия общественного пользования

public officer – государственный служащий, чиновник, должностное лицо

public servant – должностное лицо, лицо, находящееся на государственной службе

public career – политическая карьера

public relations 1) связи (лица, организации) с общественностью, прессой; 2) реклама, пропаганда, рекламное дело; 3) служба (отдел) информации, отдел связи с печатью, пресс-бюро.

В ряде случаев правильный выбор лексического значения многозначного слова требует учёта его грамматических связей.

Так, хорошо известные значения глагола to assume – принимать, приобретать, характерны для него в тех случаях, когда за этим глаголом следует дополнение, выраженное существительным:

All deposits of uranium will assume tremendous importance.

Все залежи урана приобретут огромное значение.

В значении предполагать, полагать глагол to assume встречается в объектном инфинитивном обороте (сложном дополнении), субъектном инфинитивном обороте (сложном подлежащем).

We assume the compressor to be adaptable to any power source.

Мы полагаем, что компрессор можно приспособить к любому источнику.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Переведите следующие предложения, обращая внимание на значения многозначных слов.

1. Education is seen by the council as having a key role to play in increasing the economic effectiveness of the West Midlands, and it urges the fullest use of the region's facilities.

2. In any case, what the lawyer is after is the reasoning, the sequence of arguments, starting with the premises and leading up to the conclusions.

3. Capitol Hill is the place people think they know more about than any other place on earth, because everything on Capitol Hill seems to be public. Everyone refers to it as a public place, and it is true that, at times, you can see all the public men whose salaries are paid by the public.

4. This led to the reaction assuming a different course.

5. One of the facilities our students have is a very good library.

6. The mineworkers' and steel workers' current demands are two cases about which there is speculation.

7. In her complaint to the council Mrs. R. said she was trying to make the point that as the crematorium facilities were maintained for the public, regardless of whether they were religious or not, they should be treated equally.

8. There is the strongest case for self-government.

9. "Facilities for retraining need to be developed to enable regional industry and the people employed in industry to cope with the technological and economic changes that are certain to be encountered", the report says.

10. They had a strong case when they argued that the agreement should be reconsidered.

1.5 Виды перевода

Приступая к переводу научно-технической литературы, можно использовать основные виды перевода:

1. Перевод путем использования имеющихся в русском языке эквивалентов, т.е. постоянных и равнозначных соответствий в двух данных языках, в большинстве случаев не зависящих от контекста,

например:

viscose – вискоза

cedar – кедр
heating – нагревание
loss – потеря.

2. Перевод с помощью аналогов, т.е. слов синонимичного ряда.

В этих случаях одному иностранному слову соответствует несколько русских слов, например:

Bunching – группирование, варьирование, образование сгустков, скапливание и т.д.

allowance – разрешение, поправка на что-либо, допуск.

Надо выбрать из этого ряда вариант, наиболее подходящий по контексту.

3. Калькирование, или дословный перевод, состоит в переводе английского слова или выражения путем точного воспроизведения их средствами русского языка, например:

multistoried – многоэтажный
motor convertor – двигатель-преобразователь
superpower system – сверхмощная система
sky-scraper – небоскреб.

При дословном переводе предложения не происходит каких-либо перегруппировок, сохраняется структура предложения, каждое слово переводится так, как оно дано в словаре (с учетом контекста).

Дословный перевод допускается и используется тогда, когда для большинства английских слов в предложении имеются эквиваленты в русском языке и когда структура предложения имеет полное соответствие в русском языке, например:

Radiomen well know that alternating current is the very current that makes radio possible.

Радисты хорошо знают, что переменный ток – это тот самый ток, который делает возможной радиосвязь.

Но дословный перевод возможен не всегда, рассмотрим предложение:

Before the coming of railway and the steamship the volume of world trade was very small compared with what it is today.

До появления железных дорог и паровых судов объем мировой торговли по сравнению с современным объемом был незначительным.

Дословный перевод для данного предложения несовместим с нормами русского языка, и слово coming нельзя переводить в этом предложении соответствующим слову приход. Рекомендуется для слова coming выбрать одно из лексических соответствий. Существительные же railway и steamship необходимо перевести множественным числом, что более соответствует стилю русской речи. В предложении:

British steel shapes produced annually amount to twelve million tons.

Производство стального проката в Англии ежегодно достигает примерно 12 миллионов тонн.

По тем же соображениям нельзя steel shapes перевести дословно (стальные формы) и необходимо прибегнуть к русскому обороту –производство стального проката, а для глагола amount использовать русские глаголы равняться, доходить до.

От дословного перевода, однако, следует отличать недопустимый в переводческой практике буквальный перевод, т.е. простой механический перевод слов иностранного текста в таком порядке, в каком они следуют в нем, без учета синтаксических и логических связей.

4. Для перевода английских слов, не имеющих лексических соответствий в русском языке, можно использовать описательный перевод. Он представляет собой передачу значения английского слова при помощи более или менее распространенного объяснения, например:

prompt-period accident можно перевести, только прибегнув к описательному переводу: авария, связанная с переходом реактора на мгновенно-критический режим.

5. Транслитерация – это передача буквами русского письма букв английского письма независимо от произношения английского слова.

Для использования транслитерации можно и не знать произношения английского слова, ограничиваясь лишь его зрительным восприятием:

retarder – ретардер
transposition – транспозиция
irradiation – иррадиация.

Транслитерация целесообразна тогда, когда желательно воспроизвести лаконизм подлинника и сохранить специфическую характеристику данной реалии в иностранном языке.

6. Транскрибирование – это передача произношения английского слова русскими буквами, т.е. передача его фактического облика:

white spirit – уайт-спирит
fan – фэн
Whitehall Уайт-холл (улица в Лондоне, на которой расположены правительственные учреждения).

Транскрибирование является основным приемом перевода при передаче имен и названий и так же, как и транслитерация, используется в тех случаях, когда желательно воспроизвести лаконизм и специфику иностранного слова.

В тех случаях, когда эти стилистические соображения не играют большой роли, лучше пользоваться описательным переводом, так как транскрибирование дает новую лексическую единицу, чуждую русскому языку, которая может оказаться непонятной читателю.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Подберите русские соответствия к следующим именам и названиям.

A. Eugene Garside Katharine Wooley
Sophie Wilkins Giles G. Stephens
James Dylan Graham Hancock
Howard Carter William Cathcart
B. Hitachi, Ltd
Trace Analytical Laboratories, Inc.
Dell Publishing Co
Random House of Canada, Limited
United States Environmental Protection Agency
C. The Grand Canyon Conwall
River Dart New Jersey
Devonshire Kentucky
North Carolina British Columbia

2. Переведите на русский язык следующие термины и терминологические словосочетания, употребляя транскрипцию и транслитерацию, найдите значения переводимых терминов в специальных словарях.

blink broker visual control
Bonus active interface
gold certificate vibration monitoring
crossed cheque gas chromatograph
clearing bank atomic mass spectrometer
close corporation Magna Carta
bank references London Traded Options
tariff quota future business
terminals of the airport plastics processing technology

Тема 2: Словарно-справочный аппарат переводчика

Повторите материал практических занятий:

Для того чтобы переводчик быстро находил нужные ему специальные сведения, он должен знать, какие рабочие источники информации бывают, что в каждом из них можно найти и в какой последовательности ими пользоваться.

Все рабочие источники информации, используемые переводчиком, можно разделить на общие, с которыми работают все переводчики, и специальные, которыми преимущественно пользуется технический переводчик.

Общие источники информации подразделяются на словари общего назначения и общие энциклопедии. Словари, в свою очередь, подразделяются на двуязычные (например, англо-русские и русско-английские, неспециальные словари и фразеологические словари) и одноязычные, включающие толковые словари (например, толковые словари русского и английского языка) и словари иностранных слов; имеются также вспомогательные одноязычные словари (например, синонимов, антонимов и орфографические), а также энциклопедические словари общего назначения.

Специальные источники информации включают специальные словари, специальные энциклопедии, справочники по различным отраслям науки и техники, специальную литературу и прочие источники информации.

Специальные словари, в свою очередь, подразделяются на двуязычные, включающие политехнические двуязычные словари, отраслевые словари и вспомогательные специальные двуязычные словари (например, словари сокращений) а также одноязычные специальные словари (например, «Краткий политехнический словарь»).

2.1 Общие двуязычные словари

Для успешного пользования общими двуязычными словарями необходимо помнить следующее:

1. Любой общий двуязычный словарь (кроме фразеологического) даёт не перевод слов, а только возможные эквиваленты каждого данного слова и, как правило, далеко не все. Словарь только даёт намёк на то, что слово может выражать в определённом контексте.

2. Чтобы быстро находить нужное слово, надо хорошо знать алфавит. При частом обращении к словарю хорошее знание алфавита даёт значительную экономию времени.

3. Нужно хорошо знать смысл всех условных обозначений, сокращений, значков различных шрифтов и знаков препинания, используемых в словарных статьях, а для этого, прежде чем пользоваться словарем, необходимо внимательно прочитать статью о пользовании им и ознакомиться со списком сокращений.

Примером общего двуязычного словаря может служить «Новый большой англо-русский словарь» (НБАРС) под редакцией Ю. Д. Апресяна и Э. М. Медниковой, 2002 г. НБАРС охватывает все слои английской лексики от научно-технической терминологии до молодёжного сленга. В словарь включены обширные списки личных имён и географических названий. Виды словарных статей – отдельные слова, устойчивые словосочетания и словообразовательные элементы (приставки, суффиксы и т.д.). Переводы сгруппированы в значения и подзначения, упорядоченные по частотности употребления. Приводятся фонетическая транскрипция, сведения о нестандартно образуемых формах, управлении и т.п., в необходимых случаях даны подробные пояснения.

К важнейшим достоинствам НБАРС относится богатый иллюстративный материал, большая часть словарных статей снабжена примерами употребления слов в реальных контекстах.

НБАРС является дальнейшим развитием двухтомного «Большого англо-русского словаря», впервые изданного в 1972 году под редакцией И. Р. Гальперина.

2.2 Специальные политехнические двуязычные словари

Эти словари дают эквиваленты общетехнических и общенаучных терминов, а также и многих обычных слов, широко используемых в языке науки и техники.

Примером двуязычного политехнического словаря может служить «Англо-русский политехнический словарь» под редакцией А. Е. Чернухина (Изд. 2-е. М. : Сов. энцикл., 1971). В этом словаре расположение материала алфавитно-гнездовое, т.е. если термин состоит из одного слова, то это слово нужно искать как в обычном словаре, по алфавиту, а если термин состоит из нескольких слов, одно из которых является определяемым, а другое (или другие) – определениями, то такой термин нужно искать по определяемому слову. Обычно это слово стоит в конце терминологического сочетания, но может стоять и в начале, например, если определяемые слова присоединяются к нему предлогом «of».

Если слово входит в несколько терминологических сочетаний, то эти сочетания образуют гнёзда, в которых они располагаются в виде списка, несколько сдвинутого вправо от основного слова, приводимого в начале списка. Терминологические сочетания в этом гнезде располагаются в алфавитном порядке по слову, являющемуся единственным или главным к основному термину, причем сам основной термин в списке-гнезде заменяется тильдой (~).

Термины политехнического словаря относятся ко всем отраслям науки и техники («поли» – греческое слово, обозначающее «много»).

Для указания, к какой именно области относится данный термин, используются специальные сокращения, например: свт. – светотехника; к-ф – кинематография и фотография; ак. – акустика. Эти сокращения набираются курсивом.

В конце словаря имеется список наиболее употребительных специальных сокращений и обозначений, принятых в различных областях науки и техники.

Словарь снабжён также приложением, в котором переводчик может найти очень полезные сведения, например, как обозначаются в английской и американской технической литературе футы, дюймы, десятичные дроби и т.д.; различные математические знаки, символы и сокращения, греческий алфавит, римскую нумерацию; английские и американские меры длин, веса и т.д.

Хорошими помощниками переводчика являются и отраслевые двуязычные словари. Они отличаются от политехнического тем, что в них можно найти больше терминов и эквивалентов, относящихся к данной отрасли.

Предположим, нам нужно перевести статью по экономике. Попробуем воспользоваться «Англо-русским коммерческим словарём-справочником» (сост. И. Г. Анохина. М. : Моби, 1992). Словарь содержит более 20 тыс. терминов, используемых в области финансов, кредита, внешней торговли, бухгалтерского учёта, ценообразования, страхования.

В приложении-справочнике можно найти подробные указания по составлению деловых писем и контрактов, краткий толковый словарь по внешнеэкономической деятельности, маркетингу, рыночной экономике, таблицу перевода мер и весов, денежные единицы стран мира, сокращения и т.д.

Отметим некоторые особенности данного словаря:

1) термины в словаре расположены в алфавитном порядке;

2) для составления терминов выбрана алфавитно-гнездовая система;

3) термины, состоящие из определяемых слов и определений, следует искать по определяемым словам;

4) пояснения к русским переводам набраны курсивом и заключены в круглые скобки, например: base (база, базис, основа, основание); to create a base (создать базу), raw material base (сырьевая база), (определяемое слово), bid (предложение цены (на аукционе), заявка (на торгах)).

2.3 Другие источники терминов

Помимо двуязычных словарей (бумажных и электронных на дисках и онлайновых) существуют и другие источники терминов:

1. Одноязычные русские и английские (американские) технические энциклопедии (например, McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms).

2. Одноязычные технические справочники для специалистов

(например, Mark’s Standard Handbook for Mechanical Engineers).

3. Сборники рекомендуемых терминов, выпускающиеся в советские годы Комитетом научно-технической терминологии Академии наук, которые до сих пор не потеряли своего значения, особенно при переводе научных статей. В общей сложности Комитетом было издано 119 выпусков. Многие выпуски можно приобрести в электронном виде в издательстве «ЭТС» (www.ets.ru).

4. Одноязычные толковые политехнические словари.

К этой категории относится очень полезный «Иллюстрированный толковый словарь научной и технической лексики», составленный по вузовскому тематическому принципу и изданный в 1994 году.

5. Посещение выставок, посвященных оборудованию и приборам для различных отраслей промышленности. Библиотека каталогов и проспектов, набранных на выставке, открывает доступ к новейшей информации по конкретной области.

6. Использование Интернета.

В процессе перевода переводчик обращается к Интернету в следующих случаях:

1) когда он хочет знать, что означает отсутствующий в словарях английский термин;

2) когда ему требуется найти определение термина;

3) когда он хочет знать, что означает отсутствующее в словарях английское словосочетание;

4) когда ему встретилось незнакомое сокращение;

5) когда заголовок документа или раздела не находит объяснения в последующем тексте;

6) когда ему необходимо знать, как выглядит некое устройство или схема технологического процесса;

7) когда ему необходимо убедиться, что созданный им русский эквивалент термина действительно используется российскими специалистами;

8) когда ему встретилось географическое название и нужно проверить, как оно пишется по-русски;

9) когда он встречает в переводимом документе цитату или фрагмент из другого документа, смысл которых непонятен;

10) когда ему необходимо ознакомиться со стандартом;

11) когда ему необходимо найти патент.

При этом он пользуется как находящимися в Интернете различными Web-сайтами (на которых хранятся Web-страницы и файлы с интересующей переводчика информацией), онлайновыми словарями – например, English Oxford Dictionary (www.oed.com), OnelookDictionary (www.onelook.com) и Massengineers (www.massengineers.com), а также многочисленными относительно небольшими узкоспециальными словарями, нередко прилагаемыми к описанию конкретного изделия фирмы.

В настоящее время один из наиболее полных и самых популярных автоматических онлайновых словарей – Multitran.

Заслуживает упоминания и словарь американских реалий, а именно: Англо-русский лингвострановедческий словарь «Американа». (Изд-во «Полиграмма», 1996). Полный текст этого словаря опубликован в бесплатном доступе по адресу: www.americana.ru.

Поиск содержащих необходимую информацию Web-страниц и файлов (т.е. тех или иных документов) осуществляется с помощью поисковых систем двух типов – индексов и каталогов. Интернетовский индекс ищет у себя (и находит или не находит) любое запрашиваемое у него слово или словосочетание, а интернетовский каталог подобен тематическому библиотечному каталогу: пользуясь каталогом, мы последовательно переходим от более широких и общих тем ко всё более узким и конкретным. Переводчик всегда знает, что он ищет, поэтому он может пользоваться только индексами, а именно наиболее популярными и мощными Google (www.google.com) и Яндекс (www.yandex.ru). Правила, по которым ищется отдельное слово или словосочетание, называют языком запросов.

Вызвав поисковую индексирующую систему и набрав в поле поиска запрос, мы получаем страницы поиска. На каждой странице поиска размещены описания тех или иных десяти (иногда более) Web-страниц. Описание Web-страницы начинается с её названия, затем следуют указание на формат, в котором страница выполнена (если это не традиционный интернетовский формат HTLM), и фрагменты текста страницы с выделенными жирным шрифтом словами, содержащимися в запросе. Наконец, следует интернетовский адрес описываемой страницы и ссылки Catched (Сохранено). Выбрав ссылку «Сохранено», мы увидим Web-страницу в том виде, в котором её видел Google в момент индексирования.

Наконец, укажем наиболее типичные формы запросов в системе Google:

а) пробел между словами запроса воспринимается Google как оператор AND, поэтому при запросе, например, feed pumps разыскиваются как термин feed pumps, так и по отдельности feed и pumps;

б) поиск фразы на Web-страницах осуществляется с помощью прямых кавычек: «feed pumps used in power boilers»;

в) знак * в запросе заменяет любое слово в составе разыскиваемой фразы (используется, когда фраза известна не полностью);

г) оператор OR между двумя словами требует искать страницы в которых есть хотя бы одно из двух слов (средство экономии времени на поиск);

д) чтобы Google прореагировал на служебное слово (обычно он их игнорирует), нужно перед этим словом поставить оператор плюс (+). Например, +to +be overruled;

е) при желании сузить поиск заголовками, нужно добавить (без пробела после двоеточия) префикс entitle, а именно: entitle:”feed pump”. Такой поиск полезен только для однокомпонентных либо довольно распространённых терминов;

ж) при желании, например, найти питательные насосы для котлов можно ещё более сузить поиск, запросив: entitle:”feed pump” boilers; в этом случае в заголовок попадают feed pumps, а слово boilers может встретиться в любом месте документа и, в частности, в том же заголовке.

При переводе научно-технических текстов также можно использовать тематические глоссарии, часто с подробными комментариями и объяснениями на следующих Web-сайтах компаний :1) slovary.ru; 2) ru.wikipedia.org; 3) lingvo.ru; 4) lingvo.yandex.ru; 5) lingvotech.com (elslovari); 6) sokr.ru

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

Переведите на русский язык следующий текст, пользуясь «Англо-русским словарём» и общим политехническим словарём. Найдите и выпишите столбиком по одному эквиваленту для каждого подчёркнутого слова или словосочетания.

In spite of astounding technological advances in the development of weapons and equipment for warfare, the Infantryman’s load remains about the same in terms of weight, bulk and number of items in his pack. During the past three decades, we have developed nuclear weapons which have increased our available firepower immeasurably. We have developed huge airplanes that fly more than twice the speed of sound. By exploiting air movement, we are working toward optimum mobility for our combat forces. Advancement in other areas such as communication, surveillance and target finding devices has been perhaps less spectacular but nevertheless significant. But the Infantryman, who in the final analysis must close with and destroy the enemy, has, at best, enjoyed only marginal improvement in his combat equipment, clothing and weapons.

Тема 3: Лексические трудности перевода

Повторите материал практических занятий:

Лексический состав научно-технических текстов характеризуется широким использованием терминов (слов, словосочетаний, фраз), являющихся инструментом, при помощи которого оперируют научно-техническими понятиями, и относительно малым разнообразием лексических групп. Основной признак терминов – их определяемость, иными словами, формой существования термина является определение.

В общем под термином понимается слово или словосочетание любой формы употребления, выражающее научное понятие, имеющее определение и пригодное к применению в науке и технике. Все термины делятся на простые, сложные и словосочетания.

Для того чтобы правильно определить выражаемые термином понятия, нужно знать и ту область науки и техники, к которой относится данная терминология. Любой термин следует рассматривать не как обособленную смысловую единицу, вне всякой связи с окружающими его словами и контекстом в целом, а как слово, за которым закреплено определённое техническое значение, но которое может изменить своё содержание в зависимости от той отрасли, в которой оно употребляется в данном конкретном случае.

Для термина характерна соотнесённость с точным определённым понятием, стремление к однозначности. Это приводит к тому, что ряд терминов приобретает своего рода независимость от контекста и, следовательно, может переводиться с помощью лексического эквивалента.

Многие английские термины в любом контексте соответствуют определённым русским терминам, например: voltage – напряжение, capacitance – ёмкость, oxygen – кислород, wattage – мощность. Основная масса научно-технической терминологии не входит в состав общелитературного языка, оставаясь понятной лишь специалистам данной отрасли знания. Тем не менее, роль контекста чрезвычайно велика, так как значительное количество терминов представляет собой общеупотребительные английские слова, взятые в специальном значении. Так, контекст помогает выявить:

1. Употреблено ли слово в своём обычном значении или в специальном техническом, например, valve – клапан или электронная лампа, short – короткий или короткое замыкание, planning – планирование или технология.

2. В каком из своих значений употреблён многозначный термин в данном конкретном случае. Например, означает ли существительное switch – выключатель, железнодорожная стрелка или коммуникационный аппарат? Используется ли термин line в значении линейный или производственный? Как следует перевести глагол shunt – параллельно включать или маневрировать? Только контекст позволяет выявить значение многозначного слова.

3. Кроме того, в ряде случаев контекст даёт возможность опустить некоторые компоненты термина-словосочетания, которые подразумеваются сами собой. Например, вместо transformer primary winding в том же самом контексте может часто употребляться просто primary – первичная обмотка трансформатора; вместо oil-circuit breaker употребляется breaker – масляный выключатель.

Возможность использовать в контексте не весь термин-словосочетание, а только какую-то его часть обусловливается тем, что термин связан с определённым точным понятием или явлением.

Термины объединяются в определённые терминологические системы, выражающие понятия определённой отрасли знаний.

В каждой терминологической системе термины образуют определённые группы, для которых общим является их принадлежность либо к классу предметов, либо к классу процессов, свойств и т.п.

Каждая из этих групп делится в свою очередь на более узкие терминологические группы. В терминологических группах сложных терминов часто выступает один общий элемент. Например, языковые единицы tele, scope выступают в качестве компонентов сложного слова –

telegraph, television, horoscope, telescope и т.п.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Укажите, в каких значениях употребляются следующие слова и термины, и переведите их.

1. shaft; 2. pin; 3. turn (sing, pl); 4. relay; 5. capacity; 6. handling;

7. error; 8. developing; 9. average; 10. plate; 11. female; 12. bed; 13. flight; 14. grid; 15. course; 16. hammering; 17. hand; 18. kick; 19. kill; 20. maintenance; 21. trouble; 22. trolley; 23. smash.

2. Переведите следующие термины на русский язык.

1. flywheel; 2. trip coil; 3. clock-word; 4. circuit; 5. safety; 6. switch; 7. brake gear; 8. ionic rectifier; 9. capacitor; 10. back coupling; 11. flat rate; 12. stress; 13. electric charge; 14. winding; 15. ring; 16. friction coupler; 17. gear; 18. variable capacitor; 19. microphone; 20. electronic instrument; 21. coil.

3. Переведите следующие терминологические словосочетания на русский язык.

1. associated mode of operations; 2. data signal quality detection; 3. connection through an exchange; 4. effectively transmitted signals in sound-program transmission; 5. error-detecting system; 6. optional user facility; 7. public data transmission service; 8. two-way – alternate interaction; 9. pair of complementary channels; 10. time consistent busy hour; 11. ratio of compression; 12. indirect manual demand operation; 13. External loss time; 14. setting-up times of an international call; 15. digital line pass; 16. mean time between interruptions; 17. automatic booked call service; 18. centralized multi-end-point-connection; 19. level of maintenance; 20. emergency call service; 21. probability of successful service completion; 22. error correction by detection and repetition.

4. Переведите следующий текст на русский язык, обращая внимание на термины и термины-словосочетания.

Electronic mail

Subscribers to electronic mail services effectively rent a piece of computer memory- the mailbox- and by logging on to the system they can send and receive mail to and from other mailboxes on the same system. Electronic mail theoretically has everything going for it in terms of what modern business needs for person-to-person, official, documented communication. It is instantaneous, world-wide broadcast (i.e. one message can be relayed to infinite addresses), protected by pass codes and reviewable on a VDU-you don’t have to end up with a document in your hand unless you want one. Because all electronic mail services involve logging onto a computer-controlled network, electronic mail is programmable and cheaper to run that traditional post/phone communications.

3.1 Образование английской научно-технической терминологии

Основными способами образования терминов являются синтаксический, морфологический, а также заимствования из других языков отраслевых терминологий.

Большинство современных английских терминов образованы синтаксическим способом:

1. С помощью предложных сочетаний:

body of a reactor – корпус реактора

lid of frame – крышка корпуса

2. С помощью конструкции типа «существительное + существительное:

survey party – изыскательская партия

suspension bridge – подвесной мост

3. С помощью конструкции «прилагательное + существительное»:

vertical component – вертикальная составляющая

electrical substation – электрическая подстанция

4. С помощью конструкции типа «причастие I + существительное»:

accelerating field – ускоряющее поле

rectifying tube – выпрямительная лампа

5. С помощью конструкции типа «причастие II + существительное»:

fixed contact – неподвижный контакт.

Наиболее распространённым типом морфологического способа образования является суффиксация.

Продуктивными суффиксами в области научно-технической терминологии являются:

-ium – латинский суффикс, широко используемый в химической терминологии:

deuterium – дейтерий, тяжёлый водород

curium – кюрий (хим.)

-osis – суффикс заимствован из греческого языка через латинский, используется для образования существительных, обозначающих различного рода болезни:

silicosis – силикоз, болезнь лёгких, вызванная попаданием в них частиц каменно-угольной пыли и т.д.

-ite- coalite – бездымное топливо

-ize- dieselize – оборудовать дизелем

-ee- employee – служащий

-ism- synchronism – синхронизм

-er- ejector – эжектор

-ing – суффикс, для образования существительных, указывающих на действие:

handling – управление, уход за машиной.

В современной научно-технической литературе на английском языке наблюдается тенденция увеличения количества разного рода сокращений (аббревиаций) всех морфологических классов слов и словосочетаний. Рост числа сокращений объясняется тем, что сложные слова и словосочетания громоздки и неудобны и появляется стремление передать их кратко.

Laser-light amplification by stimulated emission of radiation – квантовый генератор и усилитель оптического диапазона.

Сокращения, как и отдельные слова, могут выступать в предложении в различных синтаксических функциях и оформляются морфологически по всем правилам английской грамматики (принимать множественное число, употребляться в притяжательном падеже).

1. Буквенные сокращения (инициальный тип сокращения):

а) сокращенное слово – это первая буква и сокращённое словосочетание – первые буквы компонентов. Сокращенные слова произносятся полностью:

E-east – восток

R-railway – железная дорога;

б) сокращенное словосочетание произносится чаще всего как название букв, составляющих сокращение:

Emf – electromotive force – электродвижущая сила.

2. Слоговые сокращения.

Слоговые сокращения представляют собой начальные слоги компонентов словосочетаний. Они пишутся слитно и читаются как одно слово:

maxcap- maximum capacity – максимальная мощность.

3. Усеченные слова:

а) усечение, при котором остаётся начальная часть слова:

sub (submarine) – подводная лодка;

б) усечение, при котором остаётся конечная часть слова:

chute-parachute – парашют;

в) усечение, при котором отпадает средняя часть слова:

Ry (railway) – железная дорога;

г) усечение, при котором остаются два слога:

memo(memorandum) – докладная записка;

д) усечение прилагательного в сложном слове:

technicolour- (technical colour) – цветная кинематография.

Заимствования из других языков в английской терминологии в среднем составляют 3 – 4 %.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Дайте возможные варианты перевода следующих терминов.

1. self-contained; 2. plug-and-socket device; 3. push-pull scheme; 4. overhead wire; 5. jack-in-the-box device; 6. air-tight; 7. self-aligning; 8. end-on; 9. head-on; 10. steady-state; 11. corn-and-cob; 12. half-and-half; 13. looping-in; 14. high-efficiency; 15. power-actuated; 16. cross-country; 17. high-rate; 18. fast-head; 19. time-delay; 20. pre-production; 21. Quick acting; 22. trouble-free; 23. trouble-shooting.

3.2 Многокомпонентные термины и способы их перевода на русский язык

При работе с лексикой научно-технической литературы наибольшую трудность для понимания и перевода представляют многокомпонентные термины – терминологические словосочетания, созданные лексическим и синтаксическим способом, т.е. представляющие собой словосочетания, образованные по определённым моделям. Терминологические словосочетания представляют собой семантически целостные сочетания двух или большего числа слов, связанных с помощью предлога или беспредложным способом. Они могут быть устойчивыми и свободными сочетаниями.

При переводе терминологических словосочетаний необходимо уяснить, в каком порядке следует раскрывать значение данного словосочетания. Терминологические словосочетания строятся из сочетания существительного обычно в единственном числе (ядра словосочетания) с другими частями речи, которые могут стоять до и после него.

Особую трудность при переводе представляют беспредложные терминологические словосочетания, состоящие из цепочки слов, не связанных между собой какими-либо служебными словами (артиклями, предлогами и т.д.)

В беспредложном терминологическом словосочетании главным словом является последнее, все слова, стоящие слева от него, играют второстепенную роль – роль определения. Перевод беспредложных терминологических словосочетаний надо начинать с главного слова.

Например: life test – испытание на срок службы; radio wave propagation – распространение радиоволн.

Основные способы перевода терминов-словосочетаний

1. Перевод с помощью русских слов и выражений, дословно воспроизводящих слова и выражения английского языка (так называемое калькирование):

single-arm semaphore – однокрылый семафор

low-noise engine – малошумовой двигатель.

2. Перевод с помощью использования родительного падежа:

direct current system – система постоянного тока

control-surface cable – тросуправление.

3. Перевод с помощью использования различных предлогов:

pressure oil gun – шприц для подачи масла под давлением для пресс-маслёнок

data processing equipment – оборудование для обработки данных.

4. Перевод одного из членов словосочетания группой поясняющих слов:

high aluminum cement – цемент с большим содержанием глинозёма

analogue computer – счетно-решающее устройство непрерывного действия.

5. Перевод с изменением порядка компонентов атрибутивной группы:

battery-charging mother generators – мотор-генераторы, подзаряжающие батареи

automobile repair plant construction project – проект строительства авторемонтного завода.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Переведите термины-словосочетания.

1. oil dashpots; 2. under-voltage; 3. arcing contact; 4. exhaust velocity; 5. combustion zone; 6. locomotive servicing; 7. long distance call; 8. play load weight; 9. out-going terminus; 10. connected clamp; 11. good combustion; 12. over-current; 13. oil retainer; 14. excitation circuit; 15. bypass valve; 16. trip-coil; 17. superheater header; 18. bus-bar terminals;19. tuning condenser; 20. wet battery; 21. alarm device; 22. instrument transformer; 23. voltage transformer; 24. poletip; 25. boiling point; 26. yield point; 27. fixed point; 28. fixed seat; 29. feed mechanism; 30. ceiling voltage; 31. power station; 32. power train; 33. train handling; 34. train communication; 35. horse power; 36. fixing device; 37. fixing lug; 38. flash coating; 39. flash light; 40. flash period; 41. flash suppressor.

2. Переведите многокомпонентные термины-словосочетания:

a) a single-phase direct current locomotive, the bilateral axle box guides, a motor driven oil pump, auxiliary equipment, load and spud condition, three phase asynchronous motors, a given attractive effort characteristic, a new series of electric locomotives, high voltage d.c. motors;

b) small-size universal electronic computers, the 1990 figures, a high level peace meeting, a 40-foot-long rocket powered plane, a ten per cent wage increase, the average sized motor car, the newly built locomotive repairing shop, the Fifth World Trade Union Congress.

3. Дайте варианты перевода выделенных терминов и терминологических словосочетаний на русский язык в следующих предложениях.

1. There are two basic ways to obtain plastic flow: the first by direct bearing on normal loading of the seal surfaces.

2. The incoming cross-country crude oil pipeline will be cathodically protected with an impressed current cathodic protection system designed and installed by others. The local piping will be electrically isolated from the transmission line, and underground portions will be protected with local impressed current systems.

3. Tests on plastic models of turbine casings, in-service strain and ultrasonic measurements on operational superheaders, and in-pile biaxial tests and measurements on zirconium tubes were some of the practical problems discussed.

4. Concentration of the same amount of ionization in a thin-down, however, may become biologically significant in organs such as the hypothalamus, or ocular lens where loss of a few cells is crucial.

5. A core competence is something that a company does well relative to other internal activities.

6. A distinctive competence is something a company does well relative to competitors.

7. Diesel engine exhaust and some other constituents are known to the State of California to cause cancer, birth defects, and other reproductive harm.

8. The transmitting stations shall conform to the maximum permitted spurious emission power levels.

9. The coast stations shall not occupy the idle radiotelephone channels by emitting the identification signals, such as those generated by the call ships or tapes.

10. The signals for testing and adjustment shall be chosen in such a manner that no confusion will arise with a signal, abbreviation, etc, having a special meaning defined by the International Code of Signals.

3.3 Типы лексических соответствий

Подавляющему большинству слов английского языка соответствуют в русском языке слова, близкие им по смыслу. Русское слово, близкое по значению аналогичному английскому, принято называть лексическим соответствием или эквивалентом. В практике перевода под термином «эквивалент» понимается любое правильно найденное соответствие.

Условно все лексические соответствия можно подразделить на три типа:

1) однозначные эквиваленты;
2) вариантные соответствия;
3) лексические трансформации.

1) однозначные эквиваленты

Когда значению английского слова соответствует значение одного русского слова, мы имеем дело с однозначным эквивалентом. К лексическим однозначным эквивалентам в любом языке относятся определенные группы лексики:

- имена собственные и географические названия, входящие в словарный состав обоих языков, например: Zeus – Зевс; Moscow – Москва; Poland – Польша; William Shakespeare – Уильям Шекспир;

- научные и технические термины, например: hydrogen – водород; mammal – млекопитающее; usufruct - узуфрукт; porcupine – дикобраз; schizophrenia – шизофрения; vertebra – позвонок; sea-buckthorn – облепиха;

- наименования организаций, партий и т.п., например: United Nations Organization – Организация Объединенных Наций; The International Court of Justice – Международный суд ООН; FIFA – ФИФА (Международная организация футбольных ассоциаций);

- некоторые другие группы слов, близкие по семантике к указанным трем, например: а) названия месяцев и дней недели: January – январь; Monday – понедельник; б) числительные: thousand – тысяча; million – миллион; в) личные местоимения: I – я; they – они.

Передача эквивалентов на другой язык не зависит от контекста и от переводчика требуется лишь твердое знание соответствующего эквивалента.

Для переводчика стабильные лексические соответствия имеют большое значение. Они являются как бы опорными точками текста перевода (особенно устного), поскольку такие эквиваленты почти всегда можно использовать «готовыми», и это дает возможность сосредоточить усилия на других более сложных для перевода отрезках. Именно эти единицы перевода, прежде всего, проясняются в сознании переводчика и помогают ему понять значение окружающего контекста и всего высказывания в целом.

Интернациональными словами обычно называются слова, которые сходны по звучанию, написанию и значению и встречаются в ряде языков.

Это слова-заимствования, которые появились в языках на основе транскрибирования и транслитерации. Большинство интернациональных слов заимствованы из греческого, латинского и французского языков. Как известно, в средние века латинский язык был интернациональным языком – языком науки, дипломатии и литературы. Интернациональные слова французского происхождения были заимствованы в более позднюю эпоху. Чаще всего такие слова выражают общественно-политические и научные понятия: parliament – парламент; philosophy – философия; system - система; astronomy – астрономия; diameter – диаметр.

В ряде случаев заимствованные слова используются в разных языках с одинаковой семантикой и могут помогать переводчику. Помощь они оказывают в тех случаях, когда за внешним сходством стоит совпадение знаний. Независимо от контекста слово zinc будет переводиться как «цинк», chameleon как «хамелеон», centimeter как «сантиметр», a classical music как «классическая музыка». Для изучающего язык эти слова как бы служат опорами, на которых строится смысл текста, есть основания полагать, что и в сознании переводчика интернациональные слова проясняются в первую очередь.

Обратите внимание на то, как много схожих с русскими лексических единиц в следующей статье европейской конвенции по правам человека:

Prohibition of discrimination

The enjoyment of the rights and freedoms set forth in this Convention shall be secured without discrimination on any ground such as sex, race, colour, language, religion, political or other opinion, national or social origin, association with social minority, property, birth or other status.

Запрещение дискриминации

Пользование правами и свободами, признанными в настоящей Конвенции, должно быть обеспечено без какой бы то ни было дискриминации по признаку пола, расы, цвета кожи, языка,

религии, политических или иных убеждений, национального или социального происхождения, принадлежности к национальным меньшинствам, имущественного положения, рождения или по любым иным признакам.

Однако большинство интернациональных слов в английском и русском языках не совпадают по своему объему значений. Такие слова принято называть псевдоинтернациональными или «ложными друзьями» переводчика. (Так назвали эту группу слов еще в 20-е гг. XX столетия французские исследователи и переводчики М.Кеслер и Ж.Дерокиньи, которые впервые назвали данный класс слов faux amis du traducteur – «ложные друзья переводчика». В английском языке для их обозначения используются термины false cognates и false friends.) Поразительное сходство таких слов по форме с русскими словами вынуждает переводчика считать их сходными и по содержанию. А здесь то и таится опасность. Попав в эту ловушку, переводчик может неправильно передать значение таких слов и тем самым исказить смысл всего высказывания. Так, в вышеуказанном примере было бы ошибкой переводить английские слова sex, association, status как «секс», «ассоциация», «статус», поэтому для их перевода необходимо найти другие соответствия.

В той же мере, в какой интернациональная лексика служит подспорьем переводчику, псевдоинтернациональная может являться помехой – вводить в заблуждение, толкать к ложным аналогиям и разного рода оплошностям и ошибкам. Приведем примеры некоторых таких ошибок, которые взяты из реальной жизни.

1. В фильме «Саймон говорит» главный герой, спустившись в машине с парашютом прямо на пляж и проезжая мимо удивленных людей, говорит своему спутнику (в переводе): «Эти кавказцы?» Людям, не знающим английского языка трудно было догадаться, о каких кавказцах идет речь. Разумеется, герой (афро-американского происхождения) говорил не о кавказцах, а о белых. Герой просто восклицал, удивляясь: «Ох уж эти белые!» Слово Caucasian в английском, прежде всего, употребляется для обозначения расы со светлым (белым) цветом кожи, европейца. Кстати, кавказцы по-английски будет men from / natives of the Caucasus.

2. Еще один, классический пример – перевод названия фильма-ужаса The Faculty – «Факультет». Герои фильма учатся в школе, и никакого факультета у них и в помине нет. Дело в том, что слово faculty может обозначать «преподавательский состав учебного заведения», проще, учителей и именно в них по сценарию вселяются пришельцы. Может быть, фильм стоило бы так и назвать «Учителя-пришельцы»?

3. В одном из переводов фильма The American Beauty героиня говорит мужу: You look so pathetic. Переводчик передает эту фразу так: «Ты выглядишь таким патетичным». Он просто не удосужился проверить по словарю значение слова pathetic, которое значит «жалкий, печальный». Таким образом, реплику героини нужно было бы перевести, например, так: «Ты выглядишь таким жалким!» / «Ты такой жалкий!» Кстати, в разговорном употреблении жалость часто переходит в презрение: You’re pathetic – «Ты (просто) ничтожество».

4. В одном американском фильме (где роль Гудзонского Ястреба играет Брюс Уиллис) речь идет о похищении рукописной книги Леонардо да Винчи – по-английски - codex. Однако в переводе его с упорным постоянством переводили как «кодекс». Русскому слову кодекс, как правило, соответствует другое слово – code (criminal code, civil code и т.п.)

Приведенные примеры наглядно свидетельствуют о том, что «ложные друзья» переводчика требуют к себе пристального внимания.

Классификация «ложных друзей» переводчика

В сопоставлении русского и английского языков слова, называемые «ложными друзьями» переводчика можно подразделить на две основные группы:

1) слова, которые имеют сходное написание и произношение, но совершенно другой значение

Схематически такое отношение между значениями английского и русского слов можно представить следующим образом:

A P где, А – значение английского слова, а Р – значение русского слова.

Такой тип отношения между схожими словами называется внеположенностью. На схеме наглядно видно, что значения английского и русского языков не перекрещиваются, т.е. не

имеют вообще ничего общего. При этом контекст зачастую не подает сигналов о том, что напрашивающееся по аналогии «соответствие» – ложное. Например:

She has a very fine complexion. У нее чудесный цвет лица (а не комплекция).

The work is done accurately. Это работа выполнена точно (а не аккуратно).

The troops were sent by sea. Войска (а не трупы) были отправлены морем.

He spoke to her in Dutch but she didn't understand him. Он заговорил с ней на голландском (а не на датском), но она его не поняла.

He is a physician. Он – врач-терапевт (а не физик).

Некоторые русские и английские слова могут обозначать разные понятия, но при этом принадлежать к одному семантическому полю. К примеру, английское слово decade и русское «декада» означают, определенный отрезок времени, но первое – «десятилетие», а второе – «десять дней». Английское biscuit и русское «бисквит» относятся к гастрономической сфере, но первое – это «сухое печенье, галета», а второе – «выпечка из сладкого сдобного теста», velvet и «вельвет» – обозначают разные виды ткани: английское velvet – это «бархат», а русское название «вельвет» соответствует английскому слову corduroy.

2) к более сложным случаям относятся такие «ложные друзья», которые лишь в одном или двух значениях совпадают с русскими словами, но расходятся в остальных. Такой тип отношений между значениями двух слов называется перекрещиванием.

По сути речь идет о частном случае многозначности, когда слово с несколькими значениями в одном из своих значений соответствует схожему ему по форме слову другого языка. Например:

advocate – сторонник, защитник, активист, а не только адвокат;

dramatic – впечатляющий, привлекающий внимание, яркий, значительный, а не только драматический/драматичный;

legal – законный, юридический, правовой, судебный, правомерный, а не только легальный;

aggressive – напористый, целеустремленный, энергичный, а не только агрессивный;

object – цель, задача, а не только объект;

material – вещественный, существенный, а не только материальный;

nation – государство, народ, страна, и реже нация;

officer – чиновник, должностное лицо, полицейский, служащий, капитан на торговом судне, а не только офицер.

Такая лексика составляет большую часть «ложных друзей» переводчика и поэтому требует особого внимания. Страховкой от ошибок может быть лишь очень внимательный анализ контекста и проверка всех значений по словарю.

3.4 Трудности перевода фразеологизмов, пословиц и поговорок

Пословицы, поговорки и фразеологизмы являются оборотом речи, особой формой, облаченной в краткое, ритмизованное изречение, несущее обобщённую мысль, вывод, иносказание с дидактическим уклоном. Основными их особенностями являются многозначность, несоответствие со значением составляющих компонентов, омонимия.

Трудности перевода **пословиц, поговорок и фразеологизмов** с одного языка на другой существовали, и будут существовать всегда, так как их перевод не является однозначным.

Одной из важных проблем при переводе является распознавание устойчивых выражений в тексте оригинала. Ведь неправильное их восприятие приводит к искажению текста перевода.

Следует отметить и необходимость учитывать национально-культурную специфику языка, его образность. Ведь, совпадая по смыслу, они могут иметь разные эмоциональные оттенки или стилистическую окрашенность.

Можно выделить следующие соответствия пословиц, поговорок и фразеологизмов:

• **Фразеологизм** полностью совпадает с фразеологической единицей языка перевода в прямом и переносном значениях.

Например:

«To be unable to put two words together» - «Двух слов связать не может»;

«Money rules the world» - «Деньги правят миром»;

«All is not gold that glitters» - «Не всё то золото, что блестит»;

«To live under the same roof» - «Жить под одной крышей».

Частичное совпадение с языком перевода. Одинаковый переносный смысл передается с помощью другого образа, сохраняя все остальные компоненты фразеологизма.

Например:

«Two dogs fight for a bone and the third runs away with it» - «Две собаки дерутся, а третья кость грызет»;

«As cross (glum, silky) as a bear» - «Злой, как собака»;

«A bird in the hand is worth two in the bush» - «Лучше синица в руках, чем журавль в небе».

Вариант оригинала не соответствует языку перевода. Здесь происходит отказ от применения фразеологического соответствия и происходит описание основного (переносного) смысла переводимого сочетания.

Например:

«Every dog has his day» - «Будет и на нашей улице праздник»;

«Neck or nothing» - «Либо пан, либо пропал»;

«East or West, home is best» - «В гостях хорошо, а дома лучше».

Перевод фразеологизмов, пословиц и поговорок, по праву, можно считать одним из самых трудных переводческих аспектов. Так как очень сложно переводить то, что считается духовным наследием народа, частью их культуры. Смысл, понятный одному человеку, кажется чем-то новым для другого. Зачастую, чтобы раскрыть полное значение фразеологизма, необходимо найти его эквивалент в языке перевода. Однако, реальный процесс – это не просто поиск эквивалентных языковых соответствий, а сложный, многогранный процесс, на который, кроме мастерства и профессионализма переводчика, влияют множество других факторов, впоследствии отражающихся на качестве перевода.

3.5 Термины

Термин - это «специальное слово (или словосочетание), принятое в профессиональной деятельности и употребляемое в особых условиях», «словесное обозначение понятия, входящего в систему понятий определённой области профессиональных знаний», «основной понятийный элемент языка для специальных целей». Термины преобладают над иными видами специальной лексики (профессионализмами, профессиональными жаргонизмами и пр.), формируя тем самым значительный терминологический пласт. Среди ученыхлингвистов, занимавшихся исследованием терминологии можно выделить таких, как А.В. Суперанская, Н.В. Подольская, Н.В. Васильева, М.В. Умерова, К.А. Мякшин, В.М. Лейчик. В целом, объем исследований терминологической лексики сравнительно небольшой. Благодаря терминам в научных текстах обеспечивается полная и точная передача информации. Разными учеными выдвигаются различные требования к терминам. Наиболее подробный перечень требований, предъявляемых к терминам, представлен у Сагера: логическая связь с понятием, систематичность, следование основным правилам словообразования, возможность образования производных, отсутствие плеоназмов, краткость и релевантность информации, отсутствие синонимов, отсутствие морфологических вариантов, отсутствие омонимов, моносемия, точность содержания, независимость от контекста. Также допускается наличие у терминов синонимов, среди которых один есть основной способом наименования понятия, а другие считаются вариантами, и их употребление иногда обусловлено контекстом и другими условиями. Термины объединяются в группы по значению и образуют «терминологическое поле», так как понятие, которое обозначается термином, взаимосвязано с другими понятиями той же области и является «элементом системы понятий». Также термины, в отличие от общеупотребительной лексики, должны быть связаны с определенным видом или направлением деятельности.

Основанием для выделения классификаций терминологической лексики служат определенные признаки, а именно: формальные, содержательные, функциональные,

внутриязыковые и внеязыковые. По категории понятия выделяют термины предметов, процессов, признаков, свойств, величин и единиц.

Учитывая историческое происхождение, можно выделить исконные термины, заимствованные термины и термины-гибриды. С точки зрения формы термины в первую очередь делятся на термины-слова (однословные термины) и термины-словосочетания.

«Все термины делятся на общенаучные, общеотраслевые, и номенклатурные, - отраслевые и узкоспециальные термины, а также на узкоотраслевые». По степени абстракции выделяют теоретические термины и эмпирические термины (термины наблюдения). С учетом предметной принадлежности называемых терминами понятий и соответственно принадлежности терминов той или иной области знания выделяются математические, физические, метрологические, биологические термины, дипломатические, спортивные, военные, ремесленные термины и т.д.

По семантической (содержательной) структуре термины можно разделить на однозначные (моносемичные) и многозначные (полисемичные). С точки зрения семантической структуры сочетания делятся на свободные, устойчивые и фразеологические сочетания.

Перед переводчиком стоит важная задача по сохранению эквивалентности при переводе терминов. Существуют различные подходы к определению данного понятия. Рассмотрим три подхода, выделяемые В.Н. Комиссаровым. Первый подход подразумевает эквивалентность как тождественность, наиболее полное сохранение содержания оригинала в переводе. Второй подход направлен на поиск инвариантной части текста. Целью переводчика является сохранить эту часть. Третий подход подразумевает, что эквивалентность состоит в сохранении цели коммуникации – речевой функции высказывания.

Что касается понятия терминологической эквивалентности, то выделяется несколько подходов к ее изучению: логоцентрический и лексикоцентрический. Суть логоцентрического подхода заключается в определении эквивалентности как логического понятия. Если термины разных языков обозначают одно и то же понятие, они считаются эквивалентными. Данный подход допускает наличие синонимии и вариативности. Второй подход приравнивает терминологическую эквивалентность к лексической.

Первый подход представлен в стандартах Международной организации по стандартизации (ISO), в которой были разработаны четыре вида соотношения понятий различных языков с целью разработки принципов их гармонизации:

1. идентичные понятия - понятия, полностью совпадающие по объёму и не требующие гармонизации;

2. частично пересекающиеся понятия - понятия, имеющие различия в объёме; различия между ними могут быть незначительными - можно рассматривать их как одно понятие, имеющее в каждом языке определённые особенности;

3. понятия, существующие в одной понятийной системе и отсутствующие в другой;

4. одно понятие в одной понятийной системе, соответствующее более чем одному понятию в другой понятийной системе.

Считается, что невозможно «перевести» термин, можно лишь выделить «перечень лексических эквивалентов этого слова и их дефиниций, отражающих набор значений исходной единицы». Поэтому перевод термина есть поиск уже существующих соответствий в языке, нежели поиск нового.

Существует несколько способов подбора терминологического соответствия в языке перевода:

1. поиск имеющегося в языке перевода эквивалента термина;

2. «семантическая конвергенция» – создание нового значения у существующего в языке перевода слова или словосочетания под воздействием оригинального термина Результатом конвергенции в таком случае являются лексико-семантические аналоги;

3. калькирование: семантическое калькирование (поэлементный перевод) или структурное калькирование;

4. заимствование;

5. использование греко-латинских элементов (интернационализмов);

6. описательный перевод.

Данные способы передачи термина на иностранном языке можно считать способами перевода термина, когда речь идёт о создании нового соответствия, иногда также новой языковой единицы. Переводчик располагает приёмами, обычно используемыми для передачи безэквивалентных единиц (имён, названий, реалий, терминов). К уже перечисленным можно добавить транслитерацию и транскрипцию и создание полностью нового термина, лексическая форма которого не будет иметь значительной связи с формой оригинального термина. Также некоторыми учеными выделяется смешанный способ, который подразумевает соединение нескольких способов.

Считается, что термины тесно связаны с общеупотребительными словами языка. Вследствие этого некоторые способы лексической передачи единиц языка могут быть также применены в отношении терминов. Рассмотрим использование лексических трансформаций для передачи безэквивалентной терминологии.

Разными учеными выделяются различные классификации переводческих трансформаций. Например, В.Н. Комиссаров определяет существование трансформаций в пределах трансформационной грамматики, т.е. в связи с существованием в языке взаимосвязанных синтаксических структур. Согласно его классификации, переводческие трансформации можно разделить на три класса: лексические, грамматические и лексикограмматические.

Я.И. Рецкер подразделяет все переводческие трансформации на лексические и грамматические. Лексические трансформации по Рецкеру понимаются как «приёмы логического мышления», которые служат для раскрытия значения иностранного слова в контексте. В соответствии с данным подходом, можно выделить семь основных видов лексических трансформаций: дифференциация значений, конкретизация значений, генерализация значений, смысловое развитие (замена словарного соответствия при переводе контекстуальным. Сюда относится метафора и метонимия), антонимический перевод, целостное преобразование и компенсация «потерь».

Именно приемы дифференциации, конкретизации, генерализации и смыслового развития являются наиболее релевантными для перевода терминов, поскольку затрагивают формально-логические отношения между понятиями, относятся к взаимоотношению объемов понятий. Также выделим приемы добавления и опущения.

Как отмечает Н.К. Гарбовский, большинство типологий трансформаций похожи по структуре, они также опираются на различные уровни языковой системы. Классификация, которую выделяет автор, основана на логико-семантических и семиотических категориях, на которых основывалась теория переводческой эквивалентности. Согласно Н.К. Гарбовскому, «эквивалентный перевод - это тот, в котором все преобразования смыслов, заключённых в исходном сообщении, носят рациональный характер и не зависят непосредственно от воли переводчика». Автор также подчёркивает важность рассмотрения каждого отдельного преобразования в интерпретирующей системе перевода в целом.

Таким образом, при переводе терминологической лексики переводчик должен ориентироваться не только на типологию текста и его стилистическую принадлежность, а также должен вести учет различных факторов и учет контекста. Для воссоздания терминологической единицы в языке перевода возможен поиск эквивалента или аналога, использование транскрипции, транслитерации или калькирование, заимствование термина, описательный перевод, использование интернационализмов, а также создание полностью нового термина. Помимо данных способов возможно применение переводческих трансформаций, описанных выше. Трансформации возможны на 4 уровнях эквивалентности: прагматическом, денотативном, сигнификативном и синтаксическом. Для перевода терминов и терминологических сочетаний особо важным является сигнификативный уровень (семантический), в рамках которого возможно использование следующих переводческих трансформаций: генерализация, конкретизация, перифраза и дифференциация.

Тема 4: Передача в переводах отдельных элементов текста

Повторите материал практических занятий:

4.1 Передача английских имен собственных на русском языке

При переводе практически любого текста приходится сталкиваться с необходимостью передачи иностранных имен собственных. **Имена собственные** – это особый класс слов, выполняющих в основном номинативную функцию, т.е. служит названием (наименованием) предмета. Имена собственные представляют собой очень обширный пласт лексики в переводе. Подсчитано, что имен собственных и названий в языке больше, чем нарицательной лексики.

К именам собственным относятся:

- имена, фамилии или прозвища людей, клички животных; - географические или страноведческие названия (т.е. названия объектов и предметов культуры, искусства и т.д. англоязычных стран);
- названия народов и племен;
- названия предприятий и организаций (включая названия фирм, компаний, корпораций);
- названия спортивных команд, клубов;
- названия типов ракетно-космической и боевой техники, марок автомобилей;
- позывные станций связи;
- названия периодических изданий и другие названия.

В теории перевода имена собственные называются ***единичными понятиями***, т.к. **они обозначают строго один объект**. В подавляющем большинстве случаев значение имени собственного, как правило, не зависит от контекста. Может показаться, что задача переводчика сводится к автоматической подстановке нужного иноязычного соответствия. Но на самом деле эта простота кажущаяся. Здесь возникают проблемы совершенно иного плана, связанные как со спецификой звукового, графического и грамматического строя каждого из языков, так и с отсутствием единой системы в передаче этого пласта лексики в переводе.

На вопрос, существуют ли определенные правила передачи имен собственных в переводе, к сожалению, приходится ответить отрицательно. За правило переводчик должен взять поиск или проверку нужных соответствий по словарям, справочникам, атласам, энциклопедиям и т.д. Тем не менее, даже краткий обзор тех способов и приемов, которые используются, пусть и непоследовательно, при передаче этого разряда лексики, может помочь начинающему переводчику лучше ориентироваться в данном вопросе и избежать возможных ошибок.

Итак, существует несколько приемов передачи имен собственных. К ним относятся:

1) транскрипция;
2) транслитерация;
3) перевод или калькирование;
4) включение в текст иностранного имени в его исходной графике.

Рассмотрим их по порядку, начиная с конца, двигаясь как бы по нарастанию степени их употребительности и популярности в современной переводческой практике.

1) включение в текст иностранного имени в его исходной графике Данный способ передачи удобен тем, что он сразу выделяет имя собственное в контексте и снимает ряд проблем, связанных с трудностью или невозможностью передачи отдельных иноязычных звуков или букв. Этот способ применяется в некоторых научных изданиях, а также в юридических документах (договорах, протоколах и т.п.). Например:

*For years such organizations as the **Audibon Society** and the **Sierra Club** have been in the forefront of environmental movement. В течение многих лет такие организации как **Audibon Society** и **Sierra Club** занимали ведущее положение среди участников движения в защиту окружающей среды.*

Тем не менее, этот способ имеет довольно ограниченное применение.

Приемлемый для зрительного прочтения, он не работает при необходимости «озвучивании» текста человеком, не знающим языка оригинала. Компромиссное решение –

сочетание включенной в текст иноязычной формы с транскрипцией, которая воспроизводит звучание слов оригинала. Например:

*I, **Edward J. Freel** Secretary of State of the State of Delaware, do hereby certify the attached is a true and correct copy of the Certificate of Incorporation of **"LeBoeuf, Lamb, Greene & MacRae International Corporation"**, filed in this office on the eighth day of July, A.D. 1997, at 4:30 o'clock p.m.*

*Я, Эдвард Дж. Фрил (**Edward J. Freel**) государственный секретарь штата Делавэр, настоящим свидетельствую, что приложенное является достоверной и подлинной копией свидетельства об учреждении компании «Лебоф, Лам, Грин и Макрей Интернэшнл Корпорейшн» (**"LeBoeuf, Lamb, Greene & MacRae International Corporation"**), предоставленной для регистрации в данный офис восьмого июля 1997 года, н.э. в 4:30 дня.*

2) перевод или калькирование

Калькирование или ***покомпонентный перевод*** **состоит в замене составных частей лексической единицы, морфем или слов их прямыми лексическими соответствиями в переводящем языке.** Английское слово или словосочетание переводится по частям, которые потом складываются без каких-либо изменений. Использование этого приема позволяет **создать осмысленную** единицу в переводном тексте и при этом **сохранить элементы формы и функции** исходной единицы.

Так, калькирование бывает просто необходимо при передаче так называемых «говорящих» имен и кличек. Как известно, имена подобного рода не только называют человека, но и содержат какую-то его характеристику. К примеру, имя пирата *Jack Sparrow* из кинофильма «Пираты Карибского моря» можно передать при помощи транскрипции как *Джек Спэрроу*, но тогда в переводе оно потеряет одну из своих важных характеристик. Именно поэтому при передаче фамилии персонажа был использован перевод, который позволил сохранить заключенный в имени оригинальный образ. Многие представители уголовного мира также имеют «говорящие» имена. Как правило, такие имена состоят из двух и более компонентов. Имена, входящие в состав кличек, транскрибируются по общему правилу, а слова, которые имеют свою мотивировку, переводятся. Например: *Jack the Ripper – Джек-Потрошитель* (*Джек* – транскрипция, *Потрошитель* – калькирование); *The Boston Strangler – Бостонский душитель* (калькирование).

Прием калькирования может применяться для передачи названий организаций: *International Energy Agency – Международное энергетическое агентство; League of Nations – Лига Наций*.

Однако у этого приема есть и ограничение. Он может применяться только тогда, когда **исходный образ передаваемого имени или названия достаточно понятен для русского получателя** и вызывает у него ту же реакцию, что и у получателя исходного текста. Например, калькирование недопустимо при передаче на русский язык названия известной международной компании *PricewaterhouseCoopers.* Перевод-калька «Цена водного дома Куперсов» вызовет только недоумение, поэтому для передачи этого названия необходимо прибегнуть к транскрипции.

Традиционно ряд географических названий передается при помощи калькирования: *Cape of Good Hope – Мыс Доброй Надежды; Great Slave Lake – Большое Невольничье озеро; Pacific Ocean – Тихий океан; Gulf of Mexico – Мексиканский залив; Rocky Mountains – Скалистые горы*.

Если название состоит из двух элементов – имени нарицательного и имени собственного – то первый элемент иногда переводится, а второй транскрибируется: *North Dakota – Северная Дакота; New Zealand – Новая Зеландия*.

Встречаются случаи параллельного сосуществования перевода и транскрипции одного и того же имени: *South Island – остров Южный и Саут-Айленд; White Mountains – Белые горы и горы Уайт-Маунтина*. А вот название американского города *Salt Lake City* ранее передавалось посредством кальки (*Город Соленого Озера*), а теперь транскрибируется – *Солт-Лейк-Сити.*

Однако чаще использование калькирования для передачи имен собственных и названий неприемлемо. Для нахождения в Москве станции метро Юго-Западная или улицы в Нью-Йорке

под названием Orange Street необходима лишь опора на звуковую или графическую форму названия, перевод же может внести путаницу. По этой причине названия локального характера не переводятся**.** К ним относятся названия улиц, площадей, станций метро, деревень, поселков. Станция метро Юго-Западная в переводе звучит как Yugo-Zapadnaya, а Orange Street передается на русский язык как Ориндж Стрит.

3) транслитерация

Прием транслитерации (дословно с латинского trans litera – через букву) **заключается в замене английских букв русскими.** Иначе говоря, транслитерация передает графическую форму английского слова на основе использования определенных буквенных соответствий английского и русского языков. Например:

Malta (страна) – Мальта
Waterloo (город в Бельгии) – Ватерлоо
Watson (герой романов Конан Дойля) – Ватсон
Isaac Newton – Исаак Невтон

Метод транслитерации преобладал в переводческой практике до XX столетия. Поэтому большинство имен собственных и географических названий, вошедших в русский язык путем транслитерации, связаны с развитием межкультурных контактов в ранние исторические эпохи. Особенно плодотворным в плане проникновения иностранных имен был XVII - XVIII в., когда появились русские версии имен Дидерот, Невтон, Шакеспеаре. Правда уже в XIX в. многие из них начали сменяться более привычными нам именами: Дидро, Ньютон, Шекспир, которые основаны на принципе транскрипции. Однако некоторые из них сохранили транслитеррированную форму и по сей день, например: столицы Лондон, Вашингтон, название швейцарской фирмы Брегет (Breguet) и др. По традиции транслитерируются имена английских монархов: Elizabeth II – Елизавета II; George V – Георг V; Charles I – Карл I. Имена последующих английских монархов также по традиции будут передаваться путем транслитерации.

На протяжении почти всей истории перевода транслитерация конкурировала с другим методом – **транскрипцией**. В последние десятилетия транслитерация уступила первенство транскрипции, но, несмотря на то, что метод транскрипции стал ведущим, некоторые элементы транслитерации сохраняются, в частности в письменном переводе. Так, при передаче английских имен с удвоенной согласной, этот элемент сохраняется и в русском языке: Collins – Коллинз, сохраняются и непроизносимые согласные: Robe**r**t – Робе**р**т. Отсутствие в русском языке некоторых звуков английского языка также вынуждает переводчика прибегать к транслитерации: Morni**ng** Star – газета Морни**нг** Стар. Иногда отказ от транскрибирования вызван восстановлением исходной формы имени собственного или соображениями благозвучия.

4) транскрипция

Прием **транскрипции** заключается в **передаче русскими буквами не орфографической формы, а его звучания (или некоторого его подобия).**

Проще говоря, **это передача английских звуков русскими буквами**. Например:

Isaak Asimov – Айзек Азимов (а не Исаак)
Watson – Уотсон (а не Ватсон)
George – Джордж (а не Георг)
William Blake – Уильям Блейк (а не Вильям или Вильгельм)
Wall Street – Уолл Стрит
Waterloo (город в США) – Уотерлу (а не Ватерлоо)

В целом, несмотря на непоследовательность в использовании транскрипции, данный метод считается преобладающим, поэтому попытки пользоваться транслитерацией при передаче имен собственных, где это возможно, представляет собой нарушение установленной нормы.

Для правильного использования приема транскрипции необходимо:

а) знать правильное произношение имени на английском языке;

б) учитывать происхождение имени (например: фамилия американского писателя польского происхождения R.Zelazny следует транскрибировать с учетом произношения этого имени на языке оригинала – польском, т.е. «Желязны» (с ударением на второй слог), а не как «Зилазни» (с ударением на первый слог), как это было сделано в первых переводах его книг;

в) знать определенные русские буквенные соответствия английским звукам;

г) учитывать орфографические нормы русского языка и типичные случаи сохранения транслитерации. (Например: в русских переводах сохраняются часто непроизносимое английское r и другие непроизносимые согласные; а также передающие один звук двойные согласные: Daily Worke**r** – Дейли Уоркe**р**, Bi**ll** Clinton – Би**лл** Клинтон (кстати, имя Билл – производное от Уильям), Cam**p**be**ll** – Кэм**п**бе**лл**, Whis**t**le – Уис**т**л). А вот долгота английских гласных не влияет на смыслоразличение в русском языке и при транскрибировании никак не отражается: Mr B**ea**n – М-р Б**и**н (а не Б**ии**н). Учитывая то, что в русском языке отсутствуют некоторые звуки английского языка, например, [ŋ], [w], [æ], [ð] и др. переводчик просто вынужден прибегать к сочетанию транскрипции и транслитерации).

Существуют определенные русские буквенные соответствия английским звукам:

1. [æ] передается буквами «э» или «а»:

Hampshire – Гэмпшир

Stanford – Стэнфорд

Allan – Аллан

2. [e] передается буквами «э» или «е» тремя способами:

а) в начале слова через «э»:

Essex – Эссекс

Elliot – Эллиот

б) после гласной через «э»:

Coen – Коэн

в) после согласной через «е»:

Betty – Бетти

Hendon – Хэндон

3. [Λ] передается буквой «а» или исторически «у»:

Humber – Хамбер

Budweiser – Бадвайзер

Hudson – Гудзон

Dublin – Дублин

4. [ə:] передается буквой «е» (реже – «э», но не «ё»):

Burns – Бернс (а не Бёрнс!)

Turner – Тернер

Bird – Бэрд

Bernard – Бернард

5. Безударный редуцированный гласный [ə] передается как соответствующий гласный полного образования в ударном слоге, т.е. транслитерируется:

Boston – Бостон

Norstad – Норстэд

Miller – Миллер

Но: Plymouth – Плимут

6. Английские дифтонги и трифтонги, после которых следует буква r обычно передаются одной или двумя гласными и буквой «р»:

Moor – Мур

Tower – Тауэр

Blair – Блэр

Clear – Клир

7. [r] передается буквой «р», даже если он не произносится:

Harper – Харпер

Richard – Ричард

8. [ð] передается буквой «з»:

Warner Brothers – Уорнер Бразерз

9. [θ] передается буквой «т», например:

Smith – Смит

Thatcher – Тэтчер

Hathaway – Хатауэй

Но: Labour Monthly – Лейбор Мансли

10. [ŋ] передается буквосочетанием «нг», например:

Ringo – Ринго

Morning – Морнинг

11. [w] передается буквой «у» во всех случаях, кроме одного: когда он стоит перед звуком [u], то передается буквой «в»:

Wilde – Уайльд

West – Уэст

Wood – Вуд

Wolfenson – Вульфенсон

Queen – Куин

Все, что не соответствует данному правилу, – результат исторического или традиционного написания, например: Вайоминг, Вашингтон, д-р Ватсон, Винни Пух, Вильям Шекспир.

12. [h] передается буквой «х» или традиционно «г»:

Henry – Генри

Hastings – Гастингс

Horton – Хортон

Heathrow – Хитроу

13. При передаче удвоенных английских согласных в именах собственных следует сохранять их в русском варианте, если за ними не следует еще один согласный:

Wattaker – Уиттакер

Benneton – Беннетон

Churchill – Черчилль

Но: графство Мидлсекс (Middlesex) в Англии

город Питсбург (Pittsburg) в США

город Сиэтл (Seattle) в США

Обратите внимание на часто встречающиеся ошибки:

Graham – Грахам (правильно – Грэм)

Heather – Хетер или Хизер (правильно – Хезер)

Keath – Кис или Кейт (правильно – Кит)

Stephen – Стефен (правильно – Стивен)

Sean – Сеан (правильно – Шон)

Walles – Валлес (правильно – Уоллес)

Steinberg – Штейнберг (правильно – Стайнберг, если это не немец, а англичанин или американец)

Walter – Вальтер (правильно – Уолтер).

Правила переводческой транскрипции англоязычных имен и географических названий отражены в специальных словарях, справочниках и учебных пособиях:

- «Словарь английских личных имен» А.И.Рыбакина;
- «Англо-русский словарь персоналий» Д.И.Ермоловича;
- монография Д.И.Ермоловича «Имена собственные на стыке языков и культур»;
- пособие Р.А.Лидина «Иностранные фамилии и личные имена» и др.

Обращение к этим справочным материалам может понадобиться и тогда, когда переводчик не знает, как читается то или иное имя на английском языке, и ему сначала нужно

определить возможное произношение имени на основе предложенных пофонемных соответствий и аналогий.

Сводные правила передачи английских имен собственных и названий При передаче имен собственных переводчику необходимо усвоить основные правила, а затем изучить случаи отклонения от этих правил, объясняемые влиянием переводческой традиции. Приведем основные закономерности передачи имен собственных и названий с английского языка на русский.

1. Географические названия:

а) переводятся:

Lake Superior – Озеро Верхнее

the Pacific Ocean – Тихий океан

Rocky Mountains – Скалистые горы

б) транскрибируются:

New Mexico – Нью-Мексико

Pearl Harbor – Перл-Харбор

В некоторых случаях сохраняется традиционная, хоти и искаженная транскрипция: Texas – Техас.

в) передаются смешанным способом:

North Dakota – Северная Дакота

Black Hills – горы Блэк-Хилс

При переводе с английского языка иноязычных названий (немецких, французских и др.) сохраняется устоявшаяся традиционная форма:

Mexico City – Мехико

Munich – Мюнхен

Venice – Венеция

Nice – Ницца

2. Названия компаний традиционно передавались с помощью транскрипции:

Paramount Pictures – Парамаунт Пикчерз

BBC – Би-Би-Си

CNN – Си-Эн-Эн

General Electric Corp. – Дженерал Электрик Корпорейшн

Однако в последнее время все чаще непосредственно включаются в перевод с введением поясняющего слова: AT&T – компания AT&T.

3. Названия периодических изданий, кораблей, улиц, площадей и театров также транскрибируются:

The Wall Street Journal – «Уолл Стрит Джорнэл (артикль опускается)

Mayflower – «Мэйфлауэр»

Downing Street – Даунинг-стрит

Bedford Square – Бедфорд Сквер

Но: Trafalgar Square – Трафальгарская площадь

4. Названия партий, международных организаций и государственных служб, как правило, переводятся:

Conservative Party – Консервативная партия

U.S. Department of State – Госдепартамент США

Однако и здесь есть свои исключения:

Labour Party – Лейбористская (а не Трудовая) партия

Foreign Office – Форин Офис (а не иностранная контора) – МИД Соединенного Королевства

Scotland Yard – Скотленд Ярд (а не шотландский двор) - управление лондонской полиции

Очень часто перед транскрибированным названием добавляются соответствующие поясняющие слова, например, газета, компания, автомобильная корпорация (если известно, к какой отрасли экономики она относится).

5. Имена и фамилии людей:
а) транскрибируются;
б) передаются согласно переводческим традициям:
Charles Dickens – Чарльз Диккенс
Но: Charles I – Карл Первый
George V – Георг Пятый
в) клички и прозвища, а также «говорящие» имена и фамилии переводятся:
Jack the Ripper – Джек Потрошитель
Emiric the Evil – Эмерик Жестокий

4.2 Перевод реалий, клише, логико-грамматических лексических конструкций, сокращений

Лексическим признаком научно-технической литературы кроме насыщенности текста специальными терминами является также наличие реалий, клише, логико-грамматических лексических конструкций и сокращений. Под реалиями научно-технической литературы принято понимать названия фирм, предприятий, марок оборудования, местонахождение предприятий. Реалии, как правило, не переводятся, а даются в тексте перевода в их оригинальном написании или в транслитерации, по возможности без сокращений. В скобках указывается название страны, если оно не ясно из предшествующего описания.

Географические названия и общеизвестные имена собственные приводятся в русской транскрипции. Например:

1. For radio-relay systems, Standard Electric Lorenz uses Cassegrain antennas which are suited for the radiation or reception of horizontally and vertically polarized waves. – В радиорелейных системах фирма Standard Electric Lorenz (Germany) применяет антенны Кассегрена, обеспечивающие приём или передачу волн с горизонтальной и вертикальной поляризацией.

2. A new 110 MHz spectrum analyzer has been developed by Marconi Instruments Limited. – Фирмой Маркони Инструментс Лимитед (Великобритания) разработан новый 110 МГц анализатор спектра.

Клише представляет собой стереотипные слова и фразы. Они занимают особое место в общем арсенале лексических средств, но наиболее часто встречаются в периодических публикациях политического и научно-технического характера. Клише включают идиомы, устойчивые выражения и стереотипы речи, набор готовых фраз.

Например:

Английский язык	Русский язык
From above mentioned…	Учитывая вышесказанное
The subject is…	Речь идёт о…
Favorable solution…	Удачное решение…
As for…	Что касается…
Far going possibilities…	Неограниченные возможности…
What we claims…	Предметом изобретения является…
The distinguished feature of the device is…	Устройство, отличающееся тем, что…
Cast-iron will	Железная воля
Statesmanship	Государственный ум
To take up one’s sword	Обнажить меч

Чаще всего для перевода подобной лексики используют метод подбора эквивалентов на другом языке. Другими словами, перевод устойчивого сочетания или клише осуществляется путём подбора единственного возможного (готового) соответствия на другом языке.

Таких соответствий в газетно-публицистическом стиле много, например, в английском языке существуют два возможных и в равной мере адекватных клише-соответствия: Arms race и arms drive для передачи русского клише – гонка вооружений.

Устойчивые сочетания и клише могут переводиться и выборочно. В таких случаях можно говорить о выборочном переводе. Под выборочным переводом обычно имеется в виду

перевод устойчивых сочетаний или клише с помощью оного из синонимичных выражений.

Выбор синонима обусловливается контекстом.

При отсутствии в русском языке эквивалента для передачи клишированного выражения на английском языке приходится прибегать к приёму свободного перевода. Возможны два типа свободного перевода устойчивых сочетаний: калькирование и описательный перевод.

Калькирование – это дословный перевод, при котором в языке перевода сохраняются семантические и стилистические признаки оригинала.

При описательном переводе переводчик раскрывает значение (понятие) описательным путём. Например, словосочетание – prominent place, front page (в газете) можно передать как терминологически-видное место, так и описательным путём: поместить на видном месте.

Эффективность перевода научно-технической литературы может быть повышена, если априорно сняты трудности в понимании логико-грамматических лексических единиц.

Особенность логико-грамматических единиц связана с тем, что они являются логической частью предложений и влияют на грамматические связи. В общем логико-грамматические лексические единицы могут быть подразделены на семь смысловых классов: соединение и логическая последовательность идей (and, also, apart from, besides, furthermore, in addition to, moreover, simultaneously, thus, too…), парафраз и наложение (as if, in the same way, in like manner, like, similarly…), причинность (accordingly, as, because, consequently, hence, once, since, therefore, as long as, owing to…), контраст и сопоставление (alternatively, although, but if, however, nevertheless, otherwise, in spite of, on the other hand…), ограничение (except, impossible, occasionally,. only,unless, if, only when…), предположение (conclude, confirm, consider, reduce, imagine, suppose, in principle, it follows…), вопрос (how big? How long? What? When? With what purpose? To what extent?).

В современной научно-технической литературе на английском языке наблюдается тенденция увеличения количества разного рода сокращений (аббревиаций) всех морфологических классов слов и словосочетаний, образования новых слов путём сокращения существующих, что является следствием информационной оптимизации сообщений и стремления коммуникации к минимизации сложности знаков. В некоторых текстах на долю сокращений приходится более 50 % всех словоупотреблений и более 15 % – словаря, что позволяет в несколько раз сжимать как объем передаваемой информации, так и графическое представление отдельных текстов, а также пополнять лексический состав языка. Существуют сокращения буквенные, инициальные, слоговые, смешанные (сочетания букв и слогов), усечённые слова, стяжения, а также сокращения с помощью средств символики. В качестве иллюстрации можно дать примеры возможных вариантов сокращений, наиболее характерных для английских научных текстов, как AASIR (Advanced Atmospheric Sound and Imaging Radiometer), C/N (Carrier- to Noise Ratio), CORODIM (Correlation of the Recognition of Degradation with Intelligibility Measurements), RTT (Radio type), UTC (Coordinated Universal Time).

Сокращения часто используются в служебных документах, при международном сотрудничестве они утверждаются на соответствующих конференциях и форумах. Например, некоторые аббревиатуры, которые могут использоваться всеми службами, ответственными за техническое обслуживание телеграфного оборудования:

DER REG – Register does not operate – Регистр не работает

ICI – Here is – Здесь

PH – Out on phase on system – Несовпадение по фазе и системе

PERC – Permanent call on – Непрерывный вызов

RS – Reception switched over to… – Приём переключен на…

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Переведите предложения на русский язык, подбирая соответствия для устойчивых сочетаний.

1. The British economy is not out of the wood yet.

2. The proposal went over big with big business.

3. In the times of stagflation many overseas companies pulled over, but somehow we managed to buck the trend.

4. The manager has put our project into cold storage, so it is still up in the air.

5. Lots of hot money is being transferred to Switzerland which has always been the tax haven for Europe's wealthy.

6. The company has gone on the hook recently.

7. The business is slack, and our sales level hardly reaches the break-even poin.

8. All we understood from his double-dutch was that it was supposed to be a Dutch Party.

9. The turnover has increased considerably before the triple witching hour.

10. Let's deal him in and give him a piece of the cake.

2. Переведите следующие предложения на русский язык, обращая внимание на логико-грамматические лексические единицы.

1. Our world has become so various and complicated that we no longer have one common medium of communication.

2. It is still unclear at this time whether, indeed, one type of fibers is better than the other.

3. Since a microphone is an essential part of all electrical communication systems let us first see how it function.

4. In music, on the other hand, a much wider frequency range is required.

5. Amplification can be done either before or after detection.

6. Secondly, even smaller rural village will also have telephone facilities.

7. Communication theory deals with systems for transmitting information from one point to another.

8. Thus, the best we can do is to find the law which represents the experience of a given county over the recent past, and then we can use it to predict the immediate future with some degree of confidence.

9. Otherwise we say that the source has no memory.

10. Electric waves in space or on wires decay as they travel away from the transmitter.

11. Today the engineers usually describe the mathematical content of the subject either as "information theory" or as the "statistical theory of communication".

12. In addition, teleconference and electronic mailbox services had been introduced by 1986.

13. Despite the scarcity of natural resources and shortage of adequately skilled manpower and technology communication facilities were greatly expanded during this period.

14. As regards the distribution network, the decision is still outstanding.

Тема 5: Редактирование перевода

Повторите материал практических занятий:

В современном обществе знание иностранного языка необходимо не только в случае, если мы отправимся в путешествие за границу, но и в повседневной жизни. Так, например, трудно представить себе гуманитария, в частности филолога, без словарей. В этом случае весьма выгодный вариант – онлайн-словарь, т.к. это то средство, которое, не требуя денег и места, обеспечивает моментальный доступ к любому слову. Популярными являются ABBY Lingvo, Multitran, Duden. Но в условиях современности с постоянно усиливающейся тенденцией к максимализации общения многоязычие становится серьезным тормозом прогресса, что обуславливает необходимость создавать системы машинного (автоматического) перевода и владеть таким информационным ресурсом, как электронные (онлайн) переводчики.

Автоматический перевод – выполняемое на компьютере действие по преобразованию текста на одном естественном языке в эквивалентный по содержанию текст на другом языке, а также результат такого действия. Системы машинного перевода давно перестали быть диковинкой. Программы автоматического перевода оказывают существенную помощь в обработке информации на различных иностранных языках в различных отраслях знаний специалистам, не владеющим иностранным языком.

Наиболее распространенной программой машинного перевода является система PROMT – это набор профессиональных инструментов, обеспечивающий перевод с основных европейских языков (английский, немецкий, французский, испанский, итальянский и т.д.) на русский и обратно. Система обеспечивает связный перевод текстов с учетом морфологических, синтаксических и семантических связей. Программа способна переводить исходный текст по словам, группам слов, предложениям, а также может перевести весь текст.

Многие пользователи обращаются к системам машинного перевода ежедневно, не обращая внимания на их плюсы и минусы.

Итак, к преимуществам программ машинного перевода относятся:

1 Быстрый доступ и высокая скорость. Программа-переводчик всегда под рукой, а обращение в бюро переводов зачастую связано с дополнительными затратами времени и сил. Всего несколько секунд – и мы получаем готовый перевод целого текста. Это позволяет быстро понять общий смысл, а если программа настроена на перевод текстов именно такой тематики, потребуется лишь минимальное редактирование.

2 Экономичность. Если мы обращаемся к профессиональным переводчикам, то мы должны оплатить услугу согласно количеству переведенных страниц. Система машинного перевода в онлайн-режиме не требует оплаты, необходим только доступ к Интернету.

3 Защита и безопасность информации. Системе машинного перевода пользователь может «доверить» любую, даже личную информацию (деловую переписку, финансовые отчеты). Программа-переводчик гарантирует конфиденциальность.

4 Гибкость и универсальность. Понятие гибкость подразумевает возможность настройки либо на конкретную предметную область (специализированные словари), либо настройки на конкретную книгу или текст (словари, созданные пользователями).

Любой переводчик всегда специализируется на какой-либо одной предметной области, т.е. если переводчик художественной литературы берется за перевод научных или технических текстов, ошибок не избежать. В свою очередь система машинного перевода универсальна. Пользователю нужно всего лишь грамотно подключить словарь, специализированный на соответствующую тематику.

Минусы: электронные переводчики адекватно переводят простые части речи, но не всегда справляются с переводом падежей, устойчивых оборотов, фразеологизмов, построения предложения.

Некоторые слова электронный переводчик оставляет без перевода. В таких случаях необходимо подбирать синонимы, перестраивать структуру предложения, т.е. зачастую перевод нуждается в корректировке, редактировании. А это очень кропотливая работа и она отнимает

довольно таки много сил и времени.

Машинный перевод – выполняемая компьютером операция по превращению текста одного естественного языка в эквивалентный по содержанию текст на другом языке.

Современный машинный или автоматический перевод воплощается с помощью человека: пред-редактора, что тем или иным образом выполняет предыдущую обработку текста, интер-редактора, что принимает непосредственное участие в переводе и пост-редактора, который исправляет недостатки и ошибки в переведенном тексте. В наше время есть достаточно широкий выбор программ, которые условно можно подразделить на две основных группы: электронные словари (electronic dictionary) и системы машинного перевода (machine translation system). Системы машинного перевода обеспечивают последовательный перевод текстов, который учитывает морфологические, синтаксические и семантические связки членов предложения.

Для осуществления машинного перевода в компьютер вводится специальная программа, которая реализует алгоритм перевода, под которым понимается последовательность однозначно и строго определенных действий над текстом для нахождения переводных соответствий в данной паре языков при заданном направлении перевода (из одного конкретного языка в другой).

Полный процесс машинного перевода состоит из следующих основных этапов:

1) анализ текста на входном языке (поиск слов в словаре, морфологический и синтаксический анализ – моделируется понимание текста);

2) преобразование (переход от структуры текста на входном языке к структуре текста на выходном языке);

3) синтез текста на выходном языке (синтаксическое и морфологическое оформление текста – моделируется построение текста).

Изучая проблему машинного перевода (МП), следует рассмотреть отдельно различные подразделы этой проблемы. Следующая классификация систем машинного перевода основана на лекциях Лари Чайлдса, проведенных в рамках Международной Конференции по Техническим Коммуникациям 1990 года:

- полностью автоматический перевод;
- автоматизированный машинный перевод при участии человека;
- □ перевод, осуществляемый человеком с использованием компьютера.

В соответствии с указанной выше классификацией, целью данной работы является обзор и анализ систем МП второй группы, поскольку систем МП первой группы еще не существует в природе, а системы третьей группы, в сущности, не являются системами МП, а более напоминают электронные словари.

Автоматизированный машинный перевод при участии человека. Этот вид машинного перевода теперь вполне осуществим. Системы МП осуществляют автоматизированный перевод текста. Единицами перевода при этом служат слова или словосочетания, причем последние разработки позволяют учитывать морфологию переводимого слова. Развитые системы МП осуществляют перевод по заданным разработчиком и/или корректируемым пользователем алгоритмам перевода.

Говоря о машинном переводе при участии человека, обычно подразумевают редактирование текстов как до, так и после их обработки компьютером. Люди-переводчики изменяют тексты так, чтобы они были понятны машинам. После того, как компьютер сделал перевод, люди редактируют грубый машинный перевод, делая текст на выходном языке правильным. Помимо такого порядка работы, существуют системы МП, во время перевода требующие постоянного присутствия человека-переводчика, помогающего компьютеру делать перевод особенно сложных или неоднозначных конструкций.

Машинный перевод с помощью человека применим в большей степени к текстам с ограниченным вокабуляром по узко-ограниченной тематике.

На сегодняшний день, одними из часто используемых систем являются такие системы машинного перевода, как:

- PROMT 2000/XT компании PROMT;

- Retrans Vista компаний Vista и Advantis;

- Переводчик Google Translate.

Таким образом, на основании сравнительных данных можно выделить ниже перечисленные преимущества и недостатки систем машинного перевода.

Достоинства программ-переводчиков:

- наличие словарей по специальностям, мгновенный поиск, расположение в несколько окон, возможность одновременного обзора нескольких вариантов перевода;

- возможность создания собственного словаря пользователя;

- подключение к текстовому редактору Microsoft Office, что позволяет, не отрываясь от оригинала и его перевода, выбирать подходящие соответствия для перевода;

- возможность перевода с разных языков;

- компактность, наличие практически неограниченного объема информации в компьютере;

- быстрота поиска.

Недостатки программ-переводчиков:

- ограниченность обзора, обусловленное размерами экрана, раскрытый большой словарь позволяет увидеть сразу гораздо большее количество значений слова, особенно если оно имеет много значений;

- словари-переводчики не соблюдают правила грамматики, стилистики и лексики, не учитывают игру слов, художественные приемы;

- чаще всего текстовые переводчики выбирают одно из значений многозначного слова, которое может не соответствовать контексту;

- при отсутствии слова в словаре не переводят его;

- электронные словари-переводчики часто выдают несколько вариантов перевода слова на другой язык, не объясняя разницы в тех или иных словарных соответствиях, что затрудняет правильный выбор того или иного соответствия в данном контексте.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Сравните машинный перевод текста и перевод, выполненный человеком. Найдите фрагменты текста, с которыми система не справилась.

Оригинал: It is regrettable that the mathematicians who presented papers were so ill-informed on the current state of biological thought and experimentation. As a result, they either neglected relevant facts or merely rediscovered well-known results. Thus, Dr. Eden argued that evolutionists explain away difficulties by assigning arbitrary values to unknown parameters, such as intensity of selection. In fact, a great deal is known about the value of such parameters in present-day natural populations, and this certainly influences our view about the value (that) these parameters had in the past.

Машинный перевод: Прискорбно что математики которые представляли бумаги, были настолько не осведомлены на текущем состоянии биологической мысли и экспериментирования. В результате они или пренебрегали соответствующими фактами или просто открывали вновь известные результаты. Таким образом, доктор Эден утверждал, что эволюционисты объясняют трудности, назначая произвольные ценности на неизвестные параметры, типа интенсивности выбора. Фактически, много известен о ценности таких параметров в современных естественных поселениях, и это конечно влияет на наше представление о ценности (которую) эти параметры имели в прошлом.

Перевод, выполненный человеком: Прискорбно, что математики, которые представили доклады, были так плохо информированы о современном состоянии биологической мысли и экспериментах. В результате они или не использовали относящиеся к делу факты, или просто заново открывали хорошо известные результаты. Так, доктор Иден утверждал, что ученые, занимающиеся эволюцией, преодолевают трудности, приписывая произвольные значения неизвестным параметрам, например, интенсивности отбора. На самом же деле, о

количественных значениях таких параметров в современных естественных популяциях уже довольно много известно, и это, несомненно, влияет, на наш взгляд, на те величины, которые эти параметры имели в прошлом.

2. Прочитайте ошибочные переводы (в скобках указаны оригинальные выражения). Объясните, на каком уровне языковой системы допущены ошибки. Дайте правильный перевод на английский язык.

- Repair of hours (Ремонт часов – уличная вывеска) - Squirrel Institute (Институт Белка́ – уличная вывеска) - Language in the test (язык в тесте – из меню) - Geology institute of wounds (Институт геологии РАН – уличная вывеска) - Clinic them. Pirogova (Клиника им. Пирогова – дорожный указатель)

3. Переведите текст на русский язык, используя систему машинного перевода. Отредактируйте результат.

No matter how smart we are. There are some things that we just cannot figure out. Our knowledge is never complete, and we do not know all the factors that will influence what we are doing. And sometimes a single overlooked factor can make the difference between success and failure. To be successful in the business world we need to check our bright ideas against the environment. Our enthusiasm must be restrained long enough so that we could analyze our ideas critically. Whenever possible, we should not go all-out until we get a chance to test them thoroughly. Do not speak for the facts – make the facts speak for themselves.

Тема 6: Грамматические трудности перевода

Повторите материал практических занятий:

6.1 Основные способы перевода страдательного залога и пассивных глагольных конструкций

Страдательный залог в английском языке образуется из вспомогательного глагола to be в соответствующем времени и причастия прошедшего времени (Past Participle) смыслового глагола. Глаголы в страдательном залоге могут употребляться во всех временах и формах, в которых употребляются глаголы в действительном залоге за исключением формы Future Continuous, форм Present Perfect Continuous и Past Perfect Continuous. Вместо этих форм в страдательном залоге употребляются соответственно Future Indefinite, Present Perfect и Past Perfect:

At this time tomorrow a new magnetic gear will be installed. Завтра в это время будет устанавливаться новая электромагнитная передача.

A close study of the structure of natural rubber has been made by our scientists for a number of years. Наши ученые уже в течение ряда лет проводят тщательное изучение структуры натурального каучука.

The new device had been tested for two hours when the chief engineer came and stopped the experiment. Новый прибор испытывался уже два часа, когда пришёл главный инженер и прекратил испытание.

Обычно страдательный залог употребляется в тех случаях, когда неизвестно, кто совершает действие, либо этому не придаётся никакого значения.

Если в предложении указано, кем или чем произведено действие, то употребляется предложный оборот с предлогами by или with, которые переводятся с помощью, посредством или дополнением в творительном падеже без предлога: with pumps – насосами; with machinery – машинами; by open method – открытым способом; by convection – путём (посредством) конвекции.

Предложения со сказуемым в страдательном залоге на русский язык переводятся:

1. Сочетанием глагола быть и краткой формой причастия страдательного залога:

The temperature of the water was raised by heating. Температура воды была повышена нагреванием.

2. Глаголами, оканчивающимися на -ся, -сь со страдательным значением:

Drill rods are made of alloyed steel. Буровые штанги изготовляются из легированной стали.

3. Неопределённо-личным оборотом с глаголами в действительном залоге в 3-м лице множественного числа:

He has been brought the acid solution he demanded. Ему принесли раствор кислоты, который он требовал.

Функция страдательного залога в английском языке гораздо шире, чем в русском, так как в английском языке в страдательном залоге могут употребляться все глаголы, выражающие действие, направленное на какой-либо объект. В английском языке подлежащим предложения в страдательном залоге может быть не только прямое дополнение соответствующего предложения в действительном залоге, как в русском языке, но и беспредложное дополнение, отвечающее на вопрос «кому?»

The scientists were offered new themes for research. Ученым предложили новые темы для научной работы.

На русский язык такие предложения переводятся:

1. Неопределённо-личным оборотом (при отсутствии дополнения с предлогом by). Подлежащее английского предложения обычно переводится существительным или местоимением в косвенном падеже, чаще всего в дательном или винительном:

The relay was given its initial position. Реле придали первоначальное положение.

2. Предложением в действительном залоге с глаголом в личной форме (при наличии

дополнения с предлогом by):

The resolution was objected to by almost everybody. Почти все возражали против резолюции.

К числу наиболее часто употребляемых глаголов, с которыми возможны такие пассивные конструкции, относятся: to give – давать, to offer – предлагать, to bring – приносить, to teach – учить, преподавать; to show – показывать, to promise – обещать и некоторые другие.

Кроме того, в английском языке в страдательном залоге употребляются глаголы, требующие после себя предложного дополнения,

например:

These measurements were referred to at the conference. Об этих изменениях шла речь на конференции.

В страдательных оборотах, подлежащее которых соответствует предложному дополнению параллельного действительного оборота, предлог сохраняет своё место после глагола-сказуемого. Страдательные обороты этого типа не всегда могут быть переведены на русский язык при помощи страдательного залога. Чаще всего они переводятся соответствующими действительными оборотами (неопределённо-личными) или глаголами, оканчивающимися на -ся:

No account is taken of price changes in this article. В этой статье не учитываются изменения цен.

К наиболее часто употребляемым в пассивной конструкции глаголам, требующим предложного дополнения, относятся:

To act on (upon) – действовать, влиять на; to account for – объяснять; to agree upon – договориться; to arrive at – достигать чего-либо; to depend on – полагаться на; to insist on – настаивать на; to provide for – предусматривать.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Переведите предложения, обращая внимание на возможные варианты сказуемого.

1. This question was agreed upon after a prolonged discussion.
2. We were informed about the report to be made by our professor at the meeting.
3. Fuel is delivered to the injector by a pump which, in its turn, is operated from a shaft.
4. The agreement was arrived at yesterday.
5. The composition of steel is affected by various ingredients.
6. Next year the new atomic power station will be put into operation.
7. The weight of the mechanical part had been greatly reduced.
8. Toward this end methanol was administered.
9. By this definition the following is meant.
10. The analysis will be followed by the synthesis.

2. Определите время и залог сказуемого и переведите предложения на русский язык.

1. Modern architecture is characterized by simplicity of line.
2. Coated nylon has been used recently as the basic material in the construction of small craft.
3. The plant is being modified now to start mass production of the new houses.
4. The project was approved, but the engineer was shown some drawbacks that could easily be corrected.
5. You will be informed as soon as the drawings are received.
6. The goods are reported by the sellers to have been shipped on Tuesday.
7. Certain special steps were taken to reduce the weight of the whole structure.
8. With a catalyst the reaction was accelerated tenfold.
9. These parts are made of steel throughout.
10. This technique will be referred to in many articles.

6.2 Модальные глаголы и сочетание модальных глаголов с инфинитивом в страдательном залоге

В английском языке имеется довольно многочисленная группа модальных глаголов, выражающих не действие, а отношение говорящего к действию, т.е. необходимость, вероятность или возможность совершения действия.

Модальные глаголы могут сочетаться с любой формой инфинитива смыслового глагола. Модальные глаголы can, may, must в сочетании с инфинитивом в страдательном залоге переводятся на русский язык словами можно, нужно, должен плюс инфинитив смыслового глагола в страдательном залоге:

The machine tool can be stopped at any moment. Станок можно остановить в любой момент.

Atomic energy finds such wide application that our age might be called the age of atom. Атомная энергия так широко применяется, что наш век можно назвать веком атома.

Модальные глаголы must, may, might в сочетании с перфектным инфинитивом употребляются для выражения весьма вероятного предположения, значительной степени убеждённости в совершении действия, относящегося к прошлому. Они переводятся на русский язык словами должно быть, возможно, не исключено, видимо, следовало бы:

He may have got the condenser he needed. Он, возможно, достал конденсатор, который был ему нужен.

Might выражает меньшую степень возможности совершения действия, чем may:

He might have known that to cut down the flow of water in a pipe you need only to shut off a valve. Ему следовало бы знать, что для остановки движения воды в трубе нужно было только закрыть клапан.

Глаголы can и could в отрицательной и вопросительной формах в сочетании с перфектным инфинитивом выражают сомнение, категорическое отрицание, удивление по поводу того, что действие, выраженное инфинитивом, в действительности совершилось, и переводятся при помощи слов не может быть, разве:

He couldn’t have seen a jet engine in action many years ago. Не может быть, чтобы он видел реактивный двигатель в действии много лет тому назад.

Глаголы to be, to have могут употребляться в качестве эквивалентов модального глагола must и выражать долженствование. В этом случае за ними следует инфинитив с частицей to.

Глагол to have в сочетании с инфинитивом смыслового глагола близок по значению глаголу must и переводится словами должен, обязан:

In flight the pilot has to know and report his position. В полете пилот обязан знать своё местонахождение и сообщать о нём.

Глагол to have выражает необходимость совершить действие в силу определённых обстоятельств и переводится словами надо, нужно, приходится:

Our engineers had to solve many complicated practical problems to reduce wear in machinery. Нашим учёным пришлось разрешить много сложных практических задач, чтобы уменьшить износ в машинах.

Глагол to be в сочетании с инфинитивом смыслового глагола выражает необходимость совершения действия в силу предварительной договорённости, заранее намеченного плана и переводится словами должен, предстоит:

Now he is to study this phenomenon. Теперь ему предстоит изучить это явление.

Не следует смешивать употребление глагола to be в качестве модального с употреблением его в качестве глагола-связки в составном именном сказуемом. Когда именная часть выражена инфинитивом, to be переводится словами заключается в том, чтобы; состоять в том, чтобы.

The chief reason for the use of such bearings is to simplify lubrication problems.

Главная причина использования таких подшипников заключается в том, что они дают возможность упростить проблемы смазки.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Переведите предложения на русский язык, обращая внимание на модальные глаголы.

1. You may look through the results of his experiment.
2. Compressed air or electricity must be employed in both cases.
3. The chief might have obliged him to do this if he wanted.
4. These reactions can be classified into three groups.
5. He cannot have broken the tube while making the experiment.
6. The economy of the design may be readily appreciated from the given figures.
7. Nuclear energy may be used to light and heat our homes.
8. This arrangement must be perfectly reliable in operation.
9. The isomer can then be assigned a cis-configuration.
10. Motors and generators brought in at the receiving section must first be given a visual inspection.

2. Переведите предложения на русский язык, обращая внимание на модальное значение глаголов to be, to have.

1. To meet this large demand for power, more generating capacity has to be created.
2. We are to take into consideration all the advantages and disadvantages to decide what system is the best for the future work.
3. Control of motor torque, speed and braking are functions which will have to be performed for all types of motors.
4. This substation is to be completed in the short period of two years.
5. Among the possible sources of motive power for locomotives one has to consider the possibility of applying atomic energy.
6. In diesel engines high engine speeds are to be reduced by some form of transmission.
7. Current transformers are used wherever high voltage has to be metered.
8. Railroad industry is to develop its services so that it might keep pace with the growing demands for carrying fright and carriages.
9. They had to site the auxiliary equipment between the high tension components and the driving compartment.
10. It is to be expected that a good many of the early electron results will have to be slightly revised in the light of modern experimental and analytical techniques.

3. Переведите следующие предложения, обращая внимание на сочетание глаголов с инфинитивом в страдательном залоге.

1. The machine-tool can be stopped at any moment.
2. With coals of moderate ash content the efficiency may be raised appreciably when using pulverized fuel firing.
3. The operator thought that the moving parts of the machine must have been lubricated well.
4. Nuclear energy may be used to light and heat our homes.
5. The engineer might have overlooked something that may turn out to be important in carrying out this experiment.
6. The quantities of unsold goods were so big that they couldn’t be realized in so short period.
7. New mines must be laid out on an all-electric basis.
8. He couldn’t have seen a jet engine in action many years ago.
9. Any mixture will travel along with the air to definite points, where it can easily be drained off.
10. Some day atomic energy might have been used to control the weather of the world.

6.3 Перевод инфинитива и инфинитивных оборотов

Инфинитив относится к неличным формам глагола. Называя действие, он не указывает

ни лица, ни числа, ни наклонения. Формальным признаком инфинитива является частица to, которая в некоторых случаях опускается. Значительные трудности при переводе возникают в связи с многообразием синтаксических функций инфинитива в предложении и наличием ряда конструкций, отсутствующих в русском языке.

Инфинитив в предложении может быть:

1. Подлежащим

To build good road is one of the most important tasks facing our engineers.

Переводится на русский язык инфинитивом с существительным.

Строить хорошие дороги – одна из наиболее важных задач, стоящих перед нашими инженерами, или Строительство хороших дорог – одна из наиболее важных задач, стоящих перед нашими инженерами.

2. Именной частью составного именного сказуемого

В этой функции инфинитив употребляется в сочетании с глаголом-связкой to be, которая переводится на русский язык словами являться, заключается в том, чтобы, состоять в том, чтобы, например:

The object is to provide low pressure.

Переводится на русский язык инфинитивом или существительным.

Цель заключается в том, чтобы создать низкое давление, или Целью является создание низкого давления.

3. Частью составного глагольного сказуемого

Как часть составного глагольного сказуемого инфинитив может употребляться в сочетании с модальными глаголами must, can, may и трудностей при переводе на русский язык не представляет:

Under such conditions dust can get into the interior.

При таких условиях пыль может проникнуть внутрь.

The engine may be considered as one of the most important parts of a locomotive.

Двигатель может рассматриваться как одна из наиболее важных частей (тепловоза).

Any installation must be inspected before it can be formally commissioned.

Любую установку необходимо проверить, прежде чем пустить её в нормальную эксплуатацию.

Как часть составного глагольного сказуемого инфинитив может сочетаться с глаголами, значение которых без него не полно. В сочетании с такими глаголами инфинитив переводится на русский язык либо инфинитивом, либо глаголом в личной форме:

The temperature begins to rise sharply. Температура начинает резко повышаться.

4. Дополнением

В функции прямого дополнения, т.е. тогда, когда инфинитив следует за переходным глаголом, он переводится на русский язык инфинитивом:

We endeavored to minimize the old disadvantages.

Мы стремились довести до минимума ранее имевшие место недостатки.

5. Определением

В английском языке, как и в русском, инфинитив в функции определения стоит после определяемого существительного. Он употребляется в английском языке чаще, чем в русском, и переводится следующими способами:

а) существительным:

Ability to load across the face of a heading is achieved by the provision of a swivel trough. Возможность подачи угля поперёк забоя обеспечивается при помощи установки поворотного желоба;

б) инфинитивом:

In an effort to overcome these difficulties a great deal of experimental work has been carried out by specialists. Пытаясь преодолеть эти трудности, специалисты провели большую экспериментальную работу;

в) причастным оборотом:

The expenses to be paid by the customer include the overheads. Затраты, оплачиваемые

заказчиком, включают и накладные расходы;

г) определительным придаточным предложением:

The problem to be solved is very important. Задача, которую следует решить, – очень важная.

6. Обстоятельством

Инфинитив в функции обстоятельства употребляется для выражения цели и следствия.

Часто инфинитив или инфинитивная группа в функции обстоятельства цели стоит в начале предложения. Так как инфинитив в начале предложения может выполнять также и функцию подлежащего, следует обращать внимание на то, какой член предложения следует за инфинитивом. За инфинитивом или инфинитивной группой в функции обстоятельства обычно следует подлежащее (или группа подлежащего):

To give the necessary output the plant needed new techniques.

Чтобы дать необходимый выпуск продукции, заводу нужно было перейти на новую технологию.

За инфинитивом или инфинитивной группой в функции подлежащего обычно следует сказуемое:

To apply such pressures does not seem to be much of a problem. Применение таких давлений не является сложной проблемой.

Инфинитив в функции обстоятельства цели переводится:

а) придаточным предложением, которое вводится союзами чтобы, для того чтобы:

The whole structure may be rail- mounted to provide easy movement. Вся конструкция может быть установлена на рельсах, чтобы облегчить её передвижение;

б) существительным с предлогом:

To ensure the contact great care must be exercised in alignment. Для обеспечения надлежащего контакта необходимо обращать внимание на регулировку.

Перевод объектного инфинитивного оборота

В английском языке после многих глаголов в действительном залоге употребляется так называемый «объектный инфинитивный оборот». Он представляет собой синтаксическую группу – сложное дополнение, которое состоит из существительного в общем падеже или местоимения в объектном падеже и инфинитива. В русском языке такого оборота нет. Объектный инфинитивный оборот на русский язык переводится придаточным дополнительным предложением с союзами что, чтобы, как, например:

We know the pressure to decrease as altitude increases. Мы знаем, что давление понижается по мере того, как увеличивается высота.

Объектный инфинитивный оборот употребляется после глаголов, выражающих:

а) предположение: to suppose – полагать, предполагать; to assume – допускать, предполагать; to consider – считать; to think – думать; to find – считать, находить; to expect – ожидать;

б) желание: to want – хотеть; to wish – желать; to like – любить, нравиться, после оборота «I should like»;

в) физическое восприятие: to see – видеть; to hear – слышать; to watch, to observe – наблюдать; to feel – чувствовать; to notice – замечать (после этих глаголов инфинитив в обороте употребляется без частицы to);

г) приказание, разрешение, принуждение: to order – приказывать; to command – приказывать; to allow – позволять; to make – заставлять и после глаголов to stimulate, to permit, to enable и некоторых других.

Перевод субъектного инфинитивного оборота

Субъектный инфинитивный оборот – это сочетание существительного в общем падеже (или местоимения в именительном падеже) с инфинитивом. В предложении этот оборот выполняет функцию сложного подлежащего:

This method is known to be effective. Известно, что этот метод эффективен.

В предложениях, содержащих субъектный инфинитивный оборот, сказуемое чаще всего

выражено:

а) личной формой глагола в страдательном залоге. Из них наиболее распространёнными являются: to know, to say, to report, to believe, to suppose, to think, to understand, to order, to expect, to see, to declare, to make и др.:

The goods are reported to have been awaiting shipment for several days. Сообщают, что товары ожидают отгрузки в течение нескольких дней;

б) глаголами: to seem, to appear, to prove, to happen, to chance в действительном залоге:

The installation of indirect illumination appeared to be quite necessary to the designer's room. Установка косвенного освещения оказалась совершенно необходимой в конструкторской;

в) глаголом-связкой to be, за которым следуют прилагательные и наречия: likely, unlikely, certain, sure.

The prices are unlikely to fall. Маловероятно, что цены понизятся.

Предложения с субъектным инфинитивным оборотом переводятся:

а) сложноподчинённым предложением, главное предложение в нём выражено неопределённо-личным или безличным оборотом типа говорят, сообщают, известно, казалось, за которым следует придаточное предложение, присоединяющееся к главному посредством союза что.

These materials are expected to find wide application. Ожидают, что эти материалы найдут широкое применение;

б) простым предложением с вводным неопределённо-личным оборотом:

These measures are known to increase the efficiency. Как известно, эти мероприятия увеличивают эффективность.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Переведите предложения на русский язык, обращая внимание на функции инфинитива.

1. To understand the action of batteries let us examine a very simple sort of a coal.
2.The object of heat treatment is to secure perfect diffusion of the carbon present.
3. They will automatically rise and allow the part to be quickly removed.
4. The building of a good road causes a great deal of preliminary work to be done.
5. It is impossible for some machines to withstand such atmospheres.
6. The question of the fixtures to be adopted was not yet definitely settled.
7. It takes longer for the reaction to complete at low temperatures.
8. Certain special steps were taken to reduce the weight of the mechanical part.
9. It is interesting to note that electric heaters have become very popular.
10. In an effort to overcome these difficulties a great deal of experimental work has been carried out by the specialists.

2. Переведите предложения с инфинитивными оборотами.

1. Modern discoveries allow science and engineering to be developed rapidly.
2. Pressure is known to act equally in all directions.
3. We know gravity to act on every particle of a body.
4. The contract is said to have been signed.
5. The rapid rise was found to be relatively independent of the viscosity.
6. We expected the core to be coated with a thin layer of pure rubber.
7. The steam engines and turbines are known to be heat engines.
8. The difficult tin situation stimulated the workers to find substitute materials.
9. This method is known to be effective.
10. The latest discoveries in the field of atomic energy allowed our scientists to construct the first atomic power station.

3. Переведите следующие предложения.

1. The out-of-balance error is required to be made small.

2. In general negative irons seem to have a desirable effect while positive irons seem to have an undesirable effect.

3. The number of tracks in the marshalling yard should be governed by the number of separations to be made.

4. One would expect zink oxide to have the largest volume.

5. Due allowance should be made for the starting currents in laying out the electrical system.

6. To apply such atmospheres to presses and some forging machines does not seem to be much of a problem.

7. The building of a good road causes a great deal of preliminary work to be done.

8. The contract is said to have been signed.

9. Many factors are likely to be encountered in this practical work.

10. The route indicated can be considered to have been chosen beforehand.

6.4 Способы перевода причастия и его оборотов

Причастие относится к неличным формам глагола и обладает признаками как прилагательного (иногда наречия), так и глагола.

Причастия в английском языке подразделяются на причастие I (Participle I) и причастие II (Participle II)

Participle I

Причастие I образуется от основы инфинитива любого глагола путем прибавления суффикса -ing:

This branch of industry has not been developed enough to meet ever increasing demands of our fast developing national economy. Эта отрасль промышленности еще не достаточно развита, чтобы удовлетворять все возрастающие требования нашего быстро развивающегося народного хозяйства.

Participle I при самостоятельном употреблении выполняет в предложении функцию определения и функции различных обстоятельств.

В функции определения Participle I может стоять перед определяемым существительным. В этом случае оно обычно переводится на русский язык причастием действительного залога настоящего времени:

boiling water – кипящая вода.

Participle I в функции определения может стоять после определяемого им существительного. В этом случае за Participle I обычно следуют поясняющие слова – дополнение, обстоятельство, образуя вместе с ним причастный оборот, который переводится на русский язык причастным оборотом или придаточным определительным предложением, например:

Electrons forming at atom are in motion. Электроны, образующие атом, находятся в движении.

В функции обстоятельства Participle I занимает в предложении обычное для обстоятельства место, то есть либо предшествует подлежащему, либо следует за глаголом-сказуемым. Participle I в функции обстоятельства переводится на русский язык деепричастием несовершенного вида, а в некоторых случаях и деепричастием совершенного вида, например:

The new instrument worked continuously cutting off the projected parts. Новый инструмент работал безостановочно, срезая выступающие части.

Cooling off this device he effected his object. Охладив прибор, он добился своей цели.

Participle I в функции обстоятельства времени часто предшествуют союзы when – когда, while – в то время как.

Причастие с относящимися к нему словами в этих случаях можно перевести деепричастным оборотом (без союза), обстоятельственным придаточным предложением или существительным с предлогом при, например:

While repairing the motor the operator found two broken studs. Ремонтируя двигатель,

рабочий обнаружил две сломанные шпильки.

(При ремонте двигателя рабочий обнаружил две сломанные шпильки. Когда рабочий ремонтировал двигатель, он обнаружил две сломанные шпильки).

Participle II

Participle II соответствует русскому страдательному причастию настоящего или прошедшего времени с окончанием на -мый, -нный, -тый, а также действительному причастию со страдательным значением, оканчивающемуся на -вшийся, -щийся:

melted – расплавляемый, расплавляющийся, расплавленный, расплавлявшийся.

Participle II в функции определения без поясняющих слов может стоять перед определяемым им существительным и на русский язык переводится причастием страдательного залога настоящего или прошедшего времени:

The new production level here being considered will involve considerable capital expenditure. Рассматриваемый здесь новый уровень производства потребует значительных капитальных вложений.

Participle II в функции определения может стоять и после существительного, которое оно определяет. В таких случаях Participle II может переводиться либо причастием действительного или страдательного залога настоящего или прошедшего времени, либо придаточным предложением, например:

The signal supplied by the auxiliary source controls the power. Сигнал, подаваемый вспомогательным источником, регулирует мощность.

Participle I и II с поясняющими словами образуют определительный причастный оборот, который на русский язык переводится действительным или страдательным причастием настоящего или прошедшего времени или определительным придаточным предложением:

Engine drivers will use special television devices designed for application in railroad transport.

Машинисты будут пользоваться специальными телевизионными приборами, сконструированными для применения на железнодорожном транспорте.

Причастие II в функции обстоятельства

В функции обстоятельства Participle II употребляется значительно реже, чем в функции определения и обычно стоит в начале или в конце предложения. Перед Participle II в функции обстоятельства часто употребляются союзы обстоятельственных придаточных предложений when, if, while. Причастия или причастные обороты с этими союзами переводятся на русский язык:

а) обстоятельственным придаточным предложением:

An electric computer forms an impressively complex device when viewed as a whole. Электронная вычислительная машина представляет собой исключительно сложный прибор, если ее рассматривать в целом;

б) деепричастным оборотом:

When properly insulated the wire may be used in conditions of excessive moisture. Будучи хорошо изолирован, провод может быть использован в условиях повышенной влажности;

в) существительным с предлогом при:

While used precision instruments require very delicate handling. Точные приборы при пользовании ими требуют очень осторожного обращения.

Absolute Participle Construction
Независимый причастный оборот

В то время как в обычном (зависимом) причастном обороте субъект действия, выраженного причастием, совпадает с подлежащим предложения, независимый причастный оборот имеет собственный субъект действия, который не совпадает с подлежащим предложения;

сравните:

Зависимый причастный оборот Независимый причастный оборот

Being tired he decided to go to bed.
Будучи усталым (так как он устал), он решил лечь спать.

He being tired, I decided not to disturb him.
Так как он устал, я решил не тревожить его.

Независимый причастный оборот может выполнять в предложении функции обстоятельства времени, причины и условия. Он всегда отделяется от главного предложения запятой.

В функции обстоятельства времени и причины оборот переводится придаточным предложением с союзами «так как», «когда», «после того, как», например:

The experiment being over, they left the lab.

Когда (после того, как) эксперимент закончился, они ушли из лаборатории.

В функции обстоятельства сопутствующих условий такой оборот обычно ставится после главного предложения и переводится самостоятельным предложением с союзами «причем», «а», «и», «тогда как», например:

Only over – current protection is provided, the earth leakage protection being separated. Предусматривается только защита от перегрузки, а защита от утечки на землю устанавливается отдельно.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Переведите следующие предложения, обращая внимание на функции причастия I.

1. Adjusting the installation property he could have avoided any trouble in future.
2. The compound being treated for several hours turned dark red.
3. The columns supporting the dome were smashed.
4. The new instrument worked continuously cutting off the projecting parts.
5. Watching minimum waste in all techniques we increase the output of the shop.
6. While planning the frame work of a steel building, one should bear in mind the fact that commercial sections of steel are available in numerous sizes and shapes.
7. The schematic diagram gives a view of the control desk showing the various operating positions at the 7 levels.
8. Watching minimum waste in all techniques we increase the output of the shop.
9. One of the major factors limiting the information rate of a signal propagating along a glass fiber is the intrinsic dispersive characteristics of glass.
10. Varying the excitation of generators operating in parallel, it is possible to divide the load between the machines in any manner desired.

2. Переведите следующие предложения, обращая внимание на функции причастия II.

1. Condensation occurs when the air becomes saturated.
2. A valve when used in this way is called a photoelectric tube.
3. To charge an object by induction one should hold a charged body at some distance near the object to be charged.
4. If heated, the wire melts.
5. The signal supplied by the auxiliary source controls the power.
6. Insulated, the wire may be used as a conductor.
7. It is necessary to summarize the results obtained.
8. Optical fibers consist of a core surrounded by a cladding of a slightly lower refractive index.
9. To determine the horse-power required, it is desirable to have the contour of the road.
10. When applied the method increases the production of machine parts.

3. Найдите независимый причастный оборот и переведите предложения на русский язык.

1. The current having been determined, the necessary data could be completed.
2. The characteristics are similar to those secured by secondary resistance control, the speed

varying with change of load.

3. The brass rod being replaced by copper, the same phenomena will occur.

4. Other things being equal, solid catalysts would attain their maximum activity.

5. The controller is driven by a servo- motor, the speed of commutation being selected by the regulation of a relay.

6. Motion having begun, oil tends to lift the shaft away from the bearing.

7. The eight tanks are divided into two independent groups, each supplying three motors.

8. The induction motor being of high efficiency, the power input of the primary would be but slightly more than the rating.

9. For more than a decade the auto-production field had been divided into many rival groups, each having developed the means and seeking the expand at the expense of the other.

10. With the experiment being carried out, we started new investigations.

6.5 Герундий, герундиальные обороты и их перевод

Герундий – это неличная форма глагола. Он обладает как свойствами глагола, так и свойствами существительного.

Герундий образуется от любого английского глагола путём прибавления к форме инфинитива окончания -ing:

finding – нахождение, analyzing – анализирование, controlling – контролирование и т.д. По форме образования он совпадает с Participle I. В русском языке нет формы глагола, соответствующей герундию, однако он приближается в некоторой степени по значению к отглагольному существительному.

Герундий в предложении может быть:

1. Подлежащим. В функции подлежащего герундий переводится на русский язык:

а) существительным:

Carrying this test successfully was helped by the careful investigations of outstanding scientists. Успешному проведению этого испытания помогло тщательное исследование выдающихся ученых;

б) инфинитивом; в тех случаях, когда герундий в функции подлежащего стоит после сказуемого, перед сказуемым в функции формального подлежащего стоит местоимение :

It is conventional starting the engine after it is being heated. Общепринято запускать двигатель, когда он нагреется.

2. Именной частью сказуемого или частью составного глагольного сказуемого. В функции именной части сказуемого герундий переводится на русский язык инфинитивом или существительным, например:

His main occupation was washing reflectors with soapy water. Основным его занятием было промывать отражатели мыльной водой.

The main point of a transformer is providing the change of voltage. Главное назначение трансформатора – обеспечение измерения напряжения.

3. Дополнением. В функции дополнения герундий может переводиться на русский язык:

а) существительным:

The turbulent flow of gases produces cooling. Турбулентное течение газов вызывает охлаждение;

б) инфинитивом:

Nowadays engineers prefer using semi-conductors for generating heat and cold. В настоящее время инженеры предпочитают использовать полупроводники для получения тепла и холода;

в) глаголом в личной форме в составе придаточного предложения:

I remember their having adapted this arrangement as being more economical. Я помню, что они одобрили это устройство как более экономичное.

4. Определением. Герундий в функции определения употребляется с предлогами, чаще всего с предлогом of (иногда с предлогом for) и переводится на русский язык существительным (в родительном падеже), инфинитивом или придаточным предложением:

Various methods of cooling transformers are adapted in practice depending upon the size and

local conditions. В практике применяются различные методы охлаждения трансформаторов в зависимости от их размеров и местных условий.

The scientists demand of being more fully informed concerning the subject discussed was accepted. Требование ученого получить более полную информацию о предмете, который обсуждался, было принято.

They knew of the exact conditions having been established necessary for observing the very start of transformation consistently. Они знали о том, что были установлены точные условия, необходимые для последовательного наблюдения самого начала превращения.

5. Обстоятельством. Герундий в функции обстоятельства употребляется с предлогами, имеющими различное обстоятельственное значение и может переводиться на русский язык:

а) существительным:

Each specimen is tested again after being lowered into the acid. Каждый образец испытывается вновь после погружения в кислоту;

б) деепричастием:

The manufacturers have the option of cancelling the contract upon giving prompt notice to buyers. Фирма-изготовитель имеет право аннулировать контракт, предварительно известив об этом заказчиков;

в) придаточным предложением:

On having been used through a small transformer the electric current operated the radio.

Когда электрический ток пропустили через небольшой трансформатор, он обеспечил работу приёмника.

Действие, выраженное герундием, не всегда относится к подлежащему или дополнению предложения. Оно может относиться к лицу (или предмету), обозначенному существительным в притяжательномпадеже или притяжательным местоимением, которое стоит перед герундием.

Герундий с предшествующим ему именем существительным или местоимением представляет собой сложный герундиальный оборот – сложное подлежащее, дополнение, определение или обстоятельство, например:

On the buyer's paying only part of the amount of the invoice we cannot insist on the contract being signed immediately. Когда покупатель оплачивает только часть суммы фактуры, мы не можем настаивать на том, чтобы контракт был подписан немедленно (сложное обстоятельство и сложное дополнение).

There is no hope of our getting a complete analysis of the measurements within 10 days. Нет надежды, что мы получим полный анализ этих данных в течение 10 дней (сложное определение).

It is being theoretically correct did not make it less cumbersome. То, что она (формула) была теоретически правильной, не делало её более громоздкой (сложное подлежащее).

Такие герундиальные обороты переводятся на русский язык, как правило, придаточным предложением; причем существительное в общем или притяжательном падеже или притяжательное местоимение соответствует в русском языке подлежащему придаточного предложения, а герундий – сказуемому. Иногда такие обороты переводятся существительным:

If the goods are destroyed by fire, or fire at the mill prevents their being produced, the charterers shall have the right of cancelling this charter. Если товары будут уничтожены пожаром или пожар на заводе помешает их изготовлению, фрахтователи будут иметь право аннулировать данный чартер.

В технической литературе встречается герундий с оборотом there is (are). В таких случаях герундий переводится на русский язык существительным или личной формой глагола, например:

There was no absorbing gases on the surfaces of solids. На поверхности твердых веществ газы не абсорбировались.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Переведите предложения на русский язык, обращая внимание на формы и

функции герундия.

1. Grinding is carried out by a small grinding wheel.
2. This form of material is made by pressing steel plates between dies under hydraulic pressure.
3. This is equivalent to solving an equation.
4. Stopping the spindle should be avoided.
5. The mean effective pressure can be calculated without drawing the theoretical diagram.
6. The increased use of cylinder liners has led to improvements in the centrifugal method of casting.
7. This results in burning of valves.
8. On finding that the estimation of these coefficients involves a number of uncertainties, he couldn't make any definite generalizations.
9. The lab must be ventilated after and before being used for carrying out the experiment again.
10. We are against postponing the negotiations on this question.

2. Переведите на русский язык, обращая внимание на перевод герундиальных оборотов.

1. The explanation lies in the product being more stable.
2. We insisted on their being offered favorable terms of payment.
3. The possibility of ethylene being converted into aromatic hydrocarbons is slight.
4. We object to their being denied the aspiration to test such new methods as may be suggested by fresh knowledge.
5. He objected to the goods being payed in advance.
6. A theory of solids must therefore enable the crystal form and elastic properties of any solid substance being deduced from the properties of atoms of which it is built.
7. Mendeleyev's having created the Periodic Table was of great importance to chemistry.
8. There is no hope of our getting a complete analysis of the measurements within 10 days.
9. We know of their taking part in this experiment.
10. Her taking part in this work was very important.

3. Переведите следующие предложения, обращая внимание на слова, оканчивающиеся на -ing.

1. The methods of joining the individual stages of separation together into a continuously operating cascade have been adequately described.
2. The eight tanks are divided into two independent groups, each supplying three motors.
3. The process of establishing a scale of radiant energy may be regarded as taking place in two stages, the first of which is concerned with the problem of selectivity.
4. There were other ways of applying high voltage.
5. On being heated to a sufficient high temperature any body becomes a source of light.
6. The new government acted immediately to protect overseas reserves by imposing additional import restrictions.
7. The increased use of cylinder liners has led to improvements in the centrifugal method of casting.
8. On unloadoing the goods were taken to the warehouse.
9. Carrying this test successfully was helped by the careful investigations of outstanding scientists.
10. Various methods of cooling transformers are adopted in practice depending upon the size and the local conditions.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.В.09 ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВОДА

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация

Сейсморазведка

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ…….. 3

I. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям……... 5
1.1 Повторение материала практических занятий……..... 5
1.2 Чтение и перевод учебных текстов……. 43
1.3 Подготовка к практическим занятиям (запоминание иноязычных лексических единиц и грамматических конструкций) ..……..... 54
1.4 Самостоятельное изучение тем курса (для заочной формы обучения) ……. 77

II. Другие виды самостоятельной работы…… 77
2.1 Выполнение самостоятельного письменного домашнего задания: 77
2.1.1 Подготовка к практико-ориентированному заданию ……. 77
2.2 Дополнительное чтение профессионально ориентированных текстов и выполнение заданий на проверку понимания прочитанного……. 81
2.3 Подготовка доклада…….. 88
2.4 Подготовка к тесту……..... 94
2.5 Подготовка к экзамену…….. 94

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении - это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знании должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню студента;
- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

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

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к сдаче *зачета*/*экзамена*.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине являются:
- повторение материала аудиторных занятий;
- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. работа с литературой);
- подготовка к практическим занятиям (в т.ч. чтение и перевод учебных текстов, запоминание иноязычной лексики);
- подготовка к экзамену.

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

I. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям

1.1 Повторение материала практических занятий

Практические занятия направлены на развитие умений иноязычного говорения в рамках заданных РПД тем: **Что такое перевод?, Словарно-справочный аппарат переводчика, Лексические трудности перевода, Передача в переводах отдельных элементов текста, Редактирование перевода, Грамматические трудности перевода.**

Тема №1

1.1 Сущность перевода

В повседневном, непрофессиональном понимании дать определение переводу достаточно просто. Любой случай, когда текст, созданный на одном языке перевыражается средствами другого языка мы называем переводом.

Поскольку язык это своего рода код или знаковая система, т.е. произвольное обозначение предметов и явлений действительности с помощью условных знаков, то перевод можно назвать перекодированием, поскольку каждый из условных знаков заменяется при переводе знаком другой знаковой системы.

Следовательно, перевод – это перевыражение или перекодирование исходного текста. Другими словами, перевод представляет собой перевыражение исходного текста средствами другого языка.

При этом термин «текст» понимается предельно широко: имеется в виду любое устное высказывание и любое письменное произведение от инструкции к телевизору до романа. Однако есть и ограничение: говоря о переводе, мы ограничиваемся вербальными текстами на живых человеческих языках. Понятие текста играет в переводоведении ключевую роль: переводчик, в отличие от лингвиста, имеет дело не столько с языком, сколько с его конкретными речевыми проявлениями – текстами, поэтому сфера перевода в этом смысле – царство речи. Под термином «текст» мы будем понимать речевое произведение, с помощью которого осуществляется вербальная коммуникация между людьми. Чаще всего отдельная законченная мысль реализуется в виде высказывания.

Всякий текст, как произведение речи, имеет определенное содержание, т.е. несет некую информацию, которая и подлежит передаче в процессе перевода. Это содержание иногда называют смыслом. Смысл высказывания и значения составляющих его слов не тождественны друг другу. Значение относится к единицам языка, оно существует и тогда, когда единицы языка не употреблены в коммуникации и не «актуализировались» в речи, образовав тем самым смысл высказывания или текста. Переводчик оперирует языковыми единицами, но объектом передачи в переводе является именно смысл, а не слова.

Иначе говоря, переводчик передает смысл всего текста, а не переводит отдельные слова. Этот основополагающий принцип перевода был высказан христианским писателем и богословом Иеронимом Стридонским еще в IV веке н.э.: «…я передаю не слово словом, а мысль мыслью».

Несоблюдение этого ключевого принципа перевода часто приводит к буквальному переводу, т.е. переводу «слово в слово». В результате нарушаются не только нормы языка, но и искажается смысл оригинала. Наглядной иллюстрацией «ловушек» буквального перевода могут служить пословицы, поговорки, разговорные клише, в которых общий смысл высказывания совсем не столь очевиден, как это может показаться на первый взгляд.

1.2 Определение перевода

Рассмотренные нами параметры понятия «перевод» касались преимущественно описания его как процесса, но в ходе обсуждения стало очевидно, что тем же термином мы обозначаем и результат этого процесса. Таким образом, слово «перевод» соотносится с двумя различными понятиями: 1) перевод как некая интеллектуальная деятельность, и 2) перевод как результат этого процесса, т.е. текст, созданный переводчиком.

Перевод – это деятельность, которая заключается в вариативном перевыражении, перекодировании текста, порожденного на одном языке в текст на другом языке, осуществляемая переводчиком, который творчески выбирает вариант в зависимости от вариативных ресурсов языка, вида перевода, задач перевода, типа текста и под воздействием собственной индивидуальности; перевод – это также и результат этой деятельности.

1.3 Основные положения перевода научно-технической литературы

Технический перевод – это перевод, используемый для обмена специальной научно-технической информацией между людьми, говорящими на разных языках.

Из этого определения вытекает, что технический переводчик есть посредник, без которого этот обмен был бы невозможен. Из этого же определения следует, что технический переводчик так же, как и литературный, должен знать два языка, одним из которых он должен владеть достаточно свободно для точного, ясного и грамотного воспроизведения содержания оригинала. Но это не всё. Так как технический перевод есть средство обмена научно-технической информацией, то, следовательно, целью этого перевода на русский язык должно быть использование принципиально новых сведений. А это значит, что в своей работе технический переводчик имеет дело с новым материалом (причем качественно новым и ещё никому у нас неизвестным), для восприятия которого нужна определённая подготовка, нужны специальные знания. В наши дни Россия обменивается научно-технической информацией со многими зарубежными организациями в различных странах, она обменивается патентной информацией практически со всеми странами мира; специальные научно-технические журналы, выходящие в России, полностью переводятся в США, и значительно большее количество иностранных изданий переводится России.

Научно-техническую информацию, поступающую к нам, можно разделить на три потока:

1. Патентную литературу, являющуюся основной формой обмена, так как всё новое в области науки и техники оформляется в виде патента и его производных форм.

2. Периодику, специально предназначенную для обмена научно-технической информацией, например: отраслевые бюллетени, содержащие рефераты, аннотации и названия; отраслевые научно-технические журналы, содержащие дискуссионные, проблематичные и отчётные статьи специального характера; библиографические указатели с названием тем, изобретений и предметов промышленной продукции, также иногда содержащие аннотации и тематические обзоры работ по данной отрасли.

3. Различные периодические и непериодические издания и источники информации, не предназначенные специально для научно-технического обмена, но которые могут использоваться для этой цели, например: специальные журналы и книги, рекламные материалы, инструкции и другие подобные источники специальной информации.

Технический перевод охватывает несколько форм или способов обработки оригинала переводчиком. Все виды технического перевода имеют свои особенности и законы. Эти формы не зависят от сферы специализации, и поэтому каждый технический переводчик должен уметь выполнять все виды технического перевода. При этом он должен:

1) знать хотя бы один иностранный язык в степени, достаточной для понимания;

2) знать другой язык (обычно родной) в степени, достаточной для грамотного изложения;

3) уметь пользоваться рабочими источниками информации;

4) уметь делать различные виды технического перевода;

5) обладать терминологическим минимумом;

6) обладать основами информационных компьютерных технологий, работать в режиме текстовых редакторов;

7) научиться качественно выполнять различные виды научно-технического перевода.

Различают перевод ***дословный, буквальный, трансформационный и адекватный***.

Дословным является перевод при совпадении структуры предложений и порядка слов в английском и русском языках, когда предложение переводится без существенных изменений.

При ***буквальном*** переводе оставляют грамматические конструкции и порядок слов оригинала, чуждые родному языку, и грамматическое явление переводится без учёта всего контекста. С точки зрения начинающего переводчика, буквальный перевод можно рассматривать как этап на пути к достижению адекватного перевода.

Трансформационный перевод предусматривает лексико-грамматические трансформации, связанные со структурными и лексико-семантическими расхождениями между языками. Наиболее распространенные виды трансформаций – это изменение порядка слов, замена частей речи и членов предложения, добавление или опущение слов, антонимический перевод и т.д.

Адекватным считается перевод, точно передающий мысли автора со всеми их оттенками, с хорошим литературным языком, с применением соответствующей терминологии и с соблюдением стиля.

Для иллюстрации буквального и адекватного перевода можно привести следующий пример:

«Design. The hanger is claimed to be a form of construction that is on a scale as yet unprecedented in this country. As a piece of engineering, the building is extravagantly impressive. Yet the constructional techniques are basically so simple that it seems ridiculous that to cast such a shell on the ground and jack it up hasn't been done more frequently before. Ridiculous, that is, until you consider the size of the roof".

Буквальный перевод: «Проект. Ангар, заявляется, есть форма конструкции, которая по масштабам пока беспримерная в этой стране. Как произведение техники здание непомерно внушительно. Тем не менее, конструктивная техника в основном так проста, что кажется смешно, что отливать такую оболочку на земле и поднимать её домкратами не делали более часто раньше. Смешно, то есть, пока вы не рассмотрите размера крыши».

При буквальном переводе всегда страдает правильность языка перевода и искажается смысл оригинала, что и подтверждается приведённым примером.

Адекватный перевод: «Конструкция. Утверждают, что ангар является по своим масштабам непревзойдённым строением такого рода в Англии. Как инженерное сооружение ангар производит очень сильное впечатление. Тем не менее, строительные методы в основном весьма простые и кажется совершенно нелепым, что в прошлом их не применяли чаще. Кажется нелепым, пока вы не учтёте размеров крыши, ведь метод состоял в том, что оболочку бетонировали на земле, а затем поднимали в проектное положение с помощью домкратов».

Слова in this country переведены: «в Англии», так как отрывок взят из статьи, опубликованной в английском журнале. Стремление к достижению сбалансированного изложения на русском языке привело к изменению порядка последних предложений оригинала.

1.4 Краткая характеристика языка научно-технической литературы

Для языка научно-технической литературы характерно отсутствие эмоциональной насыщенности, образных сравнений, метафор, элементов юмора, иронии и т.п.

Хотя основной особенностью языка научно-технической литературы является огромное количество специальных терминов, он включает большой процент общеупотребительных слов и словосочетаний. Значительную часть общеупотребительных слов составляют многозначные слова, представляющие известную трудность при переводе. Полисемантизм вообще характерен для английского языка, и нужно всегда иметь в виду, что любое, казалось бы знакомое, слово в зависимости от контекста может иметь совсем иное значение.

Контекст – синтаксический и лексический, узкий и широкий – служит тем средством, которое снимает у многозначной единицы все её значения, кроме одного. В этом заключается его функция. При переводе многозначных слов следует учитывать их грамматические и лексические связи в предложении.

Так, слово case имеет следующие значения: 1) случай, обстоятельство, положение, дело; 2) факты, доказательства, доводы (в пользу кого-либо или чего-либо); 3) судебное дело; 4) (мед.) случай, пациент, раненый и ряд других значений. В зависимости от контекста слово case может переводиться также следующими словами: вопрос, момент, прецедент и др.

It is not the case – это не так.

The executive of Union of Steel Metal Workers has passed the case back to the local officials to resolve.

Исполком национального союза металлистов вернул дело (вопрос) на рассмотрение местной администрации.

Слово facilities. Есть целый ряд английских слов, которые не имеют эквивалента в русском языке, и поэтому их приходится переводить по-разному, иногда, в зависимости от контекста, описательным путём. Одним из таких слов является слово facilities, которое обозначает предмет или обстоятельство, совокупность предметов или обстоятельств, помогающих совершить действие.

Facilities for transport – средства передвижения.

Facilities for studies – необходимые помещения, оборудование и даже наличие времени, необходимого для занятий.

Большой англо-русский словарь (БАРС) под ред. И. Р. Гальперина среди многочисленных значений даёт и следующие: 1) благоприятные условия, льготы; 2) оборудование, приспособление, аппаратура; 3) средства обслуживания, удобства. В зависимости от контекста facilities может переводиться и другими словами: возможность, помещение и т.д.

A more recent project has been the modernization of port facilities and the improvement of natural ports.

Более поздний проект предусматривает модернизацию оборудования порта и улучшение естественных портов.

MPs already complain of lack of facilities to do their work while Press and other staff also find they work in overcrowded and unsuitable conditions.

Члены парламента уже жалуются на отсутствие благоприятных условий для (выполнения) работы, и работники печати и другие служащие считают, что они также работают в переполненных помещениях и плохих условиях.

Интересно своей многозначностью и слово public, приобретающее различные значения в переводе терминологических словосочетаний : n 1) народ; 2) публика; 3) общественность; adj 1) общественный;

2) публичный, общедоступный; 3) общенародный; 4) открытый, гласный; 5) государственный, официальный и др.

Словосочетания:

public figure – общественный деятель

public image – репутация, мнение общественности (о каком-либо деятеле)

public service – коммунальное обслуживание

public facilities – предприятия общественного пользования

public officer – государственный служащий, чиновник, должностное лицо

public servant – должностное лицо, лицо, находящееся на государственной службе

public career – политическая карьера

public relations 1) связи (лица, организации) с общественностью, прессой; 2) реклама, пропаганда, рекламное дело; 3) служба (отдел) информации, отдел связи с печатью, пресс-бюро.

В ряде случаев правильный выбор лексического значения многозначного слова требует учёта его грамматических связей.

Так, хорошо известные значения глагола to assume – принимать, приобретать, характерны для него в тех случаях, когда за этим глаголом следует дополнение, выраженное существительным:

All deposits of uranium will assume tremendous importance.

Все залежи урана приобретут огромное значение.

В значении предполагать, полагать глагол to assume встречается в объектном инфинитивном обороте (сложном дополнении), субъектном инфинитивном обороте (сложном подлежащем).

We assume the compressor to be adaptable to any power source.

Мы полагаем, что компрессор можно приспособить к любому источнику.

1.5 Виды перевода

Приступая к переводу научно-технической литературы, можно использовать основные виды перевода:

1. Перевод путем использования имеющихся в русском языке эквивалентов, т.е. постоянных и равнозначных соответствий в двух данных языках, в большинстве случаев не зависящих от контекста,

например:

viscose – вискоза

cedar – кедр

heating – нагревание

loss – потеря.

2. Перевод с помощью аналогов, т.е. слов синонимичного ряда.

В этих случаях одному иностранному слову соответствует несколько русских слов, например:

Bunching – группирование, варьирование, образование сгустков, скапливание и т.д.

allowance – разрешение, поправка на что-либо, допуск.

Надо выбрать из этого ряда вариант, наиболее подходящий по контексту.

3. Калькирование, или дословный перевод, состоит в переводе английского слова или выражения путем точного воспроизведения их средствами русского языка, например:

multistoried – многоэтажный

motor convertor – двигатель-преобразователь

superpower system – сверхмощная система

sky-scraper – небоскреб.

При дословном переводе предложения не происходит каких-либо перегруппировок, сохраняется структура предложения, каждое слово переводится так, как оно дано в словаре (с учетом контекста).

Дословный перевод допускается и используется тогда, когда для большинства английских слов в предложении имеются эквиваленты в русском языке и когда структура предложения имеет полное соответствие в русском языке, например:

Radiomen well know that alternating current is the very current that makes radio possible.

Радисты хорошо знают, что переменный ток – это тот самый ток, который делает возможной радиосвязь.

Но дословный перевод возможен не всегда, рассмотрим предложение:

Before the coming of railway and the steamship the volume of world trade was very small compared with what it is today.

До появления железных дорог и паровых судов объем мировой торговли по сравнению с современным объемом был незначительным.

Дословный перевод для данного предложения несовместим с нормами русского языка, и слово coming нельзя переводить в этом предложении соответствующим слову приход. Рекомендуется для слова coming выбрать одно из лексических соответствий. Существительные

же railway и steamship необходимо перевести множественным числом, что более соответствует стилю русской речи. В предложении:

British steel shapes produced annually amount to twelve million tons.

Производство стального проката в Англии ежегодно достигает примерно 12 миллионов тонн.

По тем же соображениям нельзя steel shapes перевести дословно (стальные формы) и необходимо прибегнуть к русскому обороту –производство стального проката, а для глагола amount использовать русские глаголы равняться, доходить до.

От дословного перевода, однако, следует отличать недопустимый в переводческой практике буквальный перевод, т.е. простой механический перевод слов иностранного текста в таком порядке, в каком они следуют в нем, без учета синтаксических и логических связей.

4. Для перевода английских слов, не имеющих лексических соответствий в русском языке, можно использовать описательный перевод. Он представляет собой передачу значения английского слова при помощи более или менее распространенного объяснения, например:

prompt-period accident можно перевести, только прибегнув к описательному переводу: авария, связанная с переходом реактора на мгновенно-критический режим.

5. Транслитерация – это передача буквами русского письма букв английского письма независимо от произношения английского слова.

Для использования транслитерации можно и не знать произношения английского слова, ограничиваясь лишь его зрительным восприятием:

retarder – ретардер

transposition – транспозиция

irradiation – иррадиация.

Транслитерация целесообразна тогда, когда желательно воспроизвести лаконизм подлинника и сохранить специфическую характеристику данной реалии в иностранном языке.

6. Транскрибирование – это передача произношения английского слова русскими буквами, т.е. передача его фактического облика:

white spirit – уайт-спирит

fan – фэн

Whitehall Уайт-холл (улица в Лондоне, на которой расположены правительственные учреждения).

Транскрибирование является основным приемом перевода при передаче имен и названий и так же, как и транслитерация, используется в тех случаях, когда желательно воспроизвести лаконизм и специфику иностранного слова.

В тех случаях, когда эти стилистические соображения не играют большой роли, лучше пользоваться описательным переводом, так как транскрибирование дает новую лексическую единицу, чуждую русскому языку, которая может оказаться непонятной читателю.

Тема №2

Для того чтобы переводчик быстро находил нужные ему специальные сведения, он должен знать, какие рабочие источники информации бывают, что в каждом из них можно найти и в какой последовательности ими пользоваться.

Все рабочие источники информации, используемые переводчиком, можно разделить на общие, с которыми работают все переводчики, и специальные, которыми преимущественно пользуется технический переводчик.

Общие источники информации подразделяются на словари общего назначения и общие энциклопедии. Словари, в свою очередь, подразделяются на двуязычные (например, англо-русские и русско-английские, неспециальные словари и фразеологические словари) и одноязычные, включающие толковые словари (например, толковые словари русского и

английского языка) и словари иностранных слов; имеются также вспомогательные одноязычные словари (например, синонимов, антонимов и орфографические), а также энциклопедические словари общего назначения.

Специальные источники информации включают специальные словари, специальные энциклопедии, справочники по различным отраслям науки и техники, специальную литературу и прочие источники информации.

Специальные словари, в свою очередь, подразделяются на двуязычные, включающие политехнические двуязычные словари, отраслевые словари и вспомогательные специальные двуязычные словари (например, словари сокращений) а также одноязычные специальные словари (например, «Краткий политехнический словарь»).

2.1 Общие двуязычные словари

Для успешного пользования общими двуязычными словарями необходимо помнить следующее:

1. Любой общий двуязычный словарь (кроме фразеологического) даёт не перевод слов, а только возможные эквиваленты каждого данного слова и, как правило, далеко не все. Словарь только даёт намёк на то, что слово может выражать в определённом контексте.

2. Чтобы быстро находить нужное слово, надо хорошо знать алфавит. При частом обращении к словарю хорошее знание алфавита даёт значительную экономию времени.

3. Нужно хорошо знать смысл всех условных обозначений, сокращений, значков различных шрифтов и знаков препинания, используемых в словарных статьях, а для этого, прежде чем пользоваться словарем, необходимо внимательно прочитать статью о пользовании им и ознакомиться со списком сокращений.

Примером общего двуязычного словаря может служить «Новый большой англо-русский словарь» (НБАРС) под редакцией Ю. Д. Апресяна и Э. М. Медниковой, 2002 г. НБАРС охватывает все слои английской лексики от научно-технической терминологии до молодёжного сленга. В словарь включены обширные списки личных имён и географических названий. Виды словарных статей – отдельные слова, устойчивые словосочетания и словообразовательные элементы (приставки, суффиксы и т.д.). Переводы сгруппированы в значения и подзначения, упорядоченные по частотности употребления. Приводятся фонетическая транскрипция, сведения о нестандартно образуемых формах, управлении и т.п., в необходимых случаях даны подробные пояснения.

К важнейшим достоинствам НБАРС относится богатый иллюстративный материал, большая часть словарных статей снабжена примерами употребления слов в реальных контекстах.

НБАРС является дальнейшим развитием двухтомного «Большого англо-русского словаря», впервые изданного в 1972 году под редакцией И. Р. Гальперина.

2.2 Специальные политехнические двуязычные словари

Эти словари дают эквиваленты общетехнических и общенаучных терминов, а также и многих обычных слов, широко используемых в языке науки и техники.

Примером двуязычного политехнического словаря может служить «Англо-русский политехнический словарь» под редакцией А. Е. Чернухина (Изд. 2-е. М. : Сов. энцикл., 1971). В этом словаре расположение материала алфавитно-гнездовое, т.е. если термин состоит из одного слова, то это слово нужно искать как в обычном словаре, по алфавиту, а если термин состоит из нескольких слов, одно из которых является определяемым, а другое (или другие) – определениями, то такой термин нужно искать по определяемому слову. Обычно это слово стоит в конце терминологического сочетания, но может стоять и в начале, например, если определяемые слова присоединяются к нему предлогом «of».

Если слово входит в несколько терминологических сочетаний, то эти сочетания образуют гнёзда, в которых они располагаются в виде списка, несколько сдвинутого вправо от основного слова, приводимого в начале списка. Терминологические сочетания в этом гнезде

располагаются в алфавитном порядке по слову, являющемуся единственным или главным к основному термину, причем сам основной термин в списке-гнезде заменяется тильдой (~).

Термины политехнического словаря относятся ко всем отраслям науки и техники («поли» – греческое слово, обозначающее «много»).

Для указания, к какой именно области относится данный термин, используются специальные сокращения, например: свт. – светотехника; к-ф – кинематография и фотография; ак. – акустика. Эти сокращения набираются курсивом.

В конце словаря имеется список наиболее употребительных специальных сокращений и обозначений, принятых в различных областях науки и техники.

Словарь снабжён также приложением, в котором переводчик может найти очень полезные сведения, например, как обозначаются в английской и американской технической литературе футы, дюймы, десятичные дроби и т.д.; различные математические знаки, символы и сокращения, греческий алфавит, римскую нумерацию; английские и американские меры длин, веса и т.д.

Хорошими помощниками переводчика являются и отраслевые двуязычные словари. Они отличаются от политехнического тем, что в них можно найти больше терминов и эквивалентов, относящихся к данной отрасли.

Предположим, нам нужно перевести статью по экономике. Попробуем воспользоваться «Англо-русским коммерческим словарём-справочником» (сост. И. Г. Анохина. М. : Моби, 1992). Словарь содержит более 20 тыс. терминов, используемых в области финансов, кредита, внешней торговли, бухгалтерского учёта, ценообразования, страхования.

В приложении-справочнике можно найти подробные указания по составлению деловых писем и контрактов, краткий толковый словарь по внешнеэкономической деятельности, маркетингу, рыночной экономике, таблицу перевода мер и весов, денежные единицы стран мира, сокращения и т.д.

Отметим некоторые особенности данного словаря:

1) термины в словаре расположены в алфавитном порядке;

2) для составления терминов выбрана алфавитно-гнездовая система;

3) термины, состоящие из определяемых слов и определений, следует искать по определяемым словам;

4) пояснения к русским переводам набраны курсивом и заключены в круглые скобки, например: base (база, базис, основа, основание); to create a base (создать базу), raw material base (сырьевая база), (определяемое слово), bid (предложение цены (на аукционе), заявка (на торгах)).

2.3 Другие источники терминов

Помимо двуязычных словарей (бумажных и электронных на дисках и онлайновых) существуют и другие источники терминов:

1. Одноязычные русские и английские (американские) технические энциклопедии (например, McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms).

2. Одноязычные технические справочники для специалистов

(например, Mark’s Standard Handbook for Mechanical Engineers).

3. Сборники рекомендуемых терминов, выпускающиеся в советские годы Комитетом научно-технической терминологии Академии наук, которые до сих пор не потеряли своего значения, особенно при переводе научных статей. В общей сложности Комитетом было издано 119 выпусков. Многие выпуски можно приобрести в электронном виде в издательстве «ЭТС» (www.ets.ru).

4. Одноязычные толковые политехнические словари.

К этой категории относится очень полезный «Иллюстрированный толковый словарь научной и технической лексики», составленный по вузовскому тематическому принципу и изданный в 1994 году.

5. Посещение выставок, посвященных оборудованию и приборам для различных отраслей промышленности. Библиотека каталогов и проспектов, набранных на выставке, открывает доступ к новейшей информации по конкретной области.

6. Использование Интернета.

В процессе перевода переводчик обращается к Интернету в следующих случаях:

1) когда он хочет знать, что означает отсутствующий в словарях английский термин;

2) когда ему требуется найти определение термина;

3) когда он хочет знать, что означает отсутствующее в словарях английское словосочетание;

4) когда ему встретилось незнакомое сокращение;

5) когда заголовок документа или раздела не находит объяснения в последующем тексте;

6) когда ему необходимо знать, как выглядит некое устройство или схема технологического процесса;

7) когда ему необходимо убедиться, что созданный им русский эквивалент термина действительно используется российскими специалистами;

8) когда ему встретилось географическое название и нужно проверить, как оно пишется по-русски;

9) когда он встречает в переводимом документе цитату или фрагмент из другого документа, смысл которых непонятен;

10) когда ему необходимо ознакомиться со стандартом;

11) когда ему необходимо найти патент.

При этом он пользуется как находящимися в Интернете различными Web-сайтами (на которых хранятся Web-страницы и файлы с интересующей переводчика информацией), онлайновыми словарями – например, English Oxford Dictionary (www.oed.com), OnelookDictionary (www.onelook.com) и Massengineers (www.massengineers.com), а также многочисленными относительно небольшими узкоспециальными словарями, нередко прилагаемыми к описанию конкретного изделия фирмы.

В настоящее время один из наиболее полных и самых популярных автоматических онлайновых словарей – Multitran.

Заслуживает упоминания и словарь американских реалий, а именно: Англо-русский лингвострановедческий словарь «Американа». (Изд-во «Полиграмма», 1996). Полный текст этого словаря опубликован в бесплатном доступе по адресу: www.americana.ru.

Поиск содержащих необходимую информацию Web-страниц и файлов (т.е. тех или иных документов) осуществляется с помощью поисковых систем двух типов – индексов и каталогов. Интернетовский индекс ищет у себя (и находит или не находит) любое запрашиваемое у него слово или словосочетание, а интернетовский каталог подобен тематическому библиотечному каталогу: пользуясь каталогом, мы последовательно переходим от более широких и общих тем ко всё более узким и конкретным. Переводчик всегда знает, что он ищет, поэтому он может пользоваться только индексами, а именно наиболее популярными и мощными Google (www.google.com) и Яндекс (www.yandex.ru). Правила, по которым ищется отдельное слово или словосочетание, называют языком запросов.

Вызвав поисковую индексирующую систему и набрав в поле поиска запрос, мы получаем страницы поиска. На каждой странице поиска размещены описания тех или иных десяти (иногда более) Web-страниц. Описание Web-страницы начинается с её названия, затем следуют указание на формат, в котором страница выполнена (если это не традиционный интернетовский формат HTLM), и фрагменты текста страницы с выделенными жирным шрифтом словами, содержащимися в запросе. Наконец, следует интернетовский адрес описываемой страницы и ссылки Catched (Сохранено). Выбрав ссылку «Сохранено», мы увидим Web-страницу в том виде, в котором её видел Google в момент индексирования.

Наконец, укажем наиболее типичные формы запросов в системе Google:

а) пробел между словами запроса воспринимается Google как оператор AND, поэтому при запросе, например, feed pumps разыскиваются как термин feed pumps, так и по отдельности feed и pumps;

б) поиск фразы на Web-страницах осуществляется с помощью прямых кавычек: «feed pumps used in power boilers»;

в) знак * в запросе заменяет любое слово в составе разыскиваемой фразы (используется, когда фраза известна не полностью);

г) оператор OR между двумя словами требует искать страницы в которых есть хотя бы одно из двух слов (средство экономии времени на поиск);

д) чтобы Google прореагировал на служебное слово (обычно он их игнорирует), нужно перед этим словом поставить оператор плюс (+). Например, +to +be overruled;

е) при желании сузить поиск заголовками, нужно добавить (без пробела после двоеточия) префикс entitle, а именно: entitle:”feed pump”. Такой поиск полезен только для однокомпонентных либо довольно распространённых терминов;

ж) при желании, например, найти питательные насосы для котлов можно ещё более сузить поиск, запросив: entitle:”feed pump” boilers; в этом случае в заголовок попадают feed pumps, а слово boilers может встретиться в любом месте документа и, в частности, в том же заголовке.

При переводе научно-технических текстов также можно использовать тематические глоссарии, часто с подробными комментариями и объяснениями на следующих Web-сайтах компаний :1) slovary.ru; 2) ru.wikipedia.org; 3) lingvo.ru; 4) lingvo.yandex.ru; 5) lingvotech.com (elslovari); 6) sokr.ru

Тема №3

Лексический состав научно-технических текстов характеризуется широким использованием терминов (слов, словосочетаний, фраз), являющихся инструментом, при помощи которого оперируют научно-техническими понятиями, и относительно малым разнообразием лексических групп. Основной признак терминов – их определяемость, иными словами, формой существования термина является определение.

В общем под термином понимается слово или словосочетание любой формы употребления, выражающее научное понятие, имеющее определение и пригодное к применению в науке и технике. Все термины делятся на простые, сложные и словосочетания.

Для того чтобы правильно определить выражаемые термином понятия, нужно знать и ту область науки и техники, к которой относится данная терминология. Любой термин следует рассматривать не как обособленную смысловую единицу, вне всякой связи с окружающими его словами и контекстом в целом, а как слово, за которым закреплено определённое техническое значение, но которое может изменить своё содержание в зависимости от той отрасли, в которой оно употребляется в данном конкретном случае.

Для термина характерна соотнесённость с точным определённым понятием, стремление к однозначности. Это приводит к тому, что ряд терминов приобретает своего рода независимость от контекста и, следовательно, может переводиться с помощью лексического эквивалента.

Многие английские термины в любом контексте соответствуют определённым русским терминам, например: voltage – напряжение, capacitance – ёмкость, oxygen – кислород, wattage – мощность. Основная масса научно-технической терминологии не входит в состав общелитературного языка, оставаясь понятной лишь специалистам данной отрасли знания. Тем не менее, роль контекста чрезвычайно велика, так как значительное количество терминов представляет собой общеупотребительные английские слова, взятые в специальном значении. Так, контекст помогает выявить:

1. Употреблено ли слово в своём обычном значении или в специальном техническом, например, valve – клапан или электронная лампа, short – короткий или короткое замыкание, planning – планирование или технология.

2. В каком из своих значений употреблён многозначный термин в данном конкретном случае. Например, означает ли существительное switch – выключатель, железнодорожная стрелка или коммуникационный аппарат? Используется ли термин line в значении линейный или производственный? Как следует перевести глагол shunt – параллельно включать или маневрировать? Только контекст позволяет выявить значение многозначного слова.

3. Кроме того, в ряде случаев контекст даёт возможность опустить некоторые компоненты термина-словосочетания, которые подразумеваются сами собой. Например, вместо transformer primary winding в том же самом контексте может часто употребляться просто primary – первичная обмотка трансформатора; вместо oil-circuit breaker употребляется breaker – масляный выключатель.

Возможность использовать в контексте не весь термин-словосочетание, а только какую-то его часть обусловливается тем, что термин связан с определённым точным понятием или явлением.

Термины объединяются в определённые терминологические системы, выражающие понятия определённой отрасли знаний.

В каждой терминологической системе термины образуют определённые группы, для которых общим является их принадлежность либо к классу предметов, либо к классу процессов, свойств и т.п.

Каждая из этих групп делится в свою очередь на более узкие терминологические группы. В терминологических группах сложных терминов часто выступает один общий элемент. Например, языковые единицы tele, scope выступают в качестве компонентов сложного слова – telegraph, television, horoscope, telescope и т.п.

3.1 Образование английской научно-технической терминологии

Основными способами образования терминов являются синтаксический, морфологический, а также заимствования из других языков отраслевых терминологий.

Большинство современных английских терминов образованы синтаксическим способом:

1. С помощью предложных сочетаний:

body of a reactor – корпус реактора

lid of frame – крышка корпуса

2. С помощью конструкции типа «существительное + существительное:

survey party – изыскательская партия

suspension bridge – подвесной мост

3. С помощью конструкции «прилагательное + существительное»:

vertical component – вертикальная составляющая

electrical substation – электрическая подстанция

4. С помощью конструкции типа «причастие I + существительное»:

accelerating field – ускоряющее поле

rectifying tube – выпрямительная лампа

5. С помощью конструкции типа «причастие II + существительное»:

fixed contact – неподвижный контакт.

Наиболее распространённым типом морфологического способа образования является суффиксация.

Продуктивными суффиксами в области научно-технической терминологии являются:

-ium – латинский суффикс, широко используемый в химической терминологии:

deuterium – дейтерий, тяжёлый водород

curium – кюрий (хим.)

-osis – суффикс заимствован из греческого языка через латинский, используется для образования существительных, обозначающих различного рода болезни:

silicosis – силикоз, болезнь лёгких, вызванная попаданием в них частиц каменно-угольной пыли и т.д.

-ite- coalite – бездымное топливо

-ize- dieselize – оборудовать дизелем

-ee- employee – служащий

-ism- synchronism – синхронизм

-er- ejector – эжектор

-ing – суффикс, для образования существительных, указывающих на действие:

handling – управление, уход за машиной.

В современной научно-технической литературе на английском языке наблюдается тенденция увеличения количества разного рода сокращений (аббревиаций) всех морфологических классов слов и словосочетаний. Рост числа сокращений объясняется тем, что сложные слова и словосочетания громоздки и неудобны и появляется стремление передать их кратко.

Laser-light amplification by stimulated emission of radiation – квантовый генератор и усилитель оптического диапазона.

Сокращения, как и отдельные слова, могут выступать в предложении в различных синтаксических функциях и оформляются морфологически по всем правилам английской грамматики (принимать множественное число, употребляться в притяжательном падеже).

1. Буквенные сокращения (инициальный тип сокращения):

а) сокращенное слово – это первая буква и сокращённое словосочетание – первые буквы компонентов. Сокращенные слова произносятся полностью:

E-east – восток

R-railway – железная дорога;

б) сокращенное словосочетание произносится чаще всего как название букв, составляющих сокращение:

Emf – electromotive force – электродвижущая сила.

2. Слоговые сокращения.

Слоговые сокращения представляют собой начальные слоги компонентов словосочетаний. Они пишутся слитно и читаются как одно слово:

maxcap- maximum capacity – максимальная мощность.

3. Усеченные слова:

а) усечение, при котором остаётся начальная часть слова:

sub (submarine) – подводная лодка;

б) усечение, при котором остаётся конечная часть слова:

chute-parachute – парашют;

в) усечение, при котором отпадает средняя часть слова:

Ry (railway) – железная дорога;

г) усечение, при котором остаются два слога:

memo(memorandum) – докладная записка;

д) усечение прилагательного в сложном слове:

technicolour- (technical colour) – цветная кинематография.

Заимствования из других языков в английской терминологии в среднем составляют 3 – 4 %.

3.2 Многокомпонентные термины и способы их перевода на русский язык

При работе с лексикой научно-технической литературы наибольшую трудность для понимания и перевода представляют многокомпонентные термины – терминологические словосочетания, созданные лексическим и синтаксическим способом, т.е. представляющие собой словосочетания, образованные по определённым моделям. Терминологические словосочетания представляют собой семантически целостные сочетания двух или большего числа слов, связанных с помощью предлога или беспредложным способом. Они могут быть устойчивыми и свободными сочетаниями.

При переводе терминологических словосочетаний необходимо уяснить, в каком порядке следует раскрывать значение данного словосочетания. Терминологические словосочетания

строятся из сочетания существительного обычно в единственном числе (ядра словосочетания) с другими частями речи, которые могут стоять до и после него.

Особую трудность при переводе представляют беспредложные терминологические словосочетания, состоящие из цепочки слов, не связанных между собой какими-либо служебными словами (артиклями, предлогами и т.д.)

В беспредложном терминологическом словосочетании главным словом является последнее, все слова, стоящие слева от него, играют второстепенную роль – роль определения. Перевод беспредложных терминологических словосочетаний надо начинать с главного слова.

Например: life test – испытание на срок службы; radio wave propagation – распространение радиоволн.

Основные способы перевода терминов-словосочетаний

1. Перевод с помощью русских слов и выражений, дословно воспроизводящих слова и выражения английского языка (так называемое калькирование):

single-arm semaphore – однокрылый семафор

low-noise engine – малошумовой двигатель.

2. Перевод с помощью использования родительного падежа:

direct current system – система постоянного тока

control-surface cable – тросуправление.

3. Перевод с помощью использования различных предлогов:

pressure oil gun – шприц для подачи масла под давлением для пресс-маслёнок

data processing equipment – оборудование для обработки данных.

4. Перевод одного из членов словосочетания группой поясняющих слов:

high aluminum cement – цемент с большим содержанием глинозёма

analogue computer – счетно-решающее устройство непрерывного действия.

5. Перевод с изменением порядка компонентов атрибутивной группы:

battery-charging mother generators – мотор-генераторы, подзаряжающие батареи

automobile repair plant construction project – проект строительства авторемонтного завода.

3.3 Типы лексических соответствий

Подавляющему большинству слов английского языка соответствуют в русском языке слова, близкие им по смыслу. Русское слово, близкое по значению аналогичному английскому, принято называть лексическим соответствием или эквивалентом. В практике перевода под термином «эквивалент» понимается любое правильно найденное соответствие.

Условно все лексические соответствия можно подразделить на три типа:

1) однозначные эквиваленты;

2) вариантные соответствия;

3) лексические трансформации.

1) однозначные эквиваленты

Когда значению английского слова соответствует значение одного русского слова, мы имеем дело с однозначным эквивалентом. К лексическим однозначным эквивалентам в любом языке относятся определенные группы лексики:

- имена собственные и географические названия, входящие в словарный состав обоих языков, например: Zeus – Зевс; Moscow – Москва; Poland – Польша; William Shakespeare – Уильям Шекспир;

- научные и технические термины, например: hydrogen – водород; mammal – млекопитающее; usufruct - узуфрукт; porcupine – дикобраз; schizophrenia – шизофрения; vertebra – позвонок; sea-buckthorn – облепиха;

- наименования организаций, партий и т.п., например: United Nations Organization – Организация Объединенных Наций; The International Court of Justice – Международный суд ООН; FIFA – ФИФА (Международная организация футбольных ассоциаций);

- некоторые другие группы слов, близкие по семантике к указанным трем, например: а) названия месяцев и дней недели: January – январь; Monday – понедельник; б) числительные:

thousand – тысяча; million – миллион; в) личные местоимения: I – я; they – они.

Передача эквивалентов на другой язык не зависит от контекста и от переводчика требуется лишь твердое знание соответствующего эквивалента.

Для переводчика стабильные лексические соответствия имеют большое значение. Они являются как бы опорными точками текста перевода (особенно устного), поскольку такие эквиваленты почти всегда можно использовать «готовыми», и это дает возможность сосредоточить усилия на других более сложных для перевода отрезках. Именно эти единицы перевода, прежде всего, проясняются в сознании переводчика и помогают ему понять значение окружающего контекста и всего высказывания в целом.

Интернациональными словами обычно называются слова, которые сходны по звучанию, написанию и значению и встречаются в ряде языков.

Это слова-заимствования, которые появились в языках на основе транскрибирования и транслитерации. Большинство интернациональных слов заимствованы из греческого, латинского и французского языков. Как известно, в средние века латинский язык был интернациональным языком – языком науки, дипломатии и литературы. Интернациональные слова французского происхождения были заимствованы в более позднюю эпоху. Чаще всего такие слова выражают общественно-политические и научные понятия: parliament – парламент; philosophy – философия; system - система; astronomy – астрономия; diameter – диаметр.

В ряде случаев заимствованные слова используются в разных языках с одинаковой семантикой и могут помогать переводчику. Помощь они оказывают в тех случаях, когда за внешним сходством стоит совпадение знаний. Независимо от контекста слово zinc будет переводиться как «цинк», chameleon как «хамелеон», centimeter как «сантиметр», a classical music как «классическая музыка». Для изучающего язык эти слова как бы служат опорами, на которых строится смысл текста, есть основания полагать, что и в сознании переводчика интернациональные слова проясняются в первую очередь.

Обратите внимание на то, как много схожих с русскими лексических единиц в следующей статье европейской конвенции по правам человека:

Prohibition of discrimination

The enjoyment of the rights and freedoms set forth in this Convention shall be secured without discrimination on any ground such as sex, race, colour, language, religion, political or other opinion, national or social origin, association with social minority, property, birth or other status.

Запрещение дискриминации

Пользование правами и свободами, признанными в настоящей Конвенции, должно быть обеспечено без какой бы то ни было дискриминации по признаку пола, расы, цвета кожи, языка, религии, политических или иных убеждений, национального или социального происхождения, принадлежности к национальным меньшинствам, имущественного положения, рождения или по любым иным признакам.

Однако большинство интернациональных слов в английском и русском языках не совпадают по своему объему значений. Такие слова принято называть псевдоинтернациональными или «ложными друзьями» переводчика. (Так назвали эту группу слов еще в 20-е гг. XX столетия французские исследователи и переводчики М.Кеслер и Ж.Дерокиньи, которые впервые назвали данный класс слов faux amis du traducteur – «ложные друзья переводчика». В английском языке для их обозначения используются термины false cognates и false friends.) Поразительное сходство таких слов по форме с русскими словами вынуждает переводчика считать их сходными и по содержанию. А здесь то и таится опасность. Попав в эту ловушку, переводчик может неправильно передать значение таких слов и тем самым исказить смысл всего высказывания. Так, в вышеуказанном примере было бы ошибкой переводить английские слова sex, association, status как «секс», «ассоциация», «статус», поэтому для их перевода необходимо найти другие соответствия.

В той же мере, в какой интернациональная лексика служит подспорьем переводчику, псевдоинтернациональная может являться помехой – вводить в заблуждение, толкать к ложным

аналогиям и разного рода оплошностям и ошибкам. Приведем примеры некоторых таких ошибок, которые взяты из реальной жизни.

1. В фильме «Саймон говорит» главный герой, спустившись в машине с парашютом прямо на пляж и проезжая мимо удивленных людей, говорит своему спутнику (в переводе): «Эти кавказцы?» Людям, не знающим английского языка трудно было догадаться, о каких кавказцах идет речь. Разумеется, герой (афро-американского происхождения) говорил не о кавказцах, а о белых. Герой просто восклицал, удивляясь: «Ох уж эти белые!» Слово Caucasian в английском, прежде всего, употребляется для обозначения расы со светлым (белым) цветом кожи, европейца. Кстати, кавказцы по-английски будет men from / natives of the Caucasus.

2. Еще один, классический пример – перевод названия фильма-ужаса The Faculty – «Факультет». Герои фильма учатся в школе, и никакого факультета у них и в помине нет. Дело в том, что слово faculty может обозначать «преподавательский состав учебного заведения», проще, учителей и именно в них по сценарию вселяются пришельцы. Может быть, фильм стоило бы так и назвать «Учителя-пришельцы»?

3. В одном из переводов фильма The American Beauty героиня говорит мужу: You look so pathetic. Переводчик передает эту фразу так: «Ты выглядишь таким патетичным». Он просто не удосужился проверить по словарю значение слова pathetic, которое значит «жалкий, печальный». Таким образом, реплику героини нужно было бы перевести, например, так: «Ты выглядишь таким жалким!» / «Ты такой жалкий!» Кстати, в разговорном употреблении жалость часто переходит в презрение: You’re pathetic – «Ты (просто) ничтожество».

4. В одном американском фильме (где роль Гудзонского Ястреба играет Брюс Уиллис) речь идет о похищении рукописной книги Леонардо да Винчи – по-английски - codex. Однако в переводе его с упорным постоянством переводили как «кодекс». Русскому слову кодекс, как правило, соответствует другое слово – code (criminal code, civil code и т.п.)

Приведенные примеры наглядно свидетельствуют о том, что «ложные друзья» переводчика требуют к себе пристального внимания.

Классификация «ложных друзей» переводчика

В сопоставлении русского и английского языков слова, называемые «ложными друзьями» переводчика можно подразделить на две основные группы:

1) слова, которые имеют сходное написание и произношение, но совершенно другой значение

Схематически такое отношение между значениями английского и русского слов можно представить следующим образом:

А Р где, А – значение английского слова, а Р – значение русского слова.

Такой тип отношения между схожими словами называется внеположенностью. На схеме наглядно видно, что значения английского и русского языков не перекрещиваются, т.е. не имеют вообще ничего общего. При этом контекст зачастую не подает сигналов о том, что напрашивающееся по аналогии «соответствие» – ложное. Например:

She has a very fine complexion. У нее чудесный цвет лица (а не комплекция).

The work is done accurately. Это работа выполнена точно (а не аккуратно).

The troops were sent by sea. Войска (а не трупы) были отправлены морем.

He spoke to her in Dutch but she didn’t understand him. Он заговорил с ней на голландском (а не на датском), но она его не поняла.

He is a physician. Он – врач-терапевт (а не физик).

Некоторые русские и английские слова могут обозначать разные понятия, но при этом принадлежать к одному семантическому полю. К примеру, английское слово decade и русское «декада» означают, определенный отрезок времени, но первое – «десятилетие», а второе – «десять дней». Английское biscuit и русское «бисквит» относятся к гастрономической сфере, но первое – это «сухое печенье, галета», а второе – «выпечка из сладкого сдобного теста», velvet и «вельвет» – обозначают разные виды ткани: английское velvet – это «бархат», а русское название «вельвет» соответствует английскому слову corduroy.

2) к более сложным случаям относятся такие «ложные друзья», которые лишь в одном

или двух значениях совпадают с русскими словами, но расходятся в остальных. Такой тип отношений между значениями двух слов называется перекрещиванием.

По сути речь идет о частном случае многозначности, когда слово с несколькими значениями в одном из своих значений соответствует схожему ему по форме слову другого языка. Например:

advocate – сторонник, защитник, активист, а не только адвокат;

dramatic – впечатляющий, привлекающий внимание, яркий, значительный, а не только драматический/драматичный;

legal – законный, юридический, правовой, судебный, правомерный, а не только легальный;

aggressive – напористый, целеустремленный, энергичный, а не только агрессивный;

object – цель, задача, а не только объект;

material – вещественный, существенный, а не только материальный;

nation – государство, народ, страна, и реже нация;

officer – чиновник, должностное лицо, полицейский, служащий, капитан на торговом судне, а не только офицер.

Такая лексика составляет большую часть «ложных друзей» переводчика и поэтому требует особого внимания. Страховкой от ошибок может быть лишь очень внимательный анализ контекста и проверка всех значений по словарю.

3.4 Трудности перевода фразеологизмов, пословиц и поговорок

Пословицы, поговорки и фразеологизмы являются оборотом речи, особой формой, облаченной в краткое, ритмизованное изречение, несущее обобщённую мысль, вывод, иносказание с дидактическим уклоном. Основными их особенностями являются многозначность, несоответствие со значением составляющих компонентов, омонимия.

Трудности перевода **пословиц, поговорок и фразеологизмов** с одного языка на другой существовали, и будут существовать всегда, так как их перевод не является однозначным.

Одной из важных проблем при переводе является распознавание устойчивых выражений в тексте оригинала. Ведь неправильное их восприятие приводит к искажению текста перевода.

Следует отметить и необходимость учитывать национально-культурную специфику языка, его образность. Ведь, совпадая по смыслу, они могут иметь разные эмоциональные оттенки или стилистическую окрашенность.

Можно выделить следующие соответствия пословиц, поговорок и фразеологизмов:

• **Фразеологизм** полностью совпадает с фразеологической единицей языка перевода в прямом и переносном значениях.

Например:

«To be unable to put two words together» - «Двух слов связать не может»;

«Money rules the world» - «Деньги правят миром»;

«All is not gold that glitters» - «Не всё то золото, что блестит»;

«To live under the same roof» - «Жить под одной крышей».

Частичное совпадение с языком перевода. Одинаковый переносный смысл передается с помощью другого образа, сохраняя все остальные компоненты фразеологизма.

Например:

«Two dogs fight for a bone and the third runs away with it» - «Две собаки дерутся, а третья кость грызет»;

«As cross (glum, silky) as a bear» - «Злой, как собака»;

«A bird in the hand is worth two in the bush» - «Лучше синица в руках, чем журавль в небе».

Вариант оригинала не соответствует языку перевода. Здесь происходит отказ от применения фразеологического соответствия и происходит описание основного (переносного) смысла переводимого сочетания.

Например:

«Every dog has his day» - «Будет и на нашей улице праздник»;

«Neck or nothing» - «Либо пан, либо пропал»;

«East or West, home is best» - «В гостях хорошо, а дома лучше».

Перевод фразеологизмов, пословиц и поговорок, по праву, можно считать одним из самых трудных переводческих аспектов. Так как очень сложно переводить то, что считается духовным наследием народа, частью их культуры. Смысл, понятный одному человеку, кажется чем-то новым для другого. Зачастую, чтобы раскрыть полное значение фразеологизма, необходимо найти его эквивалент в языке перевода. Однако, реальный процесс – это не просто поиск эквивалентных языковых соответствий, а сложный, многогранный процесс, на который, кроме мастерства и профессионализма переводчика, влияют множество других факторов, впоследствии отражающихся на качестве перевода.

3.5 Термины

Термин - это «специальное слово (или словосочетание), принятое в профессиональной деятельности и употребляемое в особых условиях», «словесное обозначение понятия, входящего в систему понятий определённой области профессиональных знаний», «основной понятийный элемент языка для специальных целей». Термины преобладают над иными видами специальной лексики (профессионализмами, профессиональными жаргонизмами и пр.), формируя тем самым значительный терминологический пласт. Среди ученыхлингвистов, занимавшихся исследованием терминологии можно выделить таких, как А.В. Суперанская, Н.В. Подольская, Н.В. Васильева, М.В. Умерова, К.А. Мякшин, В.М. Лейчик. В целом, объем исследований терминологической лексики сравнительно небольшой. Благодаря терминам в научных текстах обеспечивается полная и точная передача информации. Разными учеными выдвигаются различные требования к терминам. Наиболее подробный перечень требований, предъявляемых к терминам, представлен у Сагера: логическая связь с понятием, систематичность, следование основным правилам словообразования, возможность образования производных, отсутствие плеоназмов, краткость и релевантность информации, отсутствие синонимов, отсутствие морфологических вариантов, отсутствие омонимов, моносемия, точность содержания, независимость от контекста. Также допускается наличие у терминов синонимов, среди которых один есть основной способом наименования понятия, а другие считаются вариантами, и их употребление иногда обусловлено контекстом и другими условиями. Термины объединяются в группы по значению и образуют «терминологическое поле», так как понятие, которое обозначается термином, взаимосвязано с другими понятиями той же области и является «элементом системы понятий». Также термины, в отличие от общеупотребительной лексики, должны быть связаны с определенным видом или направлением деятельности.

Основанием для выделения классификаций терминологической лексики служат определенные признаки, а именно: формальные, содержательные, функциональные, внутриязыковые и внеязыковые. По категории понятия выделяют термины предметов, процессов, признаков, свойств, величин и единиц.

Учитывая историческое происхождение, можно выделить исконные термины, заимствованные термины и термины-гибриды. С точки зрения формы термины в первую очередь делятся на термины-слова (однословные термины) и термины-словосочетания.

«Все термины делятся на общенаучные, общеотраслевые, и номенклатурные, - отраслевые и узкоспециальные термины, а также на узкоотраслевые». По степени абстракции выделяют теоретические термины и эмпирические термины (термины наблюдения). С учетом предметной принадлежности называемых терминами понятий и соответственно принадлежности терминов той или иной области знания выделяются математические, физические, метрологические, биологические термины, дипломатические, спортивные, военные, ремесленные термины и т.д.

По семантической (содержательной) структуре термины можно разделить на однозначные (моносемичные) и многозначные (полисемичные). С точки зрения семантической структуры сочетания делятся на свободные, устойчивые и фразеологические сочетания.

Перед переводчиком стоит важная задача по сохранению эквивалентности при переводе терминов. Существуют различные подходы к определению данного понятия. Рассмотрим три подхода, выделяемые В.Н. Комиссаровым. Первый подход подразумевает эквивалентность как тождественность, наиболее полное сохранение содержания оригинала в переводе. Второй подход направлен на поиск инвариантной части текста. Целью переводчика является сохранить эту часть. Третий подход подразумевает, что эквивалентность состоит в сохранении цели коммуникации – речевой функции высказывания.

Что касается понятия терминологической эквивалентности, то выделяется несколько подходов к ее изучению: логоцентрический и лексикоцентрический. Суть логоцентрического подхода заключается в определении эквивалентности как логического понятия. Если термины разных языков обозначают одно и то же понятие, они считаются эквивалентными. Данный подход допускает наличие синонимии и вариативности. Второй подход приравнивает терминологическую эквивалентность к лексической.

Первый подход представлен в стандартах Международной организации по стандартизации (ISO), в которой были разработаны четыре вида соотношения понятий различных языков с целью разработки принципов их гармонизации:

1. идентичные понятия - понятия, полностью совпадающие по объёму и не требующие гармонизации;

2. частично пересекающиеся понятия - понятия, имеющие различия в объёме; различия между ними могут быть незначительными - можно рассматривать их как одно понятие, имеющее в каждом языке определённые особенности;

3. понятия, существующие в одной понятийной системе и отсутствующие в другой;

4. одно понятие в одной понятийной системе, соответствующее более чем одному понятию в другой понятийной системе.

Считается, что невозможно «перевести» термин, можно лишь выделить «перечень лексических эквивалентов этого слова и их дефиниций, отражающих набор значений исходной единицы». Поэтому перевод термина есть поиск уже существующих соответствий в языке, нежели поиск нового.

Существует несколько способов подбора терминологического соответствия в языке перевода:

1. поиск имеющегося в языке перевода эквивалента термина;

2. «семантическая конвергенция» – создание нового значения у существующего в языке перевода слова или словосочетания под воздействием оригинального термина Результатом конвергенции в таком случае являются лексико-семантические аналоги;

3. калькирование: семантическое калькирование (поэлементный перевод) или структурное калькирование;

4. заимствование;

5. использование греко-латинских элементов (интернационализмов);

6. описательный перевод.

Данные способы передачи термина на иностранном языке можно считать способами перевода термина, когда речь идёт о создании нового соответствия, иногда также новой языковой единицы. Переводчик располагает приёмами, обычно используемыми для передачи безэквивалентных единиц (имён, названий, реалий, терминов). К уже перечисленным можно добавить транслитерацию и транскрипцию и создание полностью нового термина, лексическая форма которого не будет иметь значительной связи с формой оригинального термина. Также некоторыми учеными выделяется смешанный способ, который подразумевает соединение нескольких способов.

Считается, что термины тесно связаны с общеупотребительными словами языка. Вследствие этого некоторые способы лексической передачи единиц языка могут быть также

применены в отношении терминов. Рассмотрим использование лексических трансформаций для передачи безэквивалентной терминологии.

Разными учеными выделяются различные классификации переводческих трансформаций. Например, В.Н. Комиссаров определяет существование трансформаций в пределах трансформационной грамматики, т.е. в связи с существованием в языке взаимосвязанных синтаксических структур. Согласно его классификации, переводческие трансформации можно разделить на три класса: лексические, грамматические и лексикограмматические.

Я.И. Рецкер подразделяет все переводческие трансформации на лексические и грамматические. Лексические трансформации по Рецкеру понимаются как «приёмы логического мышления», которые служат для раскрытия значения иностранного слова в контексте. В соответствии с данным подходом, можно выделить семь основных видов лексических трансформаций: дифференциация значений, конкретизация значений, генерализация значений, смысловое развитие (замена словарного соответствия при переводе контекстуальным. Сюда относится метафора и метонимия), антонимический перевод, целостное преобразование и компенсация «потерь».

Именно приемы дифференциации, конкретизации, генерализации и смыслового развития являются наиболее релевантными для перевода терминов, поскольку затрагивают формально-логические отношения между понятиями, относятся к взаимоотношению объемов понятий. Также выделим приемы добавления и опущения.

Как отмечает Н.К. Гарбовский, большинство типологий трансформаций похожи по структуре, они также опираются на различные уровни языковой системы. Классификация, которую выделяет автор, основана на логико-семантических и семиотических категориях, на которых основывалась теория переводческой эквивалентности. Согласно Н.К. Гарбовскому, «эквивалентный перевод - это тот, в котором все преобразования смыслов, заключённых в исходном сообщении, носят рациональный характер и не зависят непосредственно от воли переводчика». Автор также подчёркивает важность рассмотрения каждого отдельного преобразования в интерпретирующей системе перевода в целом.

Таким образом, при переводе терминологической лексики переводчик должен ориентироваться не только на типологию текста и его стилистическую принадлежность, а также должен вести учет различных факторов и учет контекста. Для воссоздания терминологической единицы в языке перевода возможен поиск эквивалента или аналога, использование транскрипции, транслитерации или калькирование, заимствование термина, описательный перевод, использование интернационализмов, а также создание полностью нового термина. Помимо данных способов возможно применение переводческих трансформаций, описанных выше. Трансформации возможны на 4 уровнях эквивалентности: прагматическом, денотативном, сигнификативном и синтаксическом. Для перевода терминов и терминологических сочетаний особо важным является сигнификативный уровень (семантический), в рамках которого возможно использование следующих переводческих трансформаций: генерализация, конкретизация, перифраза и дифференциация.

Тема №4

4.1 Передача английских имен собственных на русском языке

При переводе практически любого текста приходится сталкиваться с необходимостью передачи иностранных имен собственных. **Имена собственные** – это особый класс слов, выполняющих в основном номинативную функцию, т.е. служит названием (наименованием) предмета. Имена собственные представляют собой очень обширный пласт лексики в переводе. Подсчитано, что имен собственных и названий в языке больше, чем нарицательной лексики.

К именам собственным относятся:

- имена, фамилии или прозвища людей, клички животных; - географические или страноведческие названия (т.е. названия объектов и предметов культуры, искусства и т.д. англоязычных стран);

- названия народов и племен;
- названия предприятий и организаций (включая названия фирм, компаний, корпораций);
- названия спортивных команд, клубов;
- названия типов ракетно-космической и боевой техники, марок автомобилей;
- позывные станций связи;
- названия периодических изданий и другие названия.

В теории перевода имена собственные называются ***единичными понятиями***, т.к. **они обозначают строго один объект**. В подавляющем большинстве случаев значение имени собственного, как правило, не зависит от контекста. Может показаться, что задача переводчика сводится к автоматической подстановке нужного иноязычного соответствия. Но на самом деле эта простота кажущаяся. Здесь возникают проблемы совершенно иного плана, связанные как со спецификой звукового, графического и грамматического строя каждого из языков, так и с отсутствием единой системы в передаче этого пласта лексики в переводе.

На вопрос, существуют ли определенные правила передачи имен собственных в переводе, к сожалению, приходится ответить отрицательно. За правило переводчик должен взять поиск или проверку нужных соответствий по словарям, справочникам, атласам, энциклопедиям и т.д. Тем не менее, даже краткий обзор тех способов и приемов, которые используются, пусть и непоследовательно, при передаче этого разряда лексики, может помочь начинающему переводчику лучше ориентироваться в данном вопросе и избежать возможных ошибок.

Итак, существует несколько приемов передачи имен собственных. К ним относятся:

1) транскрипция;
2) транслитерация;
3) перевод или калькирование;
4) включение в текст иностранного имени в его исходной графике.

Рассмотрим их по порядку, начиная с конца, двигаясь как бы по нарастанию степени их употребительности и популярности в современной переводческой практике.

1) включение в текст иностранного имени в его исходной графике Данный способ передачи удобен тем, что он сразу выделяет имя собственное в контексте и снимает ряд проблем, связанных с трудностью или невозможностью передачи отдельных иноязычных звуков или букв. Этот способ применяется в некоторых научных изданиях, а также в юридических документах (договорах, протоколах и т.п.). Например:

*For years such organizations as the **Audibon Society** and the **Sierra Club** have been in the forefront of environmental movement. В течение многих лет такие организации как **Audibon Society** и **Sierra Club** занимали ведущее положение среди участников движения в защиту окружающей среды.*

Тем не менее, этот способ имеет довольно ограниченное применение.

Приемлемый для зрительного прочтения, он не работает при необходимости «озвучивании» текста человеком, не знающим языка оригинала. Компромиссное решение – сочетание включенной в текст иноязычной формы с транскрипцией, которая воспроизводит звучание слов оригинала. Например:

*I, **Edward J. Freel** Secretary of State of the State of Delaware, do hereby certify the attached is a true and correct copy of the Certificate of Incorporation of **"LeBoeuf, Lamb, Greene & MacRae International Corporation"**, filed in this office on the eighth day of July, A.D. 1997, at 4:30 o'clock p.m.*

*Я, Эдвард Дж. Фрил (**Edward J. Freel**) государственный секретарь штата Делавэр, настоящим свидетельствую, что приложенное является достоверной и подлинной копией свидетельства об учреждении компании «Лебоф, Лам, Грин и Макрей Интернэшнл Корпорейшн» **("LeBoeuf, Lamb, Greene & MacRae International Corporation")**, предоставленной для регистрации в данный офис восьмого июля 1997 года, н.э. в 4:30 дня.*

2) перевод или калькирование

Калькирование или ***покомпонентный перевод*** **состоит в замене составных частей лексической единицы, морфем или слов их прямыми лексическими соответствиями в переводящем языке.** Английское слово или словосочетание переводится по частям, которые потом складываются без каких-либо изменений. Использование этого приема позволяет **создать осмысленную** единицу в переводном тексте и при этом **сохранить элементы формы и функции** исходной единицы.

Так, калькирование бывает просто необходимо при передаче так называемых «говорящих» имен и кличек. Как известно, имена подобного рода не только называют человека, но и содержат какую-то его характеристику. К примеру, имя пирата *Jack Sparrow* из кинофильма «Пираты Карибского моря» можно передать при помощи транскрипции как *Джек Спэрроу*, но тогда в переводе оно потеряет одну из своих важных характеристик. Именно поэтому при передаче фамилии персонажа был использован перевод, который позволил сохранить заключенный в имени оригинальный образ. Многие представители уголовного мира также имеют «говорящие» имена. Как правило, такие имена состоят из двух и более компонентов. Имена, входящие в состав кличек, транскрибируются по общему правилу, а слова, которые имеют свою мотивировку, переводятся. Например: *Jack the Ripper – Джек-Потрошитель* (*Джек* – транскрипция, *Потрошитель* – калькирование); *The Boston Strangler – Бостонский душитель* (калькирование).

Прием калькирования может применяться для передачи названий организаций: *International Energy Agency – Международное энергетическое агентство; League of Nations – Лига Наций*.

Однако у этого приема есть и ограничение. Он может применяться только тогда, когда **исходный образ передаваемого имени или названия достаточно понятен для русского получателя** и вызывает у него ту же реакцию, что и у получателя исходного текста. Например, калькирование недопустимо при передаче на русский язык названия известной международной компании *PricewaterhouseCoopers.* Перевод-калька «Цена водного дома Куперсов» вызовет только недоумение, поэтому для передачи этого названия необходимо прибегнуть к транскрипции.

Традиционно ряд географических названий передается при помощи калькирования: *Cape of Good Hope – Мыс Доброй Надежды; Great Slave Lake – Большое Невольничье озеро; Pacific Ocean – Тихий океан; Gulf of Mexico – Мексиканский залив; Rocky Mountains – Скалистые горы*.

Если название состоит из двух элементов – имени нарицательного и имени собственного – то первый элемент иногда переводится, а второй транскрибируется: *North Dakota – Северная Дакота; New Zealand – Новая Зеландия*.

Встречаются случаи параллельного сосуществования перевода и транскрипции одного и того же имени: *South Island – остров Южный и Саут-Айленд; White Mountains – Белые горы и горы Уайт-Маунтина*. А вот название американского города *Salt Lake City* ранее передавалось посредством кальки (*Город Соленого Озера*), а теперь транскрибируется – *Солт-Лейк-Сити.*

Однако чаще использование калькирования для передачи имен собственных и названий неприемлемо. Для нахождения в Москве станции метро Юго-Западная или улицы в Нью-Йорке под названием Orange Street необходима лишь опора на звуковую или графическую форму названия, перевод же может внести путаницу. По этой причине названия локального характера не переводятся**.** К ним относятся названия улиц, площадей, станций метро, деревень, поселков. Станция метро Юго-Западная в переводе звучит как Yugo-Zapadnaya, а Orange Street передается на русский язык как Оринджа Стрит.

3) транслитерация

Прием транслитерации (дословно с латинского trans litera – через букву) **заключается в замене английских букв русскими.** Иначе говоря, транслитерация передает графическую форму английского слова на основе использования определенных буквенных соответствий английского и русского языков. Например:

Malta (страна) – Мальта

Waterloo (город в Бельгии) – Ватерлоо
Watson (герой романов Конан Дойля) – Ватсон
Isaac Newton – Исаак Невтон

Метод транслитерации преобладал в переводческой практике до XX столетия. Поэтому большинство имен собственных и географических названий, вошедших в русский язык путем транслитерации, связаны с развитием межкультурных контактов в ранние исторические эпохи. Особенно плодотворным в плане проникновения иностранных имен был XVII - XVIII в., когда появились русские версии имен Дидерот, Невтон, Шакеспеаре. Правда уже в XIX в. многие из них начали сменяться более привычными нам именами: Дидро, Ньютон, Шекспир, которые основаны на принципе транскрипции. Однако некоторые из них сохранили транслитеррированную форму и по сей день, например: столицы Лондон, Вашингтон, название швейцарской фирмы Брегет (Breguet) и др. По традиции транслитерируются имена английских монархов: Elizabeth II – Елизавета II; George V – Георг V; Charles I – Карл I. Имена последующих английских монархов также по традиции будут передаваться путем транслитерации.

На протяжении почти всей истории перевода транслитерация конкурировала с другим методом – **транскрипцией**. В последние десятилетия транслитерация уступила первенство транскрипции, но, несмотря на то, что метод транскрипции стал ведущим, некоторые элементы транслитерации сохраняются, в частности в письменном переводе. Так, при передаче английских имен с удвоенной согласной, этот элемент сохраняется и в русском языке: Collins – Коллинз, сохраняются и непроизносимые согласные: Robe**r**t – Робе**р**т. Отсутствие в русском языке некоторых звуков английского языка также вынуждает переводчика прибегать к транслитерации: Morni**ng** Star – газета Морни**нг** Стар. Иногда отказ от транскрибирования вызван восстановлением исходной формы имени собственного или соображениями благозвучия.

4) транскрипция

Прием **транскрипции** заключается в **передаче русскими буквами не орфографической формы, а его звучания (или некоторого его подобия).**

Проще говоря, **это передача английских звуков русскими буквами**. Например:

Isaak Asimov – Айзек Азимов (а не Исаак)
Watson – Уотсон (а не Ватсон)
George – Джордж (а не Георг)
William Blake – Уильям Блейк (а не Вильям или Вильгельм)
Wall Street – Уолл Стрит
Waterloo (город в США) – Уотерлу (а не Ватерлоо)

В целом, несмотря на непоследовательность в использовании транскрипции, данный метод считается преобладающим, поэтому попытки пользоваться транслитерацией при передаче имен собственных, где это возможно, представляет собой нарушение установленной нормы.

Для правильного использования приема транскрипции необходимо:

а) знать правильное произношение имени на английском языке;

б) учитывать происхождение имени (например: фамилия американского писателя польского происхождения R.Zelazny следует транскрибировать с учетом произношения этого имени на языке оригинала – польском, т.е. «Желязны» (с ударением на второй слог), а не как «Зилазни» (с ударением на первый слог), как это было сделано в первых переводах его книг;

в) знать определенные русские буквенные соответствия английским звукам;

г) учитывать орфографические нормы русского языка и типичные случаи сохранения транслитерации. (Например: в русских переводах сохраняются часто непроизносимое английское r и другие непроизносимые согласные; а также передающие один звук двойные согласные: Daily Worke**r** – Дейли Уоркe**р**, Bi**ll** Clinton – Би**лл** Клинтон (кстати, имя Билл – производное от Уильям), Cam**p**be**ll** – Кэм**п**бе**лл**, Whis**t**le – Уис**т**л). А вот долгота английских

гласных не влияет на смыслоразличение в русском языке и при транскрибировании никак не отражается: Mr B**ea**n – М-р Б**и**н (а не Б**ии**н). Учитывая то, что в русском языке отсутствуют некоторые звуки английского языка, например, [ŋ], [w], [æ], [ð] и др. переводчик просто вынужден прибегать к сочетанию транскрипции и транслитерации).

Существуют определенные русские буквенные соответствия английским звукам:

1. [æ] передается буквами «э» или «а»:

Hampshire – Гэмпшир

Stanford – Стэнфорд

Allan – Аллан

2. [e] передается буквами «э» или «е» тремя способами:

а) в начале слова через «э»:

Essex – Эссекс

Elliot – Эллиот

б) после гласной через «э»:

Coen – Коэн

в) после согласной через «е»:

Betty – Бетти

Hendon – Хэндон

3. [Λ] передается буквой «а» или исторически «у»:

Humber – Хамбер

Budweiser – Бадвайзер

Hudson – Гудзон

Dublin – Дублин

4. [ə:] передается буквой «е» (реже – «э», но не «ё»):

Burns – Бернс (а не Бёрнс!)

Turner – Тернер

Bird – Бэрд

Bernard – Бернард

5. Безударный редуцированный гласный [ə] передается как соответствующий гласный полного образования в ударном слоге, т.е. транслитерируется:

Boston – Бостон

Norstad – Норстэд

Miller – Миллер

Но: Plymouth – Плимут

6. Английские дифтонги и трифтонги, после которых следует буква r обычно передаются одной или двумя гласными и буквой «р»:

Moor – Мур

Tower – Тауэр

Blair – Блэр

Clear – Клир

7. [r] передается буквой «р», даже если он не произносится:

Harper – Харпер

Richard – Ричард

8. [ð] передается буквой «з»:

Warner Brothers – Уорнер Бразерз

9. [θ] передается буквой «т», например:

Smith – Смит

Thatcher – Тэтчер

Hathaway – Хатауэй

Но: Labour Monthly – Лейбор Мансли

10. [ŋ] передается буквосочетанием «нг», например:

Ringo – Ринго

Morning – Морнинг

11. [w] передается буквой «у» во всех случаях, кроме одного: когда он стоит перед звуком [u], то передается буквой «в»:

Wilde – Уайльд

West – Уэст

Wood – Вуд

Wolfenson – Вульфенсон

Queen – Куин

Все, что не соответствует данному правилу, – результат исторического или традиционного написания, например: Вайоминг, Вашингтон, д-р Ватсон, Винни Пух, Вильям Шекспир.

12. [h] передается буквой «х» или традиционно «г»:

Henry – Генри

Hastings – Гастингс

Horton – Хортон

Heathrow – Хитроу

13. При передаче удвоенных английских согласных в именах собственных следует сохранять их в русском варианте, если за ними не следует еще один согласный:

Wattaker – Уиттакер

Benneton – Беннетон

Churchill – Черчилль

Но: графство Мидлсекс (Middlesex) в Англии

город Питсбург (Pittsburg) в США

город Сиэтл (Seattle) в США

Обратите внимание на часто встречающиеся ошибки:

Graham – Грахам (правильно – Грэм)

Heather – Хетер или Хизер (правильно – Хезер)

Keath – Кис или Кейт (правильно – Кит)

Stephen – Стефен (правильно – Стивен)

Sean – Сеан (правильно – Шон)

Walles – Валлес (правильно – Уоллес)

Steinberg – Штейнберг (правильно – Стайнберг, если это не немец, а англичанин или американец)

Walter – Вальтер (правильно – Уолтер).

Правила переводческой транскрипции англоязычных имен и географических названий отражены в специальных словарях, справочниках и учебных пособиях:

- «Словарь английских личных имен» А.И.Рыбакина;
- «Англо-русский словарь персоналий» Д.И.Ермоловича;
- монография Д.И.Ермоловича «Имена собственные на стыке языков и культур»;
- пособие Р.А.Лидина «Иностранные фамилии и личные имена» и др.

Обращение к этим справочным материалам может понадобиться и тогда, когда переводчик не знает, как читается то или иное имя на английском языке, и ему сначала нужно определить возможное произношение имени на основе предложенных пофонемных соответствий и аналогий.

Сводные правила передачи английских имен собственных и названий При передаче имен собственных переводчику необходимо усвоить основные правила, а затем изучить случаи отклонения от этих правил, объясняемые влиянием переводческой традиции. Приведем основные закономерности передачи имен собственных и названий с английского языка на русский.

1. Географические названия:

а) переводятся:

Lake Superior – Озеро Верхнее

the Pacific Ocean – Тихий океан

Rocky Mountains – Скалистые горы

б) транскрибируются:

New Mexico – Нью-Мексико

Pearl Harbor – Перл-Харбор

В некоторых случаях сохраняется традиционная, хоти и искаженная транскрипция: Texas – Техас.

в) передаются смешанным способом:

North Dakota – Северная Дакота

Black Hills – горы Блэк-Хилс

При переводе с английского языка иноязычных названий (немецких, французских и др.) сохраняется устоявшаяся традиционная форма:

Mexico City – Мехико

Munich – Мюнхен

Venice – Венеция

Nice – Ницца

2. Названия компаний традиционно передавались с помощью транскрипции:

Paramount Pictures – Парамаунт Пикчерз

BBC – Би-Би-Си

CNN – Си-Эн-Эн

General Electric Corp. – Дженерал Электрик Корпорейшн

Однако в последнее время все чаще непосредственно включаются в перевод с введением поясняющего слова: AT&T – компания AT&T.

3. Названия периодических изданий, кораблей, улиц, площадей и театров также транскрибируются:

The Wall Street Journal – «Уолл Стрит Джорнэл (артикль опускается)

Mayflower – «Мэйфлауэр»

Downing Street – Даунинг-стрит

Bedford Square – Бедфорд Сквер

Но: Trafalgar Square – Трафальгарская площадь

4. Названия партий, международных организаций и государственных служб, как правило, переводятся:

Conservative Party – Консервативная партия

U.S. Department of State – Госдепартамент США

Однако и здесь есть свои исключения:

Labour Party – Лейбористская (а не Трудовая) партия

Foreign Office – Форин Офис (а не иностранная контора) – МИД Соединенного Королевства

Scotland Yard – Скотленд Ярд (а не шотландский двор) - управление лондонской полиции

Очень часто перед транскрибированным названием добавляются соответствующие поясняющие слова, например, газета, компания, автомобильная корпорация (если известно, к какой отрасли экономики она относится).

5. Имена и фамилии людей:

а) транскрибируются;

б) передаются согласно переводческим традициям:

Charles Dickens – Чарльз Диккенс

Но: Charles I – Карл Первый

George V – Георг Пятый

в) клички и прозвища, а также «говорящие» имена и фамилии переводятся:

Jack the Ripper – Джек Потрошитель

Emiric the Evil – Эмерик Жестокий

4.2 Перевод реалий, клише, логико-грамматических лексических конструкций, сокращений

Лексическим признаком научно-технической литературы кроме насыщенности текста специальными терминами является также наличие реалий, клише, логико-грамматических лексических конструкций и сокращений. Под реалиями научно-технической литературы принято понимать названия фирм, предприятий, марок оборудования, местонахождение предприятий. Реалии, как правило, не переводятся, а даются в тексте перевода в их оригинальном написании или в транслитерации, по возможности без сокращений. В скобках указывается название страны, если оно не ясно из предшествующего описания.

Географические названия и общеизвестные имена собственные приводятся в русской транскрипции. Например:

1. For radio-relay systems, Standard Electric Lorenz uses Cassegrain antennas which are suited for the radiation or reception of horizontally and vertically polarized waves. – В радиорелейных системах фирма Standard Electric Lorenz (Germany) применяет антенны Кассегрена, обеспечивающие приём или передачу волн с горизонтальной и вертикальной поляризацией.

2. A new 110 MHz spectrum analyzer has been developed by Marconi Instruments Limited. – Фирмой Маркони Инструментс Лимитед (Великобритания) разработан новый 110 МГц анализатор спектра.

Клише представляет собой стереотипные слова и фразы. Они занимают особое место в общем арсенале лексических средств, но наиболее часто встречаются в периодических публикациях политического и научно-технического характера. Клише включают идиомы, устойчивые выражения и стереотипы речи, набор готовых фраз.

Например:

Английский язык	Русский язык
From above mentioned…	Учитывая вышесказанное
The subject is…	Речь идёт о…
Favorable solution…	Удачное решение…
As for…	Что касается…
Far going possibilities…	Неограниченные возможности…
What we claims…	Предметом изобретения является…
The distinguished feature of the device is…	Устройство, отличающееся тем, что…
Cast-iron will	Железная воля
Statesmanship	Государственный ум
To take up one’s sword	Обнажить меч

Чаще всего для перевода подобной лексики используют метод подбора эквивалентов на другом языке. Другими словами, перевод устойчивого сочетания или клише осуществляется путём подбора единственного возможного (готового) соответствия на другом языке.

Таких соответствий в газетно-публицистическом стиле много, например, в английском языке существуют два возможных и в равной мере адекватных клише-соответствия: Arms race и arms drive для передачи русского клише – гонка вооружений.

Устойчивые сочетания и клише могут переводиться и выборочно. В таких случаях можно говорить о выборочном переводе. Под выборочным переводом обычно имеется в виду перевод устойчивых сочетаний или клише с помощью оного из синонимичных выражений.

Выбор синонима обусловливается контекстом.

При отсутствии в русском языке эквивалента для передачи клишированного выражения на английском языке приходится прибегать к приёму свободного перевода. Возможны два типа свободного перевода устойчивых сочетаний: калькирование и описательный перевод.

Калькирование – это дословный перевод, при котором в языке перевода сохраняются семантические и стилистические признаки оригинала.

При описательном переводе переводчик раскрывает значение (понятие) описательным

путём. Например, словосочетание – prominent place, front page (в газете) можно передать как терминологически-видное место, так и описательным путём: поместить на видном месте.

Эффективность перевода научно-технической литературы может быть повышена, если априорно сняты трудности в понимании логико-грамматических лексических единиц.

Особенность логико-грамматических единиц связана с тем, что они являются логической частью предложений и влияют на грамматические связи. В общем логико-грамматические лексические единицы могут быть подразделены на семь смысловых классов: соединение и логическая последовательность идей (and, also, apart from, besides, furthermore, in addition to, moreover, simultaneously, thus, too…), парафраз и наложение (as if, in the same way, in like manner, like, similarly…), причинность (accordingly, as, because, consequently, hence, once, since, therefore, as long as, owing to…), контраст и сопоставление (alternatively, although, but if, however, nevertheless, otherwise, in spite of, on the other hand…), ограничение (except, impossible, occasionally,. only,unless, if, only when…), предположение (conclude, confirm, consider, reduce, imagine, suppose, in principle, it follows…), вопрос (how big? How long? What? When? With what purpose? To what extent?).

В современной научно-технической литературе на английском языке наблюдается тенденция увеличения количества разного рода сокращений (аббревиаций) всех морфологических классов слов и словосочетаний, образования новых слов путём сокращения существующих, что является следствием информационной оптимизации сообщений и стремления коммуникации к минимизации сложности знаков. В некоторых текстах на долю сокращений приходится более 50 % всех словоупотреблений и более 15 % – словаря, что позволяет в несколько раз сжимать как объем передаваемой информации, так и графическое представление отдельных текстов, а также пополнять лексический состав языка. Существуют сокращения буквенные, инициальные, слоговые, смешанные (сочетания букв и слогов), усечённые слова, стяжения, а также сокращения с помощью средств символики. В качестве иллюстрации можно дать примеры возможных вариантов сокращений, наиболее характерных для английских научных текстов, как AASIR (Advanced Atmospheric Sound and Imaging Radiometer), C/N (Carrier- to Noise Ratio), CORODIM (Correlation of the Recognition of Degradation with Intelligibility Measurements), RTT (Radio type), UTC (Coordinated Universal Time).

Сокращения часто используются в служебных документах, при международном сотрудничестве они утверждаются на соответствующих конференциях и форумах. Например, некоторые аббревиатуры, которые могут использоваться всеми службами, ответственными за техническое обслуживание телеграфного оборудования:

DER REG – Register does not operate – Регистр не работает

ICI – Here is – Здесь

PH – Out on phase on system – Несовпадение по фазе и системе

PERC – Permanent call on – Непрерывный вызов

RS – Reception switched over to… – Приём переключен на…

Тема №5

В современном обществе знание иностранного языка необходимо не только в случае, если мы отправимся в путешествие за границу, но и в повседневной жизни. Так, например, трудно представить себе гуманитария, в частности филолога, без словарей. В этом случае весьма выгодный вариант – онлайн-словарь, т.к. это то средство, которое, не требуя денег и места, обеспечивает моментальный доступ к любому слову. Популярными являются ABBY Lingvo, Multitran, Duden. Но в условиях современности с постоянно усиливающейся тенденцией к максимализации общения многоязычие становится серьезным тормозом прогресса, что обуславливает необходимость создавать системы машинного (автоматического) перевода и владеть таким информационным ресурсом, как электронные (онлайн) переводчики.

Автоматический перевод – выполняемое на компьютере действие по преобразованию текста на одном естественном языке в эквивалентный по содержанию текст на другом языке, а

также результат такого действия. Системы машинного перевода давно перестали быть диковинкой. Программы автоматического перевода оказывают существенную помощь в обработке информации на различных иностранных языках в различных отраслях знаний специалистам, не владеющим иностранным языком.

Наиболее распространенной программой машинного перевода является система PROMT – это набор профессиональных инструментов, обеспечивающий перевод с основных европейских языков (английский, немецкий, французский, испанский, итальянский и т.д.) на русский и обратно. Система обеспечивает связный перевод текстов с учетом морфологических, синтаксических и семантических связей. Программа способна переводить исходный текст по словам, группам слов, предложениям, а также может перевести весь текст.

Многие пользователи обращаются к системам машинного перевода ежедневно, не обращая внимания на их плюсы и минусы.

Итак, к преимуществам программ машинного перевода относятся:

1 Быстрый доступ и высокая скорость. Программа-переводчик всегда под рукой, а обращение в бюро переводов зачастую связано с дополнительными затратами времени и сил. Всего несколько секунд – и мы получаем готовый перевод целого текста. Это позволяет быстро понять общий смысл, а если программа настроена на перевод текстов именно такой тематики, потребуется лишь минимальное редактирование.

2 Экономичность. Если мы обращаемся к профессиональным переводчикам, то мы должны оплатить услугу согласно количеству переведенных страниц. Система машинного перевода в онлайн-режиме не требует оплаты, необходим только доступ к Интернету.

3 Защита и безопасность информации. Системе машинного перевода пользователь может «доверить» любую, даже личную информацию (деловую переписку, финансовые отчеты). Программа-переводчик гарантирует конфиденциальность.

4 Гибкость и универсальность. Понятие гибкость подразумевает возможность настройки либо на конкретную предметную область (специализированные словари), либо настройки на конкретную книгу или текст (словари, созданные пользователями).

Любой переводчик всегда специализируется на какой-либо одной предметной области, т.е. если переводчик художественной литературы берется за перевод научных или технических текстов, ошибок не избежать. В свою очередь система машинного перевода универсальна. Пользователю нужно всего лишь грамотно подключить словарь, специализированный на соответствующую тематику.

Минусы: электронные переводчики адекватно переводят простые части речи, но не всегда справляются с переводом падежей, устойчивых оборотов, фразеологизмов, построения предложения.

Некоторые слова электронный переводчик оставляет без перевода. В таких случаях необходимо подбирать синонимы, перестраивать структуру предложения, т.е. зачастую перевод нуждается в корректировке, редактировании. А это очень кропотливая работа и она отнимает довольно таки много сил и времени.

Машинный перевод – выполняемая компьютером операция по превращению текста одного естественного языка в эквивалентный по содержанию текст на другом языке.

Современный машинный или автоматический перевод воплощается с помощью человека: пред-редактора, что тем или иным образом выполняет предыдущую обработку текста, интер-редактора, что принимает непосредственное участие в переводе и пост-редактора, который исправляет недостатки и ошибки в переведенном тексте. В наше время есть достаточно широкий выбор программ, которые условно можно подразделить на две основных группы: электронные словари (electronic dictionary) и системы машинного перевода (machine translation system). Системы машинного перевода обеспечивают последовательный перевод текстов, который учитывает морфологические, синтаксические и семантические связки членов предложения.

Для осуществления машинного перевода в компьютер вводится специальная программа, которая реализует алгоритм перевода, под которым понимается последовательность однозначно

и строго определенных действий над текстом для нахождения переводных соответствий в данной паре языков при заданном направлении перевода (из одного конкретного языка в другой).

Полный процесс машинного перевода состоит из следующих основных этапов:

1) анализ текста на входном языке (поиск слов в словаре, морфологический и синтаксический анализ – моделируется понимание текста);

2) преобразование (переход от структуры текста на входном языке к структуре текста на выходном языке);

3) синтез текста на выходном языке (синтаксическое и морфологическое оформление текста – моделируется построение текста).

Изучая проблему машинного перевода (МП), следует рассмотреть отдельно различные подразделы этой проблемы. Следующая классификация систем машинного перевода основана на лекциях Лари Чайлдса, проведенных в рамках Международной Конференции по Техническим Коммуникациям 1990 года:

- полностью автоматический перевод;
- автоматизированный машинный перевод при участии человека;
- перевод, осуществляемый человеком с использованием компьютера.

В соответствии с указанной выше классификацией, целью данной работы является обзор и анализ систем МП второй группы, поскольку систем МП первой группы еще не существует в природе, а системы третьей группы, в сущности, не являются системами МП, а более напоминают электронные словари.

Автоматизированный машинный перевод при участии человека. Этот вид машинного перевода теперь вполне осуществим. Системы МП осуществляют автоматизированный перевод текста. Единицами перевода при этом служат слова или словосочетания, причем последние разработки позволяют учитывать морфологию переводимого слова. Развитые системы МП осуществляют перевод по заданным разработчиком и/или корректируемым пользователем алгоритмам перевода.

Говоря о машинном переводе при участии человека, обычно подразумевают редактирование текстов как до, так и после их обработки компьютером. Люди-переводчики изменяют тексты так, чтобы они были понятны машинам. После того, как компьютер сделал перевод, люди редактируют грубый машинный перевод, делая текст на выходном языке правильным. Помимо такого порядка работы, существуют системы МП, во время перевода требующие постоянного присутствия человека-переводчика, помогающего компьютеру делать перевод особенно сложных или неоднозначных конструкций.

Машинный перевод с помощью человека применим в большей степени к текстам с ограниченным вокабуляром по узко-ограниченной тематике.

На сегодняшний день, одними из часто используемых систем являются такие системы машинного перевода, как:

- PROMT 2000/XT компании PROMT;
- Retrans Vista компаний Vista и Advantis;
- Переводчик Google Translate.

Таким образом, на основании сравнительных данных можно выделить ниже перечисленные преимущества и недостатки систем машинного перевода.

Достоинства программ-переводчиков:

- наличие словарей по специальностям, мгновенный поиск, расположение в несколько окон, возможность одновременного обзора нескольких вариантов перевода;
- возможность создания собственного словаря пользователя;
- подключение к текстовому редактору Microsoft Office, что позволяет, не отрываясь от оригинала и его перевода, выбирать подходящие соответствия для перевода;
- возможность перевода с разных языков;
- компактность, наличие практически неограниченного объема информации в компьютере;

- быстрота поиска.

Недостатки программ-переводчиков:

- ограниченность обзора, обусловленное размерами экрана, раскрытый большой словарь позволяет увидеть сразу гораздо большее количество значений слова, особенно если оно имеет много значений;

- словари-переводчики не соблюдают правила грамматики, стилистики и лексики, не учитывают игру слов, художественные приемы;

- чаще всего текстовые переводчики выбирают одно из значений многозначного слова, которое может не соответствовать контексту;

- при отсутствии слова в словаре не переводят его;

- электронные словари-переводчики часто выдают несколько вариантов перевода слова на другой язык, не объясняя разницы в тех или иных словарных соответствиях, что затрудняет правильный выбор того или иного соответствия в данном контексте.

Тема №6

6.1 Основные способы перевода страдательного залога и пассивных глагольных конструкций

Страдательный залог в английском языке образуется из вспомогательного глагола to be в соответствующем времени и причастия прошедшего времени (Past Participle) смыслового глагола. Глаголы в страдательном залоге могут употребляться во всех временах и формах, в которых употребляются глаголы в действительном залоге за исключением формы Future Continuous, форм Present Perfect Continuous и Past Perfect Continuous. Вместо этих форм в страдательном залоге употребляются соответственно Future Indefinite, Present Perfect и Past Perfect:

At this time tomorrow a new magnetic gear will be installed. Завтра в это время будет устанавливаться новая электромагнитная передача.

A close study of the structure of natural rubber has been made by our scientists for a number of years. Наши ученые уже в течение ряда лет проводят тщательное изучение структуры натурального каучука.

The new device had been tested for two hours when the chief engineer came and stopped the experiment. Новый прибор испытывался уже два часа, когда пришёл главный инженер и прекратил испытание.

Обычно страдательный залог употребляется в тех случаях, когда неизвестно, кто совершает действие, либо этому не придаётся никакого значения.

Если в предложении указано, кем или чем произведено действие, то употребляется предложный оборот с предлогами by или with, которые переводятся с помощью, посредством или дополнением в творительном падеже без предлога: with pumps – насосами; with machinery – машинами; by open method – открытым способом; by convection – путём (посредством) конвекции.

Предложения со сказуемым в страдательном залоге на русский язык переводятся:

1. Сочетанием глагола быть и краткой формой причастия страдательного залога:

The temperature of the water was raised by heating. Температура воды была повышена нагреванием.

2. Глаголами, оканчивающимися на -ся, -сь со страдательным значением:

Drill rods are made of alloyed steel. Буровые штанги изготовляются из легированной стали.

3. Неопределённо-личным оборотом с глаголами в действительном залоге в 3-м лице множественного числа:

He has been brought the acid solution he demanded. Ему принесли раствор кислоты, который он требовал.

Функция страдательного залога в английском языке гораздо шире, чем в русском, так как в английском языке в страдательном залоге могут употребляться все глаголы, выражающие

действие, направленное на какой-либо объект. В английском языке подлежащим предложения в страдательном залоге может быть не только прямое дополнение соответствующего предложения в действительном залоге, как в русском языке, но и беспредложное дополнение, отвечающее на вопрос «кому?»

The scientists were offered new themes for research. Ученым предложили новые темы для научной работы.

На русский язык такие предложения переводятся:

1. Неопределённо-личным оборотом (при отсутствии дополнения с предлогом by). Подлежащее английского предложения обычно переводится существительным или местоимением в косвенном падеже, чаще всего в дательном или винительном:

The relay was given its initial position. Реле придали первоначальное положение.

2. Предложением в действительном залоге с глаголом в личной форме (при наличии дополнения с предлогом by):

The resolution was objected to by almost everybody. Почти все возражали против резолюции.

К числу наиболее часто употребляемых глаголов, с которыми возможны такие пассивные конструкции, относятся: to give – давать, to offer – предлагать, to bring – приносить, to teach – учить, преподавать; to show – показывать, to promise – обещать и некоторые другие.

Кроме того, в английском языке в страдательном залоге употребляются глаголы, требующие после себя предложного дополнения,

например:

These measurements were referred to at the conference. Об этих изменениях шла речь на конференции.

В страдательных оборотах, подлежащее которых соответствует предложному дополнению параллельного действительного оборота, предлог сохраняет своё место после глагола-сказуемого. Страдательные обороты этого типа не всегда могут быть переведены на русский язык при помощи страдательного залога. Чаще всего они переводятся соответствующими действительными оборотами (неопределённо-личными) или глаголами, оканчивающимися на -ся:

No account is taken of price changes in this article. В этой статье не учитываются изменения цен.

К наиболее часто употребляемым в пассивной конструкции глаголам, требующим предложного дополнения, относятся:

To act on (upon) – действовать, влиять на; to account for – объяснять; to agree upon – договориться; to arrive at – достигать чего-либо; to depend on – полагаться на; to insist on – настаивать на; to provide for – предусматривать.

6.2 Модальные глаголы и сочетание модальных глаголов с инфинитивом в страдательном залоге

В английском языке имеется довольно многочисленная группа модальных глаголов, выражающих не действие, а отношение говорящего к действию, т.е. необходимость, вероятность или возможность совершения действия.

Модальные глаголы могут сочетаться с любой формой инфинитива смыслового глагола. Модальные глаголы can, may, must в сочетании с инфинитивом в страдательном залоге переводятся на русский язык словами можно, нужно, должен плюс инфинитив смыслового глагола в страдательном залоге:

The machine tool can be stopped at any moment. Станок можно остановить в любой момент.

Atomic energy finds such wide application that our age might be called the age of atom. Атомная энергия так широко применяется, что наш век можно назвать веком атома.

Модальные глаголы must, may, might в сочетании с перфектным инфинитивом употребляются для выражения весьма вероятного предположения, значительной степени

убеждённости в совершении действия, относящегося к прошлому. Они переводятся на русский язык словами должно быть, возможно, не исключено, видимо, следовало бы:

He may have got the condenser he needed. Он, возможно, достал конденсатор, который был ему нужен.

Might выражает меньшую степень возможности совершения действия, чем may:

He might have known that to cut down the flow of water in a pipe you need only to shut off a valve. Ему следовало бы знать, что для остановки движения воды в трубе нужно было только закрыть клапан.

Глаголы can и could в отрицательной и вопросительной формах в сочетании с перфектным инфинитивом выражают сомнение, категорическое отрицание, удивление по поводу того, что действие, выраженное инфинитивом, в действительности совершилось, и переводятся при помощи слов не может быть, разве:

He couldn't have seen a jet engine in action many years ago. Не может быть, чтобы он видел реактивный двигатель в действии много лет тому назад.

Глаголы to be, to have могут употребляться в качестве эквивалентов модального глагола must и выражать долженствование. В этом случае за ними следует инфинитив с частицей to.

Глагол to have в сочетании с инфинитивом смыслового глагола близок по значению глаголу must и переводится словами должен, обязан:

In flight the pilot has to know and report his position. В полете пилот обязан знать своё местонахождение и сообщать о нём.

Глагол to have выражает необходимость совершить действие в силу определённых обстоятельств и переводится словами надо, нужно, приходится:

Our engineers had to solve many complicated practical problems to reduce wear in machinery. Нашим учёным пришлось разрешить много сложных практических задач, чтобы уменьшить износ в машинах.

Глагол to be в сочетании с инфинитивом смыслового глагола выражает необходимость совершения действия в силу предварительной договорённости, заранее намеченного плана и переводится словами должен, предстоит:

Now he is to study this phenomenon. Теперь ему предстоит изучить это явление.

Не следует смешивать употребление глагола to be в качестве модального с употреблением его в качестве глагола-связки в составном именном сказуемом. Когда именная часть выражена инфинитивом, to be переводится словами заключается в том, чтобы; состоять в том, чтобы.

The chief reason for the use of such bearings is to simplify lubrication problems.

Главная причина использования таких подшипников заключается в том, что они дают возможность упростить проблемы смазки.

6.3 Перевод инфинитива и инфинитивных оборотов

Инфинитив относится к неличным формам глагола. Называя действие, он не указывает ни лица, ни числа, ни наклонения. Формальным признаком инфинитива является частица to, которая в некоторых случаях опускается. Значительные трудности при переводе возникают в связи с многообразием синтаксических функций инфинитива в предложении и наличием ряда конструкций, отсутствующих в русском языке.

Инфинитив в предложении может быть:

1. Подлежащим

To build good road is one of the most important tasks facing our engineers.

Переводится на русский язык инфинитивом с существительным.

Строить хорошие дороги – одна из наиболее важных задач, стоящих перед нашими инженерами, или Строительство хороших дорог – одна из наиболее важных задач, стоящих перед нашими инженерами.

2. Именной частью составного именного сказуемого

В этой функции инфинитив употребляется в сочетании с глаголом-связкой to be, которая

переводится на русский язык словами являться, заключается в том, чтобы, состоять в том, чтобы, например:

The object is to provide low pressure.

Переводится на русский язык инфинитивом или существительным.

Цель заключается в том, чтобы создать низкое давление, или Целью является создание низкого давления.

3. Частью составного глагольного сказуемого

Как часть составного глагольного сказуемого инфинитив может употребляться в сочетании с модальными глаголами must, can, may и трудностей при переводе на русский язык не представляет:

Under such conditions dust can get into the interior.

При таких условиях пыль может проникнуть внутрь.

The engine may be considered as one of the most important parts of a locomotive.

Двигатель может рассматриваться как одна из наиболее важных частей (тепловоза).

Any installation must be inspected before it can be formally commissioned.

Любую установку необходимо проверить, прежде чем пустить её в нормальную эксплуатацию.

Как часть составного глагольного сказуемого инфинитив может сочетаться с глаголами, значение которых без него не полно. В сочетании с такими глаголами инфинитив переводится на русский язык либо инфинитивом, либо глаголом в личной форме:

The temperature begins to rise sharply. Температура начинает резко повышаться.

4. Дополнением

В функции прямого дополнения, т.е. тогда, когда инфинитив следует за переходным глаголом, он переводится на русский язык инфинитивом:

We endeavored to minimize the old disadvantages.

Мы стремились довести до минимума ранее имевшие место недостатки.

5. Определением

В английском языке, как и в русском, инфинитив в функции определения стоит после определяемого существительного. Он употребляется в английском языке чаще, чем в русском, и переводится следующими способами:

а) существительным:

Ability to load across the face of a heading is achieved by the provision of a swivel trough. Возможность подачи угля поперёк забоя обеспечивается при помощи установки поворотного желоба;

б) инфинитивом:

In an effort to overcome these difficulties a great deal of experimental work has been carried out by specialists. Пытаясь преодолеть эти трудности, специалисты провели большую экспериментальную работу;

в) причастным оборотом:

The expenses to be paid by the customer include the overheads. Затраты, оплачиваемые заказчиком, включают и накладные расходы;

г) определительным придаточным предложением:

The problem to be solved is very important. Задача, которую следует решить, – очень важная.

6. Обстоятельством

Инфинитив в функции обстоятельства употребляется для выражения цели и следствия.

Часто инфинитив или инфинитивная группа в функции обстоятельства цели стоит в начале предложения. Так как инфинитив в начале предложения может выполнять также и функцию подлежащего, следует обращать внимание на то, какой член предложения следует за инфинитивом. За инфинитивом или инфинитивной группой в функции обстоятельства обычно следует подлежащее (или группа подлежащего):

To give the necessary output the plant needed new techniques.

Чтобы дать необходимый выпуск продукции, заводу нужно было перейти на новую технологию.

За инфинитивом или инфинитивной группой в функции подлежащего обычно следует сказуемое:

To apply such pressures does not seem to be much of a problem. Применение таких давлений не является сложной проблемой.

Инфинитив в функции обстоятельства цели переводится:

а) придаточным предложением, которое вводится союзами чтобы, для того чтобы:

The whole structure may be rail- mounted to provide easy movement. Вся конструкция может быть установлена на рельсах, чтобы облегчить её передвижение;

б) существительным с предлогом:

To ensure the contact great care must be exercised in alignment. Для обеспечения надлежащего контакта необходимо обращать внимание на регулировку.

Перевод объектного инфинитивного оборота

В английском языке после многих глаголов в действительном залоге употребляется так называемый «объектный инфинитивный оборот». Он представляет собой синтаксическую группу – сложное дополнение, которое состоит из существительного в общем падеже или местоимения в объектном падеже и инфинитива. В русском языке такого оборота нет. Объектный инфинитивный оборот на русский язык переводится придаточным дополнительным предложением с союзами что, чтобы, как, например:

We know the pressure to decrease as altitude increases. Мы знаем, что давление понижается по мере того, как увеличивается высота.

Объектный инфинитивный оборот употребляется после глаголов, выражающих:

а) предположение: to suppose – полагать, предполагать; to assume – допускать, предполагать; to consider – считать; to think – думать; to find – считать, находить; to expect – ожидать;

б) желание: to want – хотеть; to wish – желать; to like – любить, нравиться, после оборота «I should like»;

в) физическое восприятие: to see – видеть; to hear – слышать; to watch, to observe – наблюдать; to feel – чувствовать; to notice – замечать (после этих глаголов инфинитив в обороте употребляется без частицы to);

г) приказание, разрешение, принуждение: to order – приказывать; to command – приказывать; to allow – позволять; to make – заставлять и после глаголов to stimulate, to permit, to enable и некоторых других.

Перевод субъектного инфинитивного оборота

Субъектный инфинитивный оборот – это сочетание существительного в общем падеже (или местоимения в именительном падеже) с инфинитивом. В предложении этот оборот выполняет функцию сложного подлежащего:

This method is known to be effective. Известно, что этот метод эффективен.

В предложениях, содержащих субъектный инфинитивный оборот, сказуемое чаще всего выражено:

а) личной формой глагола в страдательном залоге. Из них наиболее распространёнными являются: to know, to say, to report, to believe, to suppose, to think, to understand, to order, to expect, to see, to declare, to make и др.:

The goods are reported to have been awaiting shipment for several days. Сообщают, что товары ожидают отгрузки в течение нескольких дней;

б) глаголами: to seem, to appear, to prove, to happen, to chance в действительном залоге:

The installation of indirect illumination appeared to be quite necessary to the designer’s room. Установка косвенного освещения оказалась совершенно необходимой в конструкторской;

в) глаголом-связкой to be, за которым следуют прилагательные и наречия: likely, unlikely, certain, sure.

The prices are unlikely to fall. Маловероятно, что цены понизятся.

Предложения с субъектным инфинитивным оборотом переводятся:

а) сложноподчинённым предложением, главное предложение в нём выражено неопределённо-личным или безличным оборотом типа говорят, сообщают, известно, казалось, за которым следует придаточное предложение, присоединяющееся к главному посредством союза что.

These materials are expected to find wide application. Ожидают, что эти материалы найдут широкое применение;

б) простым предложением с вводным неопределённо-личным оборотом:

These measures are known to increase the efficiency. Как известно, эти мероприятия увеличивают эффективность.

6.4 Способы перевода причастия и его оборотов

Причастие относится к неличным формам глагола и обладает признаками как прилагательного (иногда наречия), так и глагола.

Причастия в английском языке подразделяются на причастие I (Participle I) и причастие II (Participle II)

Participle I

Причастие I образуется от основы инфинитива любого глагола путем прибавления суффикса -ing:

This branch of industry has not been developed enough to meet ever increasing demands of our fast developing national economy. Эта отрасль промышленности еще не достаточно развита, чтобы удовлетворять все возрастающие требования нашего быстро развивающегося народного хозяйства.

Participle I при самостоятельном употреблении выполняет в предложении функцию определения и функции различных обстоятельств.

В функции определения Participle I может стоять перед определяемым существительным. В этом случае оно обычно переводится на русский язык причастием действительного залога настоящего времени:

boiling water – кипящая вода.

Participle I в функции определения может стоять после определяемого им существительного. В этом случае за Participle I обычно следуют поясняющие слова – дополнение, обстоятельство, образуя вместе с ним причастный оборот, который переводится на русский язык причастным оборотом или придаточным определительным предложением, например:

Electrons forming at atom are in motion. Электроны, образующие атом, находятся в движении.

В функции обстоятельства Participle I занимает в предложении обычное для обстоятельства место, то есть либо предшествует подлежащему, либо следует за глаголом-сказуемым. Participle I в функции обстоятельства переводится на русский язык деепричастием несовершенного вида, а в некоторых случаях и деепричастием совершенного вида, например:

The new instrument worked continuously cutting off the projected parts. Новый инструмент работал безостановочно, срезая выступающие части.

Cooling off this device he effected his object. Охладив прибор, он добился своей цели.

Participle I в функции обстоятельства времени часто предшествуют союзы when – когда, while – в то время как.

Причастие с относящимися к нему словами в этих случаях можно перевести деепричастным оборотом (без союза), обстоятельственным придаточным предложением или существительным с предлогом при, например:

While repairing the motor the operator found two broken studs. Ремонтируя двигатель, рабочий обнаружил две сломанные шпильки.

(При ремонте двигателя рабочий обнаружил две сломанные шпильки. Когда рабочий ремонтировал двигатель, он обнаружил две сломанные шпильки).

Participle II

Participle II соответствует русскому страдательному причастию настоящего или прошедшего времени с окончанием на -мый, -нный, -тый, а также действительному причастию со страдательным значением, оканчивающемуся на -вшийся, -щийся:

melted – расплавляемый, расплавляющийся, расплавленный, расплавлявшийся.

Participle II в функции определения без поясняющих слов может стоять перед определяемым им существительным и на русский язык переводится причастием страдательного залога настоящего или прошедшего времени:

The new production level here being considered will involve considerable capital expenditure. Рассматриваемый здесь новый уровень производства потребует значительных капитальных вложений.

Participle II в функции определения может стоять и после существительного, которое оно определяет. В таких случаях Participle II может переводиться либо причастием действительного или страдательного залога настоящего или прошедшего времени, либо придаточным предложением, например:

The signal supplied by the auxiliary source controls the power. Сигнал, подаваемый вспомогательным источником, регулирует мощность.

Participle I и II с поясняющими словами образуют определительный причастный оборот, который на русский язык переводится действительным или страдательным причастием настоящего или прошедшего времени или определительным придаточным предложением:

Engine drivers will use special television devices designed for application in railroad transport.

Машинисты будут пользоваться специальными телевизионными приборами, сконструированными для применения на железнодорожном транспорте.

Причастие II в функции обстоятельства

В функции обстоятельства Participle II употребляется значительно реже, чем в функции определения и обычно стоит в начале или в конце предложения. Перед Participle II в функции обстоятельства часто употребляются союзы обстоятельственных придаточных предложений when, if, while. Причастия или причастные обороты с этими союзами переводятся на русский язык:

а) обстоятельственным придаточным предложением:

An electric computer forms an impressively complex device when viewed as a whole. Электронная вычислительная машина представляет собой исключительно сложный прибор, если ее рассматривать в целом;

б) деепричастным оборотом:

When properly insulated the wire may be used in conditions of excessive moisture. Будучи хорошо изолирован, провод может быть использован в условиях повышенной влажности;

в) существительным с предлогом при:

While used precision instruments require very delicate handling. Точные приборы при пользовании ими требуют очень осторожного обращения.

Absolute Participle Construction
Независимый причастный оборот

В то время как в обычном (зависимом) причастном обороте субъект действия, выраженного причастием, совпадает с подлежащим предложения, независимый причастный оборот имеет собственный субъект действия, который не совпадает с подлежащим предложения;

сравните:

Зависимый причастный оборот Независимый причастный оборот

Being tired he decided to go to bed.	He being tired, I decided not to disturb him.
Будучи усталым (так как он устал), он решил лечь спать.	Так как он устал, я решил не тревожить его.

Независимый причастный оборот может выполнять в предложении функции обстоятельства времени, причины и условия. Он всегда отделяется от главного предложения запятой.

В функции обстоятельства времени и причины оборот переводится придаточным предложением с союзами «так как», «когда», «после того, как», например:

The experiment being over, they left the lab.

Когда (после того, как) эксперимент закончился, они ушли из лаборатории.

В функции обстоятельства сопутствующих условий такой оборот обычно ставится после главного предложения и переводится самостоятельным предложением с союзами «причем», «а», «и», «тогда как», например:

Only over – current protection is provided, the earth leakage protection being separated. Предусматривается только защита от перегрузки, а защита от утечки на землю устанавливается отдельно.

6.5 Герундий, герундиальные обороты и их перевод

Герундий – это неличная форма глагола. Он обладает как свойствами глагола, так и свойствами существительного.

Герундий образуется от любого английского глагола путём прибавления к форме инфинитива окончания -ing:

finding – нахождение, analyzing – анализирование, controlling – контролирование и т.д. По форме образования он совпадает с Participle I. В русском языке нет формы глагола, соответствующей герундию, однако он приближается в некоторой степени по значению к отглагольному существительному.

Герундий в предложении может быть:

1. Подлежащим. В функции подлежащего герундий переводится на русский язык:

а) существительным:

Carrying this test successfully was helped by the careful investigations of outstanding scientists. Успешному проведению этого испытания помогло тщательное исследование выдающихся ученых;

б) инфинитивом; в тех случаях, когда герундий в функции подлежащего стоит после сказуемого, перед сказуемым в функции формального подлежащего стоит местоимение :

It is conventional starting the engine after it is being heated. Общепринято запускать двигатель, когда он нагреется.

2. Именной частью сказуемого или частью составного глагольного сказуемого. В функции именной части сказуемого герундий переводится на русский язык инфинитивом или существительным, например:

His main occupation was washing reflectors with soapy water. Основным его занятием было промывать отражатели мыльной водой.

The main point of a transformer is providing the change of voltage. Главное назначение трансформатора – обеспечение измерения напряжения.

3. Дополнением. В функции дополнения герундий может переводиться на русский язык:

а) существительным:

The turbulent flow of gases produces cooling. Турбулентное течение газов вызывает охлаждение;

б) инфинитивом:

Nowadays engineers prefer using semi-conductors for generating heat and cold. В настоящее время инженеры предпочитают использовать полупроводники для получения тепла и холода;

в) глаголом в личной форме в составе придаточного предложения:

I remember their having adapted this arrangement as being more economical. Я помню, что

они одобрили это устройство как более экономичное.

4. Определением. Герундий в функции определения употребляется с предлогами, чаще всего с предлогом of (иногда с предлогом for) и переводится на русский язык существительным (в родительном падеже), инфинитивом или придаточным предложением:

Various methods of cooling transformers are adapted in practice depending upon the size and local conditions. В практике применяются различные методы охлаждения трансформаторов в зависимости от их размеров и местных условий.

The scientists demand of being more fully informed concerning the subject discussed was accepted. Требование ученого получить более полную информацию о предмете, который обсуждался, было принято.

They knew of the exact conditions having been established necessary for observing the very start of transformation consistently. Они знали о том, что были установлены точные условия, необходимые для последовательного наблюдения самого начала превращения.

5. Обстоятельством. Герундий в функции обстоятельства употребляется с предлогами, имеющими различное обстоятельственное значение и может переводиться на русский язык:

а) существительным:

Each specimen is tested again after being lowered into the acid. Каждый образец испытывается вновь после погружения в кислоту;

б) деепричастием:

The manufacturers have the option of cancelling the contract upon giving prompt notice to buyers. Фирма-изготовитель имеет право аннулировать контракт, предварительно известив об этом заказчиков;

в) придаточным предложением:

On having been used through a small transformer the electric current operated the radio.

Когда электрический ток пропустили через небольшой трансформатор, он обеспечил работу приёмника.

Действие, выраженное герундием, не всегда относится к подлежащему или дополнению предложения. Оно может относиться к лицу (или предмету), обозначенному существительным в притяжательномпадеже или притяжательным местоимением, которое стоит перед герундием.

Герундий с предшествующим ему именем существительным или местоимением представляет собой сложный герундиальный оборот – сложное подлежащее, дополнение, определение или обстоятельство, например:

On the buyer's paying only part of the amount of the invoice we cannot insist on the contract being signed immediately. Когда покупатель оплачивает только часть суммы фактуры, мы не можем настаивать на том, чтобы контракт был подписан немедленно (сложное обстоятельство и сложное дополнение).

There is no hope of our getting a complete analysis of the measurements within 10 days. Нет надежды, что мы получим полный анализ этих данных в течение 10 дней (сложное определение).

It is being theoretically correct did not make it less cumbersome. То, что она (формула) была теоретически правильной, не делало её более громоздкой (сложное подлежащее).

Такие герундиальные обороты переводятся на русский язык, как правило, придаточным предложением; причем существительное в общем или притяжательном падеже или притяжательное местоимение соответствует в русском языке подлежащему придаточного предложения, а герундий – сказуемому. Иногда такие обороты переводятся существительным:

If the goods are destroyed by fire, or fire at the mill prevents their being produced, the charterers shall have the right of cancelling this charter. Если товары будут уничтожены пожаром или пожар на заводе помешает их изготовлению, фрахтователи будут иметь право аннулировать данный чартер.

В технической литературе встречается герундий с оборотом there is (are). В таких случаях герундий переводится на русский язык существительным или личной формой глагола, например:

There was no absorbing gases on the surfaces of solids. На поверхности твердых веществ газы не абсорбировались.

1.2 Чтение и перевод учебных текстов

№1

METHODS OP GEOPHYSICAL EXPLORATION

Most substance geological structures & mineral deposits can be located by methods off geophysical exploration, provided that there exist detectable differences (variations) in physical properties of rocks called anomalies. The main physical properties exhibited by common rocks and formations are: density, magnetism, elasticity, electrical conductivity, radioactivity, etc. Hence, there are six major geophysical methods of prospecting: gravitational, magnetic, seismic, electrical, radioactive and well logging.

In the gravitational methods measurements are made by differences in densities of formations and structures. Different types of rocks have different densities, & the denser rocks have the greater gravitational attraction. Anomalies in gravity of rocks may represent only one-millionth or even one ten-millionth of the Earth's gravity total field. For this reason gravity instruments are designed to be extremely sensitive and modern gravimeters can detect variations in gravity to within one hundred-millionth of the earth 's gravity field.

In the magnetic methods measurements are made of anomalies in the earth's magnetic field due to geologic bodies of different degrees of para - or diamagnetism. In either case the reactions of geologic bodies are permanent, spontaneous and unchangeable; the operator cannot control the depth from which they are received.

Electrical methods. There are several geophysical techniques which detect anomalies in the electrical properties of rocks. From such anomalies it may be possible to locate minerals having distinctive electrical characteristics or to map geological structures associated with mineral occurrence.

In the electrical methods energy is applied to the ground for the purpose of producing a measurable reaction of geologic bodies. This gives the possibility of spacing transmission and reception points in such a manner that the depth range can be controlled as well as in seismic methods.

In one group of electrical methods energy is applied galvanically, and the distribution of the potential or the electromagnetic field resulting from conductive bodies is measured. These methods are called potential and electromagnetic methods. In another group, known as electromagnetic-inductive methods, the primary energy is applied inductively to the ground and the distortions of the electromagnetic field are determined.

In the seismic methods energy is supplied by dynamite explosions, and the travel time (time interval between firing of the shot and reception of elastic impulses) of refracted and reflected waves is measured.

In the radioactive methods measurements are made of alpha, beta and gamma rays which radioactive elements emit. The instruments which are used in radioactive prospecting are Geiger counters or scintillation counters.

Well lodging is at present a widely used geophysical technique which involves probing of the earth with instruments lowered into boreholes, their readings being recorded at the surface. Among rock properties currently being logged are electrical resistivity, self-potential, gamma-ray generation, density, magnetic susceptibility & acoustic velocity.

Electrical methods

Electrical methods of prospect for mineral deposits & geologic structures by means of electricity. Electrical prospecting employs natural and artificial fields.

Both direct and alternating currents are used. Direct current can be introduced into the ground only by galvanic contact but alternating current can be applied by both contact, and inducting coupling (соединение). The resulting fields are measured by instruments making contact with ground by electrodes.

Electrical exploration uses a side range of frequences (частота). Frequences from 5 to about 100 are considered to be low, from about 200 to 1000 cycles - as intermediate (средний), f10 to 80 cycles as high and from about 100 kilocycles to several megacycles are radio frequences.

Magnetic Methods

Magnetic methods are based on the measurements at the surface of small variations in the magnetic field. The magnetic field is affected by any variation in the distribution of magnetized or polarized rocks.

Most sedimentary rocks are nearly nonmagnetic, but the underlying, or basement rocks (подстилающие породы) are slightly (слабо) magnetic, therefore, if geologic movement involves (распространяться на) these magnetic rocks, the resulting irregularities will cause (вызывать) corresponding variations (соответствующие изменения) of the magnetic field at the surface.

A sensitive magnetometer is used to measure the relative values (относительные величины) of magnetic intensity. The measured variations are interpreted in terms of the provable (возможный) distribution of magnetic material below the surface.

Prospecting Methods

Geophysical prospecting methods are widely applied in the Soviet Union. Soviet prospectors now use over 120 different methods of geophysical survey & prospecting, which have resulted in the discovery of many new oil-bearing regions in Azerbaijan, Kazakhstan, the Ukraine, Siberia and in many other districts. Geophysical methods made it possible to detect big new deposits of iron ore, bauxites and copper ores.

Seismic methods have been also greatly developed, and thanks to them we can now study the depths of the earth with greater accuracy (точность).

Of particular (особый) interest is the deep seismic sounding method (метод глубинного сейсмического зондирования). We have developed highly sensitive instruments to record (регистрировать) the weakest seismic waves and register shocks (толчки) resulting from small explosions on the surface of the earth which may occur 124-128 miles away. At such great distances from the seat (место) of the explosion, the instruments record mainly seismic waves which have traveled from very great depths. This provides data (данные) about the structure of the earth's crust at depths of J1-37 miles.

In central Asia, for instance, a study was conducted of the earth's crust, particularly (в частности) of its thickness and peculiarities (особенности) in mountainous regions. The data collected can be very important for determination of the origin of mountains and the laws governing the displacement of natural deposits.

By means of electrical prospecting geophysicists can record data about the earth's structure at depths of hundreds of miles.

Geophysicists in Leningrad have made instruments for air borne magnetic survey (воздушная магнитная съемка), which make possible rapid detection of magnetic iron ores.

At present scientists are faced with the task of rapid development and improvement (усовершенствование) of new and existing methods of prospecting, which will help to discover new mineral deposits or the USSR.

№2

Gravitational Prospecting

Gravity prospecting is based on measuring minute variations in the pull between a small mass and the Earth. This pull known as the force of gravity and commonly called weight is a fundamental property of any body on the earth. This means that the closer two masses are to each other and the larger they are, the greater is the force of attraction between them.

The physical property of the subsurface materials which produces the significant anomalies in gravity prospecting is the density, therefore the application of gravitational exploration depends upon

the existence of differences in density between subsurface geologic bodies and their surrounding medium.

The gravity method mainly detects and measures lateral variations in the earth's gravitational pull which are associated with near-surface changes in density.

Fundamental Principles & Units

The elementary physical principles upon which the gravity method of prospecting is based are relatively simple. They directly depend upon Newton's law of gravitation deduced by him in 1686. This law states that every particle of matter in the universe exerts a force of attraction on every other particle that is directly proportional to the product of the masses of the particles and inversely proportional to the square of the distance between them.

We all know that; any body on the earth has weight. The weight of a body is the force acting on it duo to gravitational attraction of the earth. If we consider the body as one of the masses, say “m” the force (weight) is the attraction on this body of another body (m2), which is the whole earth at a distance “r” which is the radius of the earth, i.e.; $F = Y\ m1\ m2/r^2$

Where "F" is the force "between two particles of mass “m1” & “m2”, "r" is the distance between them and "Y" is the universal gravitational constant, the numerical value of which depends on the system of units employed. In the cgs (centimeter-gram-second) system the value of "Y" is 6670×10^{-8}. This is the force in dynes that will be exerted between two masses of 1 g, each with centres 1 cm. apart.

The Gravitational Acceleration

The acceleration "a" of a mass "m2" due to the attraction of a mass "m1" can be obtained simply by dividing the attracting force "F" by the mass "m2" since according to Newton’s second law of gravitation, force is mass times acceleration where

$A = F/m2 = Ym1/r^2$

The acceleration, being the force acting on a unit mass, gives us a measure of the gravitational field at any point. The force is obtained simply by multiplying the acceleration by the mass on which the field reacts. The acceleration is of course the same for any mass located at the same point in the field.

The unit of acceleration is the gal (in honour of Galileo, whose experiments on gravity were the earliest). Since the gal is a rather large unit, in geophysics the milligal (abbreviated mg) or thousand, of a gal, is commonly used. The normal gravitational acceleration of the surface of the earth is about 980 gals, therefore 1 mg is approximately 1 part in a million of the normal gravity of the earth.

The simplified calculation given above assumes that the earth is a homogenous stationary isolated sphere. Such a sphere would exert a radial force on objects at the surface, and the force per unit mass would be the same at all points on the surface. However, actually the earth is neither homogenous, stationary, isolated, nor spherical. As a result of this fact, the force of gravity per unit mass varies both in direction and in magnitude from place to place and from time to time. Interpretation of field measurements made in gravity prospecting based or these variations, or gravitational anomalies.

Gravitational Methods

By means of gravitational prospecting it is possible to measure physical forces at the earth's surface without application of an artificial extraneous (внешний) field. The field of gravitation is present everywhere and at all times; It is due to (вызывается) the fundamental property of all matter to have mass.

The application of gravitational methods depends on the existence of differences in density between bodies and their surroundings (окружающая среда).

All gravitational methods are based on the measurement of small variations or distortions (искажения) in the gravitational field from point to point over the earth's surface which are caused by any lateral variations in the distribution (распределение) of mass in the earth's cruet. Therefore, if geologic movements involve (охватывать, распространяться на) rocks of different density, the

resulting irregularity (неравномерность) in mass distribution will make a corresponding (соответствующий) variation in the intensity of gravity and in the gradient of gravity at the surface.

Gravity, as used in geophysics, is the gravitational attraction between a body near or on the surface and the earth itself. The force acting on a body above the earth's surface is according to Newton's second law of motion, F = ma, where "a" is the acceleration or increasing speed (возрастающая скорость) of the body. A force per unit mass is therefore equal to an acceleration, and the force of gravity is expressed as an acceleration. One unit of acceleration is a gal, which is an acceleration of one centimeter per second. A milligal, which is used in geophysics, is one-thousandth of a gal.

Very sensitive gravimeters are used to measure the relative value of gravity. They can measure extremely small differences in gravitational force. A good field instrument can measure to the order of one hundredth of milligal.

Study of the Earth's Mantle

Under the international programme scientists from the Soviet Union, the United States, Britain, France and Japan are taking part in the extensive study of the earth's upper mantle, which lies under the hard crust only several dozen miles under the surface.

The upper mantle of the earth attracts such close attention of scientists because many secrets of Nature are hidden there.

Processes originating deep down in the mantle alter the relief of the earth's surface, cause volcanoes & earthquakes. In addition many mineral deposits are formed there.

Two Soviet Union's largest research vessels (исследовательские суда) - the Vitjaz, and Academician Kurchatov - carried out research work in the north-western part of the Indian Ocean. The scientists studied the relief of the ocean floor, investigated the magnetic field and carried out seismic sounding. Hoisting apparatus (подъемные машины) dropped to a depth of 10-12 km brought up many rock samples (образцы пород).

A laboratory study of these samples showed that in composition they might be close (близки) to that of the earth's mantle.

So far (пока) the north-west part of the Indian Ocean is the only zone scientifically known as a source of matter (источник пород) from the earth's upper mantle. This study will help to solve many of the secrets which the earth's upper mantle holds.

№3

Field Procedure with Gravity Instruments

The initial step for a field survey is the layout of a set of stations in the area to be explored. The stations may be placed along traverse, lines or in some other way. Each station is plotted on a field map. The survey work proceeds simultaneously with gravity work.

The instrument is first set up on a chosen base station. A measurement is then taken, followed, after a short interval, by a second observation to increase the accuracy. This procedure is then repeated at successive stations. After five to ten stations have been occupied, the instrument is returned to the base station for a check observation. The next step is to choose a subsidiary base station out of one of the new stations. This is accomplished by taking a second observation at the desired new base station. Each base station is simply a field station whose gravity value relative to another base has been made more certain by being measured at least twice. The survey then proceeds in the same manner from the new base, check readings being now taken at this base. In this way the area is gradually covered with a series of bases and ordinary stations.

During the field work a computer calculates the day's work and builds up a gravity anomaly map.

Variation of Gravity with Latitude

The regular variation of the earth's gravity with latitude is caused by two factors: the rotation of the earth & the fact that it is not a perfect sphere (идеальный шар). The earth's shape has approximately the shape of a perfect fluid (жидкость) for which a balance (равновесие) is maintained (поддерживается) between the gravitational forces tending to make it spherical and the centrifugal

forces of rotation tending to flatten (расплющивать) it. As a result of this balance the equatorial radius is about 21 km. greater than the polar radius.

Because of this flattening the acceleration of gravity to distinctly (заметно) less at the equator than at poles for two reasons: 1. at the equator the surface is father (дальше) from the centre of mass making the attraction smaller, & 2. at the equator the centrifugal acceleration, which is opposite to the gravitational acceleration, is a maximum. The total difference in gravity between the equator and the poles is about 5300milligals.

Gravity varies with elevation because a point at a higher elevation is father away (дальше) from the centre of the earth and therefore has a lower gravitational acceleration than a point at a lower elevation. The rate (величина) of this normal vertical variation, or the "vertical gradient" of gravity, can be calculated quite accurately (точно) from the gravity formula and the radius of the earth. The value so calculated by any of the gravity formulas is: $g_h = g_0$, where "g_h" is the value of gravity in gals at a height "h" in meters & "g_0" is it value at a reference level (нулевой или контрольный уровень) which is commonly the sea level.

The normal vertical gradient is considered to be a constant with a value of 0.094 milligal/ft. This constant is always used in the correction for elevation and is called in geophysics the free-air correction (поправка за свободный воздух), because it does not take into account (не учитывает) the attraction of any earth material above sea level. It is simply added to the observed gravity.

In gravitational prospecting the correction for the elevation is always made before mapping gravity measurements because otherwise (иначе) a gravity nap would be strongly affected by differences in elevation between different points of measurements.

Gravimeters

In principle a gravimeter is simply an extremely sensitive weighing device. The weight or force of gravitational attraction on a constant mass will vary with any variation in the gravitational field so that, it means are provided for detecting small enough differences in weight, the corresponding differences in gravity can be measured.

Several different types of apparatus have been suggested and built for gravity exploration. However, those which have been successfully employed in the field in geophysical prospecting are essentially a mass supported by a spring.

It may seen simple to hang a moss on a spring and measure the changes in weight produced by changes in gravity. However, let us consider the sensitivity requirements. To be useful in geophysical prospecting, It is necessary to detect differences in gravity at least as small as 1 mg. & preferably as small as 0.1 mg or even a few hundredths of a milligal. To measure a gravity difference of 0.1 mg means measuring 1 part in 10 million of total gravity. Suppose that we hang a mass on a spring and the spring is stretched about 1 ft., or 30 cm. This stretch results from the total force of gravity acting on a mass. A change in gravity of 1 part in 10 million will produce a change in length or movement of the weight of 30×10^{-7} cm.

№ 4

Geomagnetic Anomalies

The outer crust of the earth comprises a magnetically heterogenous assemblage of rocks which exists in the earth's magnetic field. Certain rocks exhibit the properties of magnets (induced or permanent) and superimpose (накладывать) their own magnetic fields on the magnetic field of the earth. The superimposed fields are called major, continental, regional and local anomalies.

The major and continental anomalies may be defined as variations of the earth's magnetic field associated with major and continental irregularities, such as inhomogeneities of composition and structural distortions (нарушения).

The regional anomalies cover smaller areas. One of the best known regional anomalies is the Kursk Magnetic Anomaly in the USSR. Regional anomalies indicate the tectonics and the stratigraphic and pertographic character of the upper portion of the rock zone.

Local anomalies extend over relatively small areas. The magnetic intensity in these areas may sometimes reach a high value.

Intensity of Magnetisation of Rocks and Formations.

The intensity of magnetization of rocks and formations and hence the magnetic anomalies which they produce is determined principally by nature of the constituent (составляющий) materials and to some extent (до какой то степени) by the geologic history.

The intensity of magnetization depends on the susceptibility of the rocks and formations; the susceptibility, in turn (в свою очередь) f depends chiefly on the relative amount and the distribution of magnetic material, especially magnetite, contained in the formations.

The forces which have been active in changing the magnetization are thermal, chemical and mechanical in nature, and are associated with erosion, tectonic movements, metamorphic processes and igneous intrusions. Besides, disintegration and decomposition alter the magnetization of formations. Finally, the magnetization may be affected by lightning (молния).

Terrestrial Magnetic

Studies of terrestrial magnetism have provided many interesting data. The Soviet and American satellites made it possible to register the variation of the magnetic field of the Earth. The measurements of these satellites are part of the preparations for a world magnetic survey of our planet. A Soviet non-magnetic ship Zarja also took part in this research.

During the international Quiet Sun Year (международный год спокойного солнца) the action of the streams of charged particles ejected by the Sun was observed for the first time. These streams, called "solar wind", are propagated at great velocity and tend to push back the terrestrial magnetic field nearer to the Earth on the daylight side of our planet and stretch it out like a comet's tail on the night side. Study of these streams will help in discovering the causes of magnetic storms and of Earth's radiation belts. Much of the programme was devoted to research into the active areas of the Sun: magnetic field, sun spots, solar flares, streams of solar particles etc. This research is important in the forecasts of ionospheric and disturbances, which cause aurora borealis (северные сияния) on the Earth, disrupt communications, etc.

It was thought that the Sun was a sphere uniformly magnetized, with North & South magnetic poles. It appears, however, that its magnetic field is fractured into many small elements with different polarities & intensities.

Electrical Prospecting Method

Electrical prospecting may be defined as prospecting for mineral deposits and geologic structures by electricity. Contrary to other geophysical methods which make use only of one field of force: gravitational, magnetic or elastic, in electrical prospecting there is much greater variety in the type of electrical and in methods of exploration. It is explained by the fact that some of them, such as the spontaneous polarization (self-potential) method depends on the natural electrical field of the earth. Other methods, each as the resistivity technique and equipotential line methods, are based on the artificial electric fields produced by currents introduced into the earth artificially[1].

Both direct (B.C.) and alternating (A.C.) currents are used, the latter gives not only greater sensitivity but additional physical quantities, which help in the interpretation of the results.

All the electrical methods of locating ore deposits are based on difference in electrical conductivity between the metalliferous minerals and the surrounding rocks. Just as the magnetic properties of iron ores are used as an indication of their presence, so the low resistance of such minerals as chalcopyrite, galena and pyrite may serve as a means of their detection.

With the exception of self-potential method electrical prospecting falls into the group of indirect geophysical techniques because they are not based on spontaneous effects like the magnetic and gravity methods. It is a common characteristic of the indirect methods that the depth from which reactions are obtained can be controlled by the spacing of transmitting and receiving points.

Spontaneous Polarization or Self-Potential Method

This method utilizes the natural flow of current in the earth, that is, no currents are artificially introduced into the ground. The ore body undergoing oxidation is a source of electric current. Water sinking into the ground from the surface carries absorbed oxygen. Such water coming in contact with

sulphide ore body, as a result of the oxidizing process creates a natural large scale galvanic cell with the upper portion of the ore as the positive pole and with weak acid formed in the oxidation process as the electrolyte. As a result of such a chemical action, differences in electrical potential exist. The upper portion “B” where the activity is greatest, becomes the negative electrode, the lower portion "C" becomes the positive electron. As a result of this difference in potential which may amount to more than a half volt, currents of electricity flow down, through the good conducting ore and return through the surrounding poorly conducting ground[2]; making a complete circuit as in a battery. The return currents will spread out to large distances from the ore owing to the high resistivity of the ground. The approximate lines of flow[3] are indicated by the dotted lines in Fig.2.

At the surface of the earth the current flow is toward a point usually above the ore body, which is called the negative centre. Hence, the negative centre may be found by determining in the field either the equipotential lines or the direction and magnitude of the currents.

How to detect and to measure most conveniently the direction and magnitude of the natural currents, produced near an oxidizing sulphide body? It is sufficient to drive into the ground iron stakes several feet apart[4], which will serve as electrodes, and to join them by insulated wires in series with a sensitive micro-ammeter, or galvanometer. Such an arrangement will be sufficient to detect the natural currents. But a very serious error arises[5] when two such metal rods are used as electrodes because of the chemical action which at once starts at their surface, especially when the ground is moist. As a result of this action large fluctuating potentials between the two stakes arise (“polarization”). Such polarization strongly masks the more feeble natural currents produced by the ore. In this case non-polarizable electrodes are used which are placed in or on the ground.

1. currents introduced into the earth artificially – токи искусственно вводимые в землю
2. through the surrounding poorly conducting ground – через окружающий участок земли, плохо проводящий ток
3. approximate lines of flow – приблизительные токовые линии (изолинии)
4. several feet apart – на расстоянии нескольких футов
5. serious error arises – возникает серьезная ошибка

№5

Electrical Properties of Rocks

Electrical prospecting makes use of three fundamental properties of rocks. One is resistivity which governs (определять) the amount of current passing through the rock when a specified (известный) potential difference is applied. Another is the electrochemical activity with respect to (по отношению к) electrolytes in the ground. This is the basis for the self-potential method. The third is the dielectric constant which give information on the capacity of a rock material to store electric charges (способность породы накапливать электрические разряды) & it must be taken into consideration (учитывать) when high frequency (частота) alternating currents are introduced into the ground.

Resistivity. The electrical resistivity of any material is defined as the ohms between opposite faces (грани) of a unit cube of that material. The unit of resistivity in the metric system is the ohm centimeter. The current “I” is related to the impressed voltage “V” and the resistance “R” by Ohm's law:

$I = V/R$

The range (предел) of resistivities among rocks and rock materials is enormous. It extends from 10^{-3} ohm-cm. Rocks and minerals with resistivities from 10^{-3} to 10 ohm-cm are considered good conductors; from 100 to 10^{9} ohm-cm. intermediate conductors; and from 10^{10} to 10^{17} ohm-cm - poor conductors.

It is observed that there is no consistent difference between resistivities of igneous, sedimentary and metamorphic rocks. Certain minerals, however, tend to have anomalously low resistivities with respect to (по отношению к) surrounding rocks. This makes it possible to locate them by resistivity measurements on the surface.

Electrochemical Activity. Electrochemical activity depends on the chemical composition of the rocks and also on the composition and concentration of the electrolytes dissolved (растворять) in the ground water with which they are in contact. This is the property that governs the magnitude and sign of the voltage developed when the rock material is in equilibrium with an electrolyte.

Electrochemical activity has a most important practical application in potential prospecting.

Dielectric Constant. The dielectric constant is a measure of the polarizability of a material in an electric field. The polarization or electrical moment per unit volume (объем) "P" is proportional to the impressed electrical field "E". The dielectric constant determines the effective capacitance (емкостное сопротивление) of a rock material and consequently (следовательно) its static response (реакция) to any applied electric field, either direct or alternating. The dielectric constant of a vacuum is unity (единица). For most hard rocks it ranges from about 6 to 16 electrostatic units.

Induced Polarization Methods

When an electric current passing into the earth through grounded (заземленный) electrodes is suddenly interrupted (прерывать), a potential can be measured between them or nearby (соседний) electrodes for some time after the current stops. This potential decays exponentially (распадать экспоненциально) with time after the interruption, This effect is known as induced polarization of earth material by the current and is associated with electrochemical reactions in the earth, induced polarization is applied as a means in prospecting for metallic minerals.

Polarization effects may arise from (возникать) a number of sources within the earth. Where there buried (погребенный) metallic conducting bodies, such as a clump (глыба) of pyrrhotite the surfaces of the conductor opposite (противоположный) the two current electrodes take on positive and negative polarities which are in opposition to the polarities of the nearest electrodes. When the current is interrupted, these surfaces act as elements of an electrolytic cell (элемент). This cell will dissipate (рассеивать) its charge by sending a current into the earth which decays with time and which generates a potential measurable on the surface.

The Resistivity Method

It is well known that most metallic ores are good electrical conductors and it is this fact that led to the use of the resistivity methods for the location of ore.

As other electrical methods requiring introduction of current artificially into the ground, the resistivity method is based on the difference in .electrical conductivity between metalliferous minerals and the surrounding rocks.

The resistivity of a material is a measure of the flow of current which is measured in ohm-centimeters or ohm-meters and it is different for every kind of rock, soil or metal.

The resistivity method has a greater resolving power than such potential methods as magnetic, gravitational and self-potential ones because it provides quantitative electrical data from the field measurements. Under favourable conditions this technique can be used to find the depths of layers in the earth having anomalously high or low conductivities and to determine the depth and approximate shape of ore bodies with anomalous resistivity.

The field procedure employed in the resistivity method consists in passing a known current through a selected portion of the earth and measuring the potential drop or some other electrical quantity associated with the flow of current. This is usually accomplished by passing the current between energizing electrodes placed at two selected points and measuring the potential difference between two or more auxiliary electrodes placed at other points in the area under investigation[1]. From the observed values of the current and potential it is possible to calculate the apparent resistivity of the material included within the zone of measurement for any given electrode configuration.

In actual practice a number of different surface configurations is used for the current and potential electrodes. The electrode configuration employed[2] should preferably be such that the maximum flow of current will take place in the depth range desired in the measurement. The potential electrodes should be so positioned with respect to the current electrodes that they receive the maximum influence from the surface flow of current.

Both sets of electrodes are laid out along a straight line[3]. for example, let us consider the Wenner arrangement[4].

Here each potential electrode is separated from the adjacent current electrode by a distance "a" which is one third the separation of the current electrodes where

$P = 2 \pi a V/I$

The effective depth of measurement is governed to a limited extent[5] by the spacings of various electrodes involved in the measurement[6] and by relative resistivities of various geologic strata included in the measurement.

Generally the subsurface is heterogenous and the potential distribution at the surface of the ground is affected by the size, shape, composition and the relative positions of the subsurface rocks. Interfering factors are always present. They include: natural ground currents, polarization phenomena, uneven topography and near-surface resistivity variations. The effect of such factors must be evaluated in the field work or in the interpretation.

To conduct the resistivity measurements in the field it is necessary to have:

1. A source of current, direct or alternating, supplied by a battery or a generator.
2. A portable voltmeter or potentiometer for measuring small potential differences accurately.
3. A portable milliammeter for measuring currents.
4. Four iron stakes or other forms of electrodes.
5. A well-insulated wire.

The resistivity method has found useful application not only in locating mineral deposits & ore bodies. It is used with great success to the determination of overburdens in connection with road building, for the location of cavities in limestone formations at dam sites & railway construction & in finding ground water resources

1. in the area under investigation – в исследуемом районе
2. The electrode configuration employed – применяемая расстановка (расположение электродов)
3. Both sets of electrodes are laid out along a straight line – обе группы электродов располагаются по прямой линии
4. Wenner arrangement – установка Веннера
5. to a limited extent – в ограниченной степени
6. electrodes involved in the measurement – электроды, используемые в исследованиях (измерительные электроды)

Equipotential - Line Method (метод изолиний)

Of all methods requiring artificial currents the equipotential-line technique is the simplest. If two electrodes are inserted in the ground and if an external voltage is applied across them, there will be a flow of current through the earth from one electrode to the other, if the medium (среда) through which the current flows is homogenous in its electrical properties, the flow lines will be regular and, in a horizontal plane (плоскость) symmetrical about the line joining the electrodes. Any inhomogeneities in these properties will cause distortions (искажения) in the lines of current flow. Such distortions indicate the existence of subsurface material with higher conductivity than its surroundings, so that it attracts the flow lines (токовые линии) towards itself, or with lower conductivity it tends to force (толкать) the lines into the surrounding medium.

The equipotential lines are assumed to be perpendicular to the lines of current flow. Any irregularity in the flow lines will show up as distortions in the equipotential lines.

Equipment & Field Operation.

(Методика полевых работ)

In equipotential surveys the earth is energized (питаться) with a pair of primary electrodes (пары первичных электродов) about 2000 ft. apart. The position of these electrodes remains fixed (постоянный) during the survey. The equipotential lines are traced (прослеживаются) on the surface by a pair of search electrodes (поисковые электроды) inserted into the ground. One of the search electrodes remains in a fixed position between the primary electrodes & the other is moved until no current flows between it & the fixed search electrode.

Distortions in the equipotential lines are utilized to locate masses such as ore bodies of anomalously high or low conductivity to depth up to about 50 ft.

Inductive Methods

A number of electrical techniques makes use of the electromagnetic waves generated at the surface.

In prospecting one of the two types of current source is applied: 1. horizontal or vertical circular loops, 2. long horizontal wires, the most usual frequences are 500 cps.

Electromagnetic waves attenuate in the earth at a rate depending on the frequency and electrical characteristics of the earth. When they pass through a conducting formation or an ore body they induce currents in the conductors in accordance with the laws of electromagnetic induction. These currants are the source of new waves which are radiated from the conductors and can be detected by suitable instruments on the surface. Any inhomogeneities in the electromagnetic field observed on the surface would indicate variations in the conductivity below the earth's surface and suggest the presence of anomalous masses in the subsurface.

A number of important lead-copper-zinc ore bodies were discovered as a result of surface electromagnetic surveys.

№6

Seismic Methods

Application of seismic methods depends on the variations in elastic properties of geologic bodies and the surrounding media. In seismic exploration differences in the speed of elastic waves in different formations are measured.

In regard to physical laws seismic phenomena are comparable to optical phenomena, since they deal with a type of energy propagated in the form of waves. Wave propagation is characterized by velocity, frequency, intensity, direction and such phenomena as travel time, wave length, refraction, etc.

Seismic methods are based on the measurements of travel time of artificial elastic waves. Such waves produced by explosives at or near the surface travel in all directions from the source or shot point. Waves radiating in certain directions are refracted or reflected so that they come back to the surface. Sensitive seismic detectors set on the surface at various distances from the shot point and connected to an ascellograph record the ground movement on a photographic tape on which the instant of explosion is shown[1]. By measurements on this tape the travel time from a shot point to a detector are determined. These travel times depend on the nature of the rocks through which the seismic waves penetrate, the corresponding speed of wave travel and on the existence of discontinuities in velocity or density which determine points of reflection or refraction below the surface. In many cases such seismic records show reflected waves which give very definite information about the depth to certain discontinuities in the lithologic character of the rock series. Under favourable conditions a certain geologic bed may be mapped very accurately by reflected seismic waves even though it may be many thousands of feet deep.

In another application of the seismic method the depths of different beds and their characteristic wave speeds may be determined by the travel times of waves that have been refracted through those beds.

Under favourable conditions seismic methods may give information that can be interpreted quite simply & directly in terms of geologic conditions[2].

In common with electrical methods[3] the depth of investigation in seismic exploration may be controlled by varying the spacing between, transmission and reception points.

The Seismic Reflection Method

The seismic reflection method gives a more direct and detailed picture of subsurface geological structure than any other geophysical method. From the data it provides one can map[4] depths to subsurface interfaces with a great accuracy. The depths are determined by observing the travel times of elastic waves generated near the surface and reflected back to the surface from the formation below.

The advantage of the reflection method is that it permits capping of many horizons from each shot. The precision of the mapping is approximately the same for the deeper horizons as for the shallower ones.

The Seismic Refraction Method

In the refraction method of prospecting measurements are made of the times of arrival of .waves which have been refracted at subsurface boundaries. Data on the travel times of the refracted longitudinal wares may be used to map the boundaries separating the media of different elastic wave velocities.

In refraction prospecting a charge is placed at one location and a number of seismographs are set up in a straight line, preferably at equal intervals. Depth calculations are based on a time impulses analysis[5] of the seismogram. Impulses are located which correspond to the arrival of different types of waves: their arrival time is measured from the instant of the shot. Depth calculations may be based only on the first impulses. Travel times are plotted against the distances[6] of the various receiving stations from the shot point. Thus, the travel time curve is observed. If the travel time curve is straight and has the same slope for ill distances, so high speed beds have been reached. When breaks (changes of angles) occur, they may be due to various conditions.

1. the instant of explosion is shown – отмечен момент взрыва
2. in terms of geologic conditions – на языке геологии
3. in common with electrical methods – как и в электрических методах
4. one can map – можно закартировать
5. a time impulses analysis – анализ времени (прихода) импульсов
6. travel times are plotted against the distances – время пробега сейсмической волны изображается по отношению к расстоянию

Seismic Methods

The fundamental principles utilized in seismic prospecting were derived from the study of earthquakes. Earthquakes are vibrations in the earth's crust produced by the shearing (разрыв) of a rock mass or by volcanic or other disruptive causes. Sudden (внезапный) displacements of rock create elastic vibrations (seismic waves) which travel away from the region of disturbance (нарушение) and are observed at permanent seismological stations located on the earth's surface at various locations. Several different types of seismic waves are recorded at a seismological station. From the determination of the arrival time of different types of seismic waves, longitudinal or traverse (поперечный) and other factors it is possible to define the location of the source (источник) of the waves and the subsurface zones through which they have traveled.

In applied (разведочная) seismology artificial earthquakes are generated by various mechanical or explosive means, such as a heavy mechanical blow (удар) at the earth's surface or the explosion of a charge (заряд) of dynamite usually buried a short distance beneath the surface of the earth.

The field technique includes measurements of the travel time of the elastic wares from the point of disturbance to several seismometer stations located at the earth's surface.

Two methods of seismic prospecting are employed they are called reflection and refraction methods. In both methods a sudden artificial disturbance is produced at the shot point (точка взрыва) by exploding a charge of dynamite or by some other means. When the dynamite is exploded the earth is set in motion (колебаться) and the motion of the earth's surface is detected and recorded by sensitive instruments located at known distances from the shot point.

The basic difference between the two methods lies in the character of the waves (refracted or reflected) whose time of arrival is utilized. In the refraction method travel-time data (данные) are obtained for those artificially produced elastic waves which have been refracted at boundaries separating media of different elastic constants or density. In the reflection method observations are made of the arrival time of the artificially produced elastic waves which have been reflected from subsurface horizons.

By knowing the travel time (intervals between occurrence of explosion and arrivals of the elastic waves) and the distances between the source of explosion and the seismometers it is possible to calculate the depths and dips (падение) of the refracting boundaries or reflecting horizons.

Volcanoes

The study of ancient volcanoes has shown that volcanic activity is a permanent process which continues throughout the Earth's entire (весь) existence. Volcanoes are dangerous but at the same time they give much information on the processes taking place in the depths of the Earth. Today volcanoes are studied by geophysical methods such as seismic prospecting, making it possible not only to determine the existence, but also to follow the behaviour (следить за поведением) of magma, gases, water vapour and thermal waters which rise from depths, exceeding (превышать) 100 kilometers. Research has shown that volcanic activity greatly influences many processes on the Earth, for example, the composition of the atmosphere and the water in the oceans. Soviet geochemist A. Vinogradov proved (доказывать) that the chlorine ions in the water of the World Ocean are of volcanic origin. They were accumulated in the water from the gases emitted (выделяться) during underwater eruptions (извержения).

Soviet scientists have also proved that the formation of cupreous (медистый) pyrite, phosphorites, bauxites, manganese ores and some other minerals, is directly connected with volcanic activity. These minerals were formed by volcanic gases and hot water solutions ejected (выделяться) during eruptions.

Volcanic activity also transforms the Earth's lithosphere. As a result, concentrations of valuable cross gold, silver, copper, lead, mercury (ртуть) and others are formed within the lithosphere.

The relationship (связь) between volcanic activity and formation of various mineral deposits helps the scientific forecasting (предсказание) in prospecting for mineral deposits. For example, it was established (устанавливать), that vast territories of the USSR are layered with volcanic rocks of various ages. The entire southern part of the Kola Peninsula is made up of volcanogenic strata. No less than half of Central Kazakhstan & ore bearing Altai also consist of products of ancient volcanic activity.

1.3 Подготовка к практическим занятиям

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

density - плотность
ambiguity - неоднозначность
expenditure - издержки, расходы
frequency dependent variation - частотно-зависимое изменение
induced polarization - наведённая поляризация
lateral variation - изменчивость простирания
magnetic susceptibility - магнитная восприимчивость
offshore - морской
onshore - наземный
propagation velocity - скорость распространения
reflectivity - отражательная способность
resistivity - удельное сопротивление
self-potential - собственный потенциал
superficial - неглубокий, поверхностный
surveying - наблюдение, разведка, съёмка,
изыскания
tracking - отслеживание, слежение
transmissivity - проницаемость
water table - горизонт грунтовых вод, зеркало грунтовых вод

concealed - скрытый, погруженный
declination - склонение (магнитное)
geomagnetic field - магнитное поле Земли
igneous - пирогенный, вулканического происхождения
iron-ore - железорудный
magnetometer - магнитометр
swing - качание, колебание
sine - синус, синусный
tangent method - способ касательных
vertical field balance - вертикальные магнитные весы
magnetic needle - магнитная стрелка
knife edge - опорная призма (весов)
agate - агат
salt dome - соляной купол

artificial - искусственный, ненатуральный
auxiliary - вспомогательный
apparel - одежда
disturbance - помеха
magnetic intensity - магнитное напряжение
diurnal - ежедневный, каждодневный
negligible - незначительный; неважный, непринимаемый в расчёт, игнорируемый
stake - пикет, временный знак для обозначения пунктов наблюдения
strata (мн.ч.,ед.ч. – stratum) - напластование; отложение пород; толща пластов; свита пластов
strike - простирание
vitiate - портить, искажать
reference point - исходная точка, точка относимости, отметка исходного уровня
precautions - меры предосторожности
rough terrain - местность пересеченная, неровная местность
temperature compensated - с компенсацией температурных воздействий

acceleration - ускорение
centrifugal force - центробежная сила
devise - придумывать, изобретать
gal - гал (единица ускорения силы тяжести, равная 1 см/с^2)
gravity unit - единица ускорения силы тяжести
infinitesimal volume - бесконечно малый объем
mercury - ртуть
reversible pendulum - оборотный маятник
revolution - оборот, вращение
supersede - заменять; замещать, смещать
undulation - неровность поверхности, волнистость
vicinity - близость, соседство
appropriate - подходящий, соответствующий
free fall - свободное падение

gravity surveying - гравитационная съёмка
gravimeter observation -измерение с помощью гравиметра
square grid - сетка квадратов
anticipated - предвиденные, ожидаемые
oil prospecting - разведка на нефть
spirit levelling instrument - нивелир со спиртовым уровнем

barometrically - по барометру
drift - отклоняться
readings - данные из таблицы
creep - ползучесть, деформация
adjustment - регулировка, настройка,
be straightforward - не представлять труда
uncommon - редкий
anomalous masses - аномальные массы
knoll - холм
tides - приливы и отливы
fault - тектоническое нарушение
drift curve - график сползания нуль-пункта

sulphide veins - сульфидная жила
self-potential method - метод собственных потенциалов
resistivity method - метод сопротивления (при геофизической разведке)
induced polarization method - метод вызванной поляризации
fluctuating - переменный
unidirectional potential - напряжение постоянного тока
ore body - рудное тело, сплошное месторождение
probe - прибор для проведения каротажа
distort - искажать
primary field - первичное поле
search coil - поисковая рамка
transient - переходящий
decay - убывание, затухание
troublesome - нежелательный

seismic trace - сейсмическая трасса
common midpoint (CMP) - общая средняя точка
CMP record - сейсмограмма ОСТ
data processing - обработка данных
interpretability - интерпретируемость, возможность интерпретации
offset - удаление источник – приёмник
seismic record - сейсмограмма
seismic reflection survey - сейсмическая разведка методом отражённых волн
seismic section - сейсмический разрез, временной разрез
shot record - сейсмическая запись, сейсмограмма (общего пункта возбуждения)
wiggle - волнистая линия

stress - напряжение
tensile - растяжимый, эластичный
strain - деформация
compressive - сжимающий
shearing - касательный
restoring forces - возвращающая сила
shearing strain - деформация сдвига
relieve - зд. ослаблять
bulk modulus - модуль всестороннего сжатия
shear modulus - модуль сдвига
propagate - распространять(ся)
elastic moduli - коэффициенты упругости, модули упругости

stress-strain relation - зависимость деформации от напряжения
be of immediate interest to - представлять непосредственный интерес
longitudinal strain - продольная деформация
volume strains - объёмная деформация

seismic - сейсмический
angle of incidence - угол атаки, угол падения
angle of reflection - угол отражения
approximately - приблизительно, примерно
body wave - объёмная волна
compression - сжатие
distort - искажать, деформировать
encounter - сталкиваться, встречаться
ground roll - поверхностная волна
law of refrection - закон отражения
Love wave - Волна Лява (геофиз.)
low-energy waves - низкоэнергетические волны
lump together - объединять
passage - распространение (синоним -*propagation*), прохождение
pressure wave - волна сжатия, продольная волна
rarefaction - разрежение
Rayleigh wave - рэлеевская волна, волна Рэлея
seismic source - источник сейсмических волн
seismic wave - сейсмическая волна
shatter - разрушение
shear wave - волна сдвига, поперечная волна
vibration - вибрация, колебание

abruptly - резко
be wasted - пропадать
charge - заряд
dig out (dug, dug) - откапывать
embed - закапывать, заглублять
environmental reasons - экологические соображения
explosion - взрыв
fire - включать, запускать
flat plate - плоская плита
ground conditions - основополагающие условия; *геоф.* – наземные усл.
hammer - молот, кувалда (для возбуждения волн)
hammer blow - тяжёлый удар
hit (hit, hit) - ударять
impact source - ударный источник
in conformity with - в соответствии с
local regulation - местный нормативный акт
portable - портативный, переносной
pour - лить
pulse - импульс
reflection survey - сейсморазведка методом отражённых волн
shattering - разрушение
shot - выстрел, взрыв
shot hole - шпур, взрывная скважина
shot instant - момент взрыва

shot point - пункт взрыва (геофиз.)
shot-firer - взрывник, подрывник
vibratory source - вибрационный источник
virtually - фактически, в сущности

pendulum - маятник
coil - змеевик, спираль
leaf-spring - пластинчатая пружина
e.m.f. (electromotive force) - электродвижущая сила
impedance matching - согласование полного напряжения
automatic gain control – автоматическая регулировка амплитуд
high-pass filter - высокочастотный фильтр, фильтр высоких частот
low-pass filter - фильтр низких частот
intermittently - периодически

seismic surveying – сейсморазведка (полевые наблюдения)
shot-hole - взрывная скважина
augering - бурение при помощи ручного бура
entail - повлечь за собой
profile shooting - сейсмопрофилирование
amplifier gain - коэффициент усиления
subside - утихать, ослабевать
decide upon - определить
recording medium - носитель записи
weathering and elevation corrections - поправки за зону малых скоростей и за высоту

Повторите материал практических занятий.

Согласование времен в английском предложении (Sequence of Tenses)

Если в главном предложении сказуемое выражено глаголом в одной из форм прошедшего времени, то в придаточном предложении употребление времен ограничено. Правило, которому в этом случае подчиняется употребление времен в придаточном предложении, называется согласованием времен.

Правило 1: Если глагол главного предложения имеет форму настоящего или будущего времени, то глагол придаточного предложения будет иметь любую форму, которая требуется смыслом предложения. То есть никаких изменений не произойдет, согласование времен здесь в силу не вступает.

Правило 2: Если глагол главного предложения имеет форму прошедшего времени (обычно Past Simple), то глагол придаточного предложения должен быть в форме одного из прошедших времен. То есть в данном случае время придаточного предложения изменится. Все эти изменения отражены в нижеследующей таблице:

Переход из одного времени в другое	Примеры	
Present Simple » Past Simple	He **can speak** French – Он говорит по-французски.	Boris said that he **could speak** French – Борис сказал, что он говорит по-французски.
Present Continuous » Past Continuous	They **are listening** to him – Они слушают его	I **thought** they **were listening** to him – Я думал, они слушают его.
Present Perfect » Past Perfect	Our teacher **has asked** my parents to help him – Наш учитель попросил моих родителей помочь ему.	Mary **told** me that our teacher **had asked** my parents to help him – Мария сказала мне, что наш учитель попросил моих родителей

		помочь ему.
Past Simple » Past Perfect	I **invited** her – Я пригласил ее.	Peter **didn't know** that I **had invited** her – Петр не знал, что я пригласил ее.
Past Continuous » Past Perfect Continuous	She **was crying** – Она плакала	John **said** that she **had been crying** – Джон сказал, что она плакала.
Present Perfect Continuous » Past Perfect Continuous	It **has been raining** for an hour – Дождь идет уже час.	He **said** that it **had been raining** for an hour – Он сказал, что уже час шел дождь.
Future Simple » Future in the Past	She **will show** us the map – Она покажет нам карту.	I **didn't expect** she **would show** us the map – Я не ожидал, что она покажет нам карту.

Изменение обстоятельств времени и места при согласовании времен.

Следует запомнить, что при согласовании времен изменяются также некоторые слова (обстоятельства времени и места).

this » that
these » those
here » there
now » then
yesterday » the day before
today » that day
tomorrow » the next (following) day
last week (year) » the previous week (year)
ago » before
next week (year) » the following week (year)

Прямая и косвенная речь

Перевод прямой речи в косвенную в английском языке

Для того чтобы перевести прямую речь в косвенную, нужно сделать определенные действия. Итак, чтобы передать чьи-то слова в английском языке (то есть перевести прямую речь в косвенную), мы:

1. ***Убираем кавычки и ставим слово that***

Например, у нас есть предложение:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы передать кому-то эти слова, так же как и в русском, мы убираем кавычки и ставим слово that – «что».

She said that ….. Она сказала, что….

2. ***Меняем действующее лицо***

В прямой речи обычно человек говорит от своего лица. Но в косвенной речи мы не может говорить от лица этого человека. Поэтому мы меняем «я» на другое действующее лицо. Вернемся к нашему предложению:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Так как мы передаем слова девушки, вместо «я» ставим «она»:

She said that she ….. Она сказала, что она….

3. Согласовываем время

В английском языке мы не можем использовать в одном предложении прошедшее время с настоящим или будущим. Поэтому, если мы говорим «сказал» (то есть используем прошедшее время), то следующую часть предложения нужно согласовать с этим прошедшем временем. Возьмем наше предложение:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы согласовать первую и вторую части предложения, меняем will на would. *см. таблицу выше.*

She said that she would buy a dress. Она сказала, что она купит платье.

4. Меняем некоторые слова

В некоторых случаях мы должны согласовать не только времена, но и отдельные слова. Что это за слова? Давайте рассмотрим небольшой пример.

She said, “I am driving now”. Она сказала: «Я за рулем сейчас».

То есть она в данный момент за рулем. Однако, когда мы будем передавать ее слова, мы будем говорить не про данный момент (тот, когда мы говорим сейчас), а про момент времени в прошлом (тот, когда она была за рулем). Поэтому мы меняем now (сейчас) на then (тогда) *см. таблицу выше.*

She said that she was driving then. Она сказала, что она была за рулем тогда.

Вопросы в косвенной речи в английском языке

Вопросы в косвенной речи, по сути, не являются вопросами, так как порядок слов в них такой же, как в утвердительном предложении. Мы не используем вспомогательные глаголы (do, does, did) в таких предложениях.

He asked, “Do you like this cafe?” Он спросил: «Тебе нравится это кафе?»

Чтобы задать вопрос в косвенной речи, мы убираем кавычки и ставим if, которые переводятся как «ли». Согласование времен происходит так же, как и в обычных предложениях. Наше предложение будет выглядеть так:

He asked if I liked that cafe. Он спросил, нравится ли мне то кафе.

Давайте рассмотрим еще один пример:

She said, “Will he call back?” Она сказала: «Он перезвонит?»

She said if he would call back. Она сказала, перезвонит ли он.

Специальные вопросы в косвенной речи

Специальные вопросы задаются со следующими вопросительными словами: what – что when – когда how – как why - почему where – где which – который

При переводе таких вопросов в косвенную речь мы оставляем прямой порядок слов (как в утвердительных предложениях), а на место if ставим вопросительное слово.

Например, у нас есть вопрос в прямой речи:

She said, “When will you come?”. Она сказала: «Когда ты придешь?»

В косвенной речи такой вопрос будет выглядеть так:

She said when I would come. Она сказала, когда я приду.

He asked, “Where does she work?” Он спросил: «Где она работает?»

He asked where she worked. Он спросил, где она работает.

Причастие. Participle

В английском языке причастие — это неличная форма глагола, которая сочетает в себе признаки глагола, прилагательного и наречия.

Формы причастия

		Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Participle I (Present Participle)	Simple	**writing**	**being written**
	Perfect	**having written**	**having been written**
Participle II (Past Participle)			**written**

Отрицательные формы причастия образуются с помощью частицы **not**, которая ставится перед причастием: not asking — не спрашивая,not broken — не разбитый.

Как переводить разные формы причастия на русский язык

Формы причастия	причастием	деепричастием
reading	читающий	читая

having read		прочитав
being read	читаемый	будучи читаемым
having been read		будучи прочитанным
read	прочитанный	
building	строящий	строя
having built		построив
being built	строящийся	будучи строящимся
having been built		будучи построенным
built	построенный	

В английском языке есть **два причастия**:

1 Причастие I (**Participle I** *или* **Present Participle**) - причастие настоящего времени. ***Имеет две формы***:

а) Present Participle Simple. Соответствует русскому причастию настоящего времени и деепричастию несовершенного вида: **reading** – *читающий, читая*, **resting** – *отдыхающий, отдыхая*;

б) Present Participle Perfect. Соответствует русскому деепричастию совершенного вида: **having written** – *написав*, **having read** – *прочтя*.

2 Причастие II (**Participle II** *или* **Past Participle**) - причастие прошедшего времени. Причастие от переходных глаголов соответствует русскому страдательному причастию прошедшего времени: **opened** –*открытый,* **dressed** –*одетый*, **made** – *сделанный*.

Английское причастие обладает свойствами ***прилагательного***, ***наречия*** и ***глагола***.

Как ***прилагательное***, причастие выполняет в предложении функцию определения к существительному и соответствует ***русскому причастию***:

A **broken** cup lay on the floor. ***Разбитая*** *чашка лежала на полу.*

Как ***наречие***, причастие выполняет функцию обстоятельства, определяющего действие, выраженное сказуемым, и соответствует ***русскому деепричастию***:

They passed me **talking** loudly. *Они прошли мимо, громко* ***разговаривая***.

He sat at the table **thinking**. *Он сидел у стола* ***задумавшись***.

Глагольные свойства причастия выражаются в том, что оно может иметь прямое дополнение:

Entering the room he found all the pupils present. ***Войдя*** *в комнату, он увидел, что все учащиеся присутствуют.*

и может определяться наречием:

He liked to rest in the evening **walking** slowly in the park. *Он любил отдыхать вечером,* ***прогуливаясь*** *медленно в парке.*

Непереходные глаголы не имеют форм Страдательного залога (Passive).

Вспомним, что:

ПЕРЕХОДНЫМИ называются глаголы, выражающие действия, которые могут переходить на предмет и отвечающие на вопрос ***кого?, что?***. Например: *видеть, уронить*.

НЕПЕРЕХОДНЫМИ называются глаголы, выражающие действия, которые не переходят непосредственно на предмет или лицо. Например: *жить, плакать, сидеть*. Такие глаголы употребляются только в действительном залоге.

Многие английские глаголы в одном из нескольких своих значений являются переходными, а в другом - непереходными, например: **burn** - *жечь* (переходный) / *гореть* (непереходный); **sit** - *сажать* (переходный) / *сидеть* (непереходный).

Present Participle Simple

или просто **Participle I** (причастие настоящего времени)

Причастие I или причастие настоящего времени в действительном залоге имеет простую форму с характерным **ing**-окончанием и в страдательном залоге – сложную форму с **ing**-окончанием, смещенным на вспомогательный глагол.

	Active	**Passive**
Participle I	**asking**	**being asked**

Эта форма употребляется независимо от времени, в котором стоит сказуемое, выражая лишь ***одновременность*** с действием, выраженным глаголом-сказуемым. В предложении Причастие I (Active и Passive) выполняет функцию определения или обстоятельства.

Действительный залог.

Может передавать следующие временные отношения:

а) Выражает ***одновременность*** с действием, выраженным глаголом-сказуемым предложения в настоящем, прошедшем или будущем. Название - "*причастие настоящего времени*" является таким образом чисто условным. Например:

Reading English books I wrote out new words. ***Читая*** *английские книги, я выписывал новые слова.* (прошлое)

Reading English books I'll write out new words. ***Читая*** *английские книги, я буду выписывать новые слова.* (будущее)

б) Причастия в роли обстоятельства, образованные от глаголов физического восприятия и движения могут обозначать ***действие, предшествующее*** действию, выраженному глаголом-сказуемым предложения, то есть действие, передаваемое обычно формой Perfect Participle I.

to come - *приходить* to hear - *слышать*
to enter - *входить* to see – *видеть* и др.

Hearing his voice she ran to meet him. ***Услышав*** *его голос, она побежала встречать его.*

в) Могут выражать действие относящееся к ***настоящему*** времени (***моменту речи***) независимо от того, в каком времени стоит глагол-сказуемое предложения или употребляться **безотносительно** ко времени. Например:

The woman **waiting** in the car called you the day before yesterday. *Женщина, **ждущая*** (сейчас) *в машине, звонила вам позавчера.*

The bisector is a straight line **dividing** an angle into two equal parts. *Биссектриса – это* (есть) *прямая линия, **которая делит** угол пополам.*

В роли определения

В роли определения к существительному (***какой? какая? какие?***) Причастие I характеризует лицо или предмет через его действие. В отличие от герундия, имеющего ту же форму, ему не предшествует предлог.

Может находиться как перед определяемым существительным (одиночное причастие), так и после определяемого существительного (с зависящими от него словами, образуя причастный оборот).

1 Перед существительным, как отглагольное прилагательное. На русский язык переводится причастием настоящего или прошедшего времени и показывает, что описываемый предмет или лицо сам выполняет действие:

A **dancing** girl.	***Танцующая*** *девочка.*
He watched the **falling** snow.	*Он смотрел на* ***падающий*** *снег.*
The clouds were lit up by the **setting** sun.	*Облака были освещены* ***заходящим*** *солнцем.*

При этом определяемое существительное должно быть лицом или предметом, который сам может осуществлять действие, выраженное причастием. В противном случае эта глагольная форма будет являться герундием, например:

(причастие I)	**boiling** water	***кипящая*** *вода*
(герундий)	the **boiling** point	*точка* ***кипения***

2 После существительного, где причастие I вместе с относящимися к нему словами образует определительный причастный оборот. На русский язык переводится причастием или сказуемым придаточного определительного предложения, вводимого словом ***который***. В отличие от причастных оборотов в русском языке, определительные причастные обороты в англ. языке обычно запятой не выделяются.

A boy **playing** in the garden.	*Мальчик,* ***играющий*** *в саду.*
I don't know the girl **waiting** for you.	*Я не знаю девушку,* ***ожидающую*** *тебя. = Я не знаю девушку,* ***которая ждет*** *тебя.*
They reached the road **leading** to the city.	*Они дошли до дороги,* ***ведущей*** *в город.*

Определительные причастные обороты должны непосредственно следовать за тем существительным, к которому они относятся, нарушение этого правила ведет к изменению смысла высказывания:

This is the sister of my friend **living** next door to me.	*Это сестра моего друга,* ***живущего*** *в соседней квартире.*
This is my friend's sister **living** next door to me.	*Это моего друга сестра,* ***живущая*** *в соседней квартире.*

Примечание: Причастные определительные обороты употребляются в тех случаях, когда действия, выраженные глаголом-сказуемым предложения и причастием происходят ***одновременно***.

Can you **see** the girl **dancing** with your brother? *Ты* ***видишь*** *девушку,* ***танцующую*** *с твоим братом?*

The boys **throwing** stones into the pond **laughed** loudly. *Мальчики,* ***бросавшие*** *камни в пруд, громко* ***смеялись***.

Если же эти действия происходят ***не одновременно***, то при переводе на английский язык русского причастного оборота его следует переводить определительным придаточным предложением со сказуемым в требуемом времени:

Я хочу ***поговорить*** *с тем, кто* ***разбил*** *эту чашку.*	I want **to talk** to the person who **broke** that cup. (нельзя: …the person breaking that cup)
Мальчики, ***бросавшие*** *камни в пруд,* ***ушли*** *домой.*	The boys who **were throwing** stones into the pond **went** home. (Past Continuous)

В первом предложении: одно действие в настоящем, второе действие – "*разбил*" в прошлом. Во втором предложении оба действия в прошлом, но они не одновременны – сначала "*бросали*", потом закончили и началось другое действие – "*пошли домой*".

В роли обстоятельства

В роли обстоятельства Причастие I поясняет **когда?, почему?, по какой причине?, как?, при каких обстоятельствах?** и т.д. происходит главное действие, выраженное глаголом-сказуемым предложения. Употребляется:

1 В причастных оборотах для выражения обстоятельств времени. Может стоять в начале или в конце предложения, на русский язык обычно переводится деепричастием несовершенного вида или сказуемым придаточного предложения, вводимого словами ***когда, так как, хотя*** и т.д. (обычно тогда, когда нам трудно образовать русское деепричастие от переводимого слова, например от слов *писать, печь* и т.п.).

Travelling in Africa, he saw a lot of interesting things. ***Путешествуя*** *по Африке, он увидел много интересного.*

С некоторыми глаголами причастие может выражать и предшествование, тогда оно переводится деепричастием совершенного вида:

Arriving at the station (= When he arrived at the station) he called a porter. ***Приехав*** *на вокзал (=Когда он приехал на вокзал), он позвал носильщика.*

В этом случае причастие часто вводится союзами **when** *когда* и **while** *в то время как, пока,* которые на русский язык обычно не переводятся. Союз **when** употребляется тогда, когда речь идет об обычном, повторяющемся действии, а союз **while** тогда, когда говорится об однократном действии, чаще как о процессе, происходящем одновременно с действием глагола-сказуемого. Выбор часто зависит от того, хотим ли мы передать просто факт – с **when**, или подчеркнуть длительность – с **while** (как в случае употребления форм Continuous).

When **taking** the decision I made a mistake. ***Принимая*** *это решение, я сделал ошибку.*

While **staying** in London he met a few useful people. *Пока (он)* ***был*** *в Лондоне, он встретился с несколькими полезными людьми.*

Примечание: Причастие I от глагола **to be** – **being** не употребляется в оборотах, выражающих обстоятельство времени. Поэтому следует переводить:

Когда он был *ребенком (Будучи ребенком),* **When he was** a child (или: **When** a child), he liked to read books about voyages. *он любил читать книги о путешествиях.*

Обратите внимание, что после **when/while** причастие **being** просто опускается и можно переводить: When/While a child… – *Будучи ребенком…*, When/While in London… – *Когда я был в Лондоне…*.

Being, однако употребляется в оборотах, выражающих обстоятельство причины:

Being tired (=As he was tired) he went home. ***Будучи усталым*** *(=Так как он устал), он пошел домой.*

2 В причастных оборотах для выражения обстоятельств причины, наиболее часто с причастиями, образованными от глаголов мышления, эмоций, например: knowing *зная*, remembering *помня*, hoping *надеясь* и др., а также being *будучи* и having *имея*:

I turned back, not **knowing** where to go. *Я повернул назад, не* ***знаю*** *куда идти.*

Hoping to catch the train, we took a taxi. ***Надеясь*** *успеть на поезд, мы взяли такси.*

Having plenty of time we decided to walk to the station. ***Имея*** *много времени (=Так как у нас было много времени), мы решили пойти на вокзал пешком.*

Напомним, что причастие **being** здесь обозначает причину действия, а не обстоятельство времени (а это означает, что, например, выражение Being a student, she… переводится *Так как она была студенткой, она…*, а не *Тогда (в то*

время), когда она была студенткой, она…; последнее выражение можно перевести – When/While a student, she…):

Being there, I could see all. ***Будучи*** *там, я мог видеть все.*
Being afraid of strangers, the children didn't go with them. ***Испытывая*** *страх перед незнакомыми людьми, дети не пошли с ними.*

3 Для выражения обстоятельств образа действия или сопутствующих обстоятельств (действий). Причастие или причастный оборот в этом случае выражает второе, сопутствующее действие, которое происходит одновременно с главным действием, выраженным глаголом-сказуемым, или непосредственно предшествует ему.

John came in, **carrying** his suitcase. *Джон вошел,* ***неся*** *свой чемодан.*
Smiling he held out his hand. ***Улыбаясь****, он протянул руку.*
Weeping she walked back to the house. ***Рыдая****, она пошла обратно к дому.*
He stood at the window, **thinking** of his future. *Он стоял у окна,* ***думая*** *о (своем) будущем.*

Примечание: Если за глагольной **ing**-формой, стоящей в начале предложения, следует сказуемое - то это герундий, например: **Reading** helps us …- ***Чтение*** *помогает нам ….*

Подобные обороты при переводе не могут быть заменены придаточным предложением, зато причастие можно заменить, без ущерба для смысла, вторым сказуемым. Просто в английском языке причастие в таких случаях более употребительно, чем второе сказуемое.

He sat in the armchair and read a newspaper. *Он сидел в кресле и читал газету.*
She sat by the window **waiting** for her guests. *Она сидела у окна и* ***ждала*** *гостей. (****ожидая*** *гост.)*

Причастный оборот, выражающий второе действие, обычно не выделяется запятой, если он находится в начале предложения и, чаще всего, выделяется, если он находится в конце предложения. Запятая ставится обязательно лишь тогда, когда существует вероятность принять причастие за определение к слову, стоящему слева от него. Например:

I met my friends **walking** in the park. (нет запятой - определение) *Я встретил моих друзей,* ***гулявших*** *в парке.*
I met my friends, **walking** in the park. (есть запятая - обстоятельство) *Я встретил моих друзей,* ***гуляя*** *в парке.*
Walking in the park I met my friends. (обстоятельство- ясно и без запятой) ***Гуляя*** *в парке, я встретил моих друзей.*

Второе действие, непосредственно предшествующее действию, выраженному глаголом-сказуемым предложения, может выражаться Причастием I и обычно переводится деепричастием совершенного вида. Часто употребляется с причастиями, образованными от глаголов движения, и другими, например:

to arrive – *приезжать, прибывать*
to come - *прийти*
to enter – *входить*
to hear – *слышать*
to open – *открывать*
to see – *видеть*
to take – *взять*
to turn – *повернуться* и др.

Opening the door, she turned on the light. (запятая) ***Открыв*** *дверь, она зажгла свет.*
Turning slowly she went out of the room. *Медленно* ***повернувшись****, она вышла из комнаты.*
Dressing myself as quickly as I could ***Одевшись*** *как можно скорее, я пошел на прогулку.*

I went for a walk.

Второе, а также и третье, действие, выраженное Причастием I, может следовать непосредственно за действием глагола-сказуемого (обычно из ситуации или контекста вполне понятно, как они происходили):

She went out, **shutting** the door behind her. *Она вышла, **закрыв** за собой дверь.*

Причастие I, кроме того, входит в состав сложных глагольных форм:

Причастие I (причастие настоящего времени) используется в качестве смыслового глагола в сложных глагольных формах действительного залога (Active Voice): **Continuous** и **Perfect Continuous**. Вспомним, что все эти формы образуются из сочетания вспомогательного глагола **to be** (в соответствующем спряжении) **+** смыслового глагола в форме Причастия I (она же IV-я форма глагола или **ing-** форма). Например:

She **is sleeping**. (Present Continuous)	*Она **спит**.*
They **were traveling**. (Past Continuous)	*Они **путешествовали**.*
I **have been studying** French for five years. (Pres. Perf. Cont.)	*Я **изучаю** французский язык пять лет.*

Страдательный залог

Причастие I в этой форме выражает действие, которое испытывает на себе лицо или предмет, к которому причастие относится.

1 В роли ***определения*** к существительному употребляется в причастных оборотах, соответствующих придаточным предложениям с глаголом в страдательном залоге. Здесь Participle I употребляется для выражения действий, совершающихся в настоящий момент или в настоящий период времени. Обычно переводится русским страдательным причастием настоящего времени:

The house **being built** in our street is very good.	*Дом, **строящийся** на нашей улице, очень хороший. (=который строят)*
The question **being discussed** now.	*Вопрос, **обсуждаемый** сейчас (который сейчас обсуждается).*

2 В роли ***обстоятельства*** (времении причины). На русский язык обстоятельственные обороты со сложными формами причастий в страдательном залоге переводятся обычно придаточными обстоятельственными предложениями с союзами ***когда; так как; после того как*** и т. д., а само причастие переводится сказуемым придаточного предложения.

В функции обстоятельства Причастие I (Passive) соответствует русской форме деепричастия, например: **being asked, being broken, being written** - *будучи спрошен, будучи сломан, будучи написан.* Однако эта форма малоупотребительна, и в современном русском языке здесь используется придаточное предложение.

Being invited (=As he was invited) to the conference he left for London.	*Так как его **пригласили** на конференцию, он уехал в Лондон. (**будучи приглашен**)*
Being left alone, they didn't know what to do.	***Оставшись** одни (дословно: **будучи оставленными**), они не знали, что делать.*

Present Participle Perfect

или **Perfect Participle I**

Перфектное или совершенное причастие является сложной формой Причастия I с характерным **ing**-окончанием, смещенным на вспомогательный (первый) глагол.

	Active	**Passive**
Perfect Participle I	**having asked**	**having been asked**

Эта форма употребляется для выражения действия, ***предшествующего действию***, выраженному глаголом-сказуемым, и употребляется только в функции ***обстоятельства***.

Действительный залог.
В роли определения

Перфектное Причастие I не употребляется в роли определения. Поэтому русское причастие прошедшего времени с суффиксом ***–вш-*** переводится на английский язык придаточным предложением. Например:

Этот спортсмен, **пробежавший** длинную дистанцию, выиграл соревнование.
The sportsman **who had run** (a не having run) a long distance won the competition.

Все знают имя человека, **совершившего** это открытие.
Everybody knows the name of the man **who made** (a не having made) that discovery.

В роли обстоятельства

Перфектное Причастие I выражает действие, предшествующее действию, выраженному сказуемым предложения и может употребляться в роли обстоятельства причины или времени. Такие причастные обороты обычно, но не всегда, отделяются запятой и на русский язык в большинстве случаев переводятся оборотом с деепричастием совершенного вида.

1 В причастных оборотах для выражения обстоятельств ***причины*** (такие обороты соответствуют придаточным переложениям с глаголом в Perfect) :

Having lost the key, they couldn't get in. (=As they **had lost** the key…)
Потеряв *ключ, они не могли войти в комнату. (=Так как они потеряли ключ…)*

Having missed the train he spent the whole night at the station. (=As he **had missed** the train…)
Опоздав *на поезд, он провел целую ночь на вокзале. (=Так как он опоздал на поезд…)*

2 В роли обстоятельства ***времени***, когда хотят подчеркнуть, что действие, выраженное причастием, предшествовало действию сказуемого предложения, или между этими двумя действиями был разрыв во времени.

Having dressed he rushed out of the room. (=After he **had dressed**…)
Одевшись, *он выскочил из комнаты. (=После того как он оделся…)*

Having finished school he went to Oxford.
Окончив *школу, он поступил в Оксфорд.*

Когда же речь идет о двух действиях, непрерывно следующих одно за другим, и нет необходимости особо подчеркивать предшествование действия, выраженного причастием, то употребляется не перфектное, а простое Причастие I.

Opening the window, he looked out of it.
Открыв *окно, он выглянул на улицу.*

В этом случае наряду с причастием часто употребляется ***герундий*** с предлогом **on** (реже after), который на русский язык переводится деепричастием совершенного вида:

On **arriving** at the town, they went straight to the hotel. ***Приехав*** *в город, они отправился прямо в отель.*

Примечание: Причастие I перфектное в функции обстоятельства и герундий с предлогами after и on свойственны литературному стилю, особенно техническим текстам:

Having translated the text, the student began to do the exercises.	***Переведя*** *текст, студент начал делать упражнения.*
Having done this work they went home.	***Сделав*** *эту работу, они пошли домой.*

В разговорном стиле предпочтение отдается придаточным предложениям с Past Perfect:

After (When) the student **had translated** the text, he began to do the exercises.	*После того как студент* ***перевел*** *текст, он начал делать упражнения.*
When (After) they **had done** this work they went home.	*Когда они* ***сделали*** *эту работу, они пошли домой.*

Или еще проще (если нет потери смысла, то предпочтение всегда отдается более простым формам):

The student **translated** the text and began to do the exercises.	*Студент* ***перевел*** *текст и начал делать упражнения.*
They **had done** this work and went home.	*Они* ***сделали*** *эту работу и пошли домой.*

Страдательный залог.

Употребляется в роли обстоятельства причины и времени, на русский язык переводится придаточным предложением со сказуемым в прошедшем времени. В русском языке соответствует малоупотребительной форме деепричастия *был показан, был дан*. В современном языке употребляется придаточное предложение, вводимое словами: *так как, после того как,* т. д.

Having been forbidden to go out, I stayed at home.	*Я остался дома,* ***так как*** **мне** ***запретили*** *выходить.*
Having been shown the wrong direction he lost his way.	***Так как*** **ему** *не правильно* ***показали*** *дорогу, он заблудился.*

Эта форма употребляется редко, лишь в литературе, особенно научно-технической, а в обычной речи здесь можно использовать Past Indefinite в Passive, например:

Having been given the toy the child stopped crying. = After (When) the child **was given** the toy, he stopped crying. ***После того как*** *(Когда) ребенку* ***дали*** *игрушку, он перестал плакать.*

Past Participle (Participle II)

(имеет только форму страдательного залога)

	Active	**Passive**
Participle II	-----	**asked**

Причастие II является страдательным причастием (образуемым только от переходных глаголов) и соответствует русскому страдательному причастию прошедшего времени, обозначая законченное действие, выполненное над каким-либо объектом. По своему значению оно выражает результат этого действия (как признак или состояние).

Может выражать или действие одновременное с действием, выраженным глаголом-сказуемым или действие, безотносительное ко времени, однако в

большинстве случаев выражает ***действие, предшествовавшее действию***, выраженному глаголом-сказуемым. Причастие II имеет те же синтаксические функции, что и Причастие I: ***определения*** (в основном) и реже – ***обстоятельства***.

В роли определения

В роли определения к существительному (***какой?, какая?, какие?*** и д.т.) одиночное причастие обычно находится перед определяемым словом, а с зависящими от него словами (причастный оборот) всегда ставится после определяемого существительного.

1 Перед существительным, как отглагольное прилагательное со страдательным значением. На русский язык переводится причастием прошедшего времени и показывает, что действие выполнялось над описываемым предметом:

a **stolen** bag	***украденная*** *сумка*
the **fallen** trees	***поваленные*** *деревья*
a well-**known** journalist	*хорошо* ***известный*** *журналист*
The **broken** cup was on the floor.	***Разбитая*** *чашка лежала на полу.*
The **faded** leaves fell to the ground.	***Увядшие*** *листья упали на землю.*

2 После существительного может находиться как одиночное причастие (реже), так и причастие с поясняющими его словами (определительный причастный оборот). На русский язык переводится причастием страдательного залога прошедшего времени или сказуемым в страдательном залоге придаточного определительного предложения, вводимого словом ***который***.

The book **taken** from the library was interesting.	*Книга,* ***взятая*** *(=****которую мы взяли****) из библиотеки, была интересная.*
The room **furnished** rather simply was large enough.	*Комната,* ***обставленная*** *довольно просто, была достаточно большой.*

Дополнительным признаком, характеризующим эту форму, как причастие, является наличие предлога **by** (соответствует русскому творительному падежу *кем?, чем?*), за которым следует предложное дополнение.

The girl **invited** by my friends was charming.	*Девушка,* ***приглашенная*** *моим другом, была очаровательной.* (а не: Девушка пригласила…)
The cup **broken** by the boy was on the floor.	*Чашка,* ***разбитая*** *мальчиком, лежала на полу.*

После существительного может стоять и одиночное причастие, при переводе на русский язык оно обычно ставится перед определяемым словом. (или переводится придаточным предложением после определяемого слова)

The telegram **sent** was signed by the director. ***Отправленная*** *телеграмма была подписана директором.*

А если причастие, играющее роль определения, образовано от глагола, который требует предложного дополнения, то перевод этого причастия или оборота придаточным предложением следует начинать с этого предлога с последующим словом ***который***, например:

The doctor **sent for** lived in the next village. *Доктор,* ***за которым послали****, жил в соседней деревне.*

Если в предложении рядом стоят два слова с окончанием **–ed** (характерно для технической литературы, инструкций и т.п.), то, как правило, первое из них - определение к слову, находящемуся слева от него, а второе - сказуемое предложения в прошедшем времени.

The method **used proved** to be very effective. ***Применяемый*** *метод* ***оказался*** *очень эффективным.*

The program **corrected proved** useful. ***Исправленная*** *программа* ***оказалась*** *полезной.*

В роли обстоятельства

Причастие в роли обстоятельства всегда обозначает второе действие при глаголе-сказуемом и отвечает на вопрос ***когда? как? почему?*** и т.д. происходит (происходило, будет происходить) главное действие, выраженное глаголом-сказуемым предложения.

Frightened by the dog, the child **began to cry**. ***Испугавшись*** *собаки, ребенок* ***начал плакать***. (почему?)

Причастие вместе с поясняющими словами образует причастный оборот, выражающий обстоятельства времени, причины, условия и др.

На русский язык такой оборот переводится по разному, но чаще - придаточным предложением с глаголом в страдательном залоге, вводимым союзами ***так как, поскольку, когда*** и т.п., в котором повторяется подлежащее всего предложения, если оборот зависимый (если оборот не имеет своего собственного подлежащего). Причастие переводится тем же временем (настоящим, прошедшим, будущим), что и сказуемое главного предложения. Причастный оборот в роли обстоятельства обычно (но не всегда) выделяется запятыми.

Pressed for time, I couldn't even have breakfast. ***Так как*** **у меня** ***не было*** *времени, я не смог даже позавтракать.*

Written in pencil, the article was difficult to read. ***Так как*** **статья** ***была написана*** *карандашом, ее трудно было читать.*

Примечание: Оборот *written in pencil* стоит в начале предложения, перед определяемым словом, а значит в роли обстоятельства, а не определения, так как определительный оборот должен находиться после. Поэтому этот оборот должен быть ответом на вопрос ***Почему?***, а не на вопрос ***Какая?***

Причастный оборот может находиться в начале или в конце предложения и часто вводится союзами, уточняющими характер обстоятельства, например: **when** - *когда,* **though** - *хотя*, **if** - *если, если бы*, **unless** - *если…не,* **until** - *пока…не* и др.:

When **asked** (=when he was asked), he looked at us and was silent. *Когда* **его** ***спрашивали****, он смотрел на нас и молчал.*

When **called**, he refused to come. *Когда* **его** ***позвали****, он отказался прийти.*

If **invited**, I'll go there. *Если* **меня** ***пригласят****, я поеду туда.*

They will leave, unless **stopped**. *Они уйдут, если* **их** *не* ***остановить***.

Кроме того входит в состав сложных глагольных форм:

Причастие II (причастие прошедшего времени) не имеет сложных форм. Наличие перед ним вспомогательных глаголов указывает на то, что оно входит в состав сложной глагольной формы.

а) Причастие II используется в качестве смыслового глагола ***во всех формах Perfect***. Сюда относятся как личные формы - **Present, Past** и **Future** ***Perfect***, так и неличные – **Инфинитив, Герундий** и **Причастие I** ***в Perfect***.

Все эти сложные формы образуются из сочетания вспомогательного глагола **to have** (в соответствующем спряжении) **+** смыслового глагола в форме Причастия II (она же III-я форма глагола или **ed-** форма). Например:

We **have received** the letter today. (Present Perfect) *Мы* ***получили*** *(это) письмо сегодня.*

I was sorry **to have missed** the train. (Perfect **Infinitive**) *Мне было жаль, что я **пропустил** поезд.*
Thank you for **having helped** me. (Perfect **Gerund**) *Благодарю вас за то, **что помогли** мне.*
Having translated the article he put the dictionary on the shelf. (Perfect **Participle I**) ***Переведя** статью, он поставил словарь на полку.*

б) ***Все формы Страдательного залога*** (Passive Voice), как **личные**, так и **неличные**, образуются сочетанием вспомогательного глагола **to be** (в соответствующем спряжении) **+** смыслового глагола в форме Причастия II. Например:
The door **is locked**. (Present Indefinite Passive) *Дверь **заперта**.*
You **have been warned**. (Present Perfect Passive) *Вас **предупредили**.*
I want **to be informed** of her arrival. (Indefinite **Infinitive** Passive) *Я хочу, **чтобы меня информировали** о ее приезде.*
I like **being invited** to their house. (Indefinite **Gerund** Passive) *Мне нравится, когда меня **приглашают** к ним домой.*
Being asked, he always answer all the questions. (**Participle I** Passive) *Если его **спросить**, он всегда ответит на все вопросы.*

Объектный причастный оборот

или "Объектный падеж с причастием (Participle I или II)"
(сложное дополнение)

Схема построения этого оборота полностью совпадает со схемой объектного инфинитивного оборота, только на месте инфинитива стоит причастие.

Объектный причастный оборот, или сложное дополнение, состоит из ***существительного*** в общем падеже или ***личного местоимения*** в объектном падеже (me, him, her, it, us, you, them) и ***причастия*** (**I** или **II**), выражающего действие. Употребляется после глаголов, выражающих чувственное восприятие и некоторых других.

Существительное / местоимение + **Причастие I** или **II**

В предложении он, как дополнение, занимает третье место:

(1)		(2)		(3)		(4)
Подлежащее	+	Сказуемое	+	**оборот "сложное дополнение"**	+	второстепенные члены предложения

а) Здесь причастие в форме **Participle I** обозначает действие, как процесс, совершаемое лицом или предметом, обозначенным существительным / местоимением, которое стоит перед причастием.
б) А причастие **Participle II**, имеющее только форму страдательного залога (**Passive**), обозначает действие, производимое кем-то над лицом или предметом.
То есть **Participle I** обозначает ***процесс***, а **Participle II** – ***результат действия***.

Обратите внимание на то, что этот оборот употребляется лишь после весьма небольшого списка глаголов, в остальных случаях причастие выступает в роли простого определения (см. раздел "Participle I; В роли определения", например:

She saw **the picture hanging** on the wall. (рассматриваемый оборот)	*Она видела, **как картину вешали** на стену.*
She pointed at **the picture hanging** on the	*Она показала на **картину, висящую** на*

wall. (определение) *стене.*

Объектный причастный оборот с Participle I

Этот оборот употребляется после глаголов, выражающих восприятие посредством органов чувств:

to feel - *чувствовать* to notice - *замечать*
to hear - *слышать* to observe – *наблюдать*
to listen to - *слушать* to see - *видеть*
to look (at) - *смотреть* to watch – *наблюдать* и др.

На русский язык этот оборот обычно переводится дополнительным придаточным предложением с союзом ***как, что***:

We heard **her saying** these words. *Мы слышали, **как она произнесла** эти слова.*
I watched **the snow falling**. *Я наблюдал, **как падает снег**.*
Let's listen to **John playing** the piano. *Давайте послушаем, **как Джон играет** на пианино.*
They watched **the car being pushed** by a group of boys. (Passive) *Они наблюдали, **как машину толкала** группа мальчиков.*

Отличие между причастным оборотом и аналогичным инфинитивным оборотом состоит в том, что:

а) причастный оборот показывает действие в процессе его совершения (длительный характер действия),
б) а инфинитивный оборот только указывает на действие (как законченное), констатирует факт.

Поэтому причастный оборот переводится, в основном, глаголом несовершенного вида, а инфинитивный - совершенного. Обратите внимание, что инфинитив после глаголов из приведенного списка употребляется без частицы **to**.

Причастный оборот.	Инфинитив.
I saw **you passing** our house. - *Я видел, **как ты проходил** мимо нашего дома.*	I saw **you pass** our house. - *Я видел, **что ты прошел** мимо нашего дома.*
I heard **him coming up** the stairs. - *Я слышал, **как он поднимался** по лестнице.*	I heard **him come up** the stairs. - *Я слышал, **что он поднялся** по лестнице.*

Однако это смысловое отличие стирается, если глагол выражает действие длительного характера: **to walk** - *ходить*, **to stand** - *стоять*, **to sit** - *сидеть*, **to run** - *бежать* и др. Оба оборота переводятся глаголами несовершенного вида.

Объектный причастный оборот с Participle II

В этом обороте Причастие II, как страдательное причастие, выражает действие, производимое кем-то над предметом или лицом. Встречается после глаголов:

1 После тех же глаголов чувственного восприятия, что и Participle I, напр.:

to feel - *чувствовать* to see – *видеть*
to find - *обнаруживать* to watch - *наблюдать* и др.
to hear – *слышать*

I found **the envelopes opened**. *Я обнаружил, **что конверты открыты**.*
I heard my **name pronounced**. *Я слышал, **что произнесли** мое **имя**.*
I saw **the window broken**. *Я увидел, **что окно разбито**.*

2 После глагола **to have**, реже **to get** в значении *сделать так, чтобы (получить)*, **get** часто имеет легкий оттенок *добиться, чтобы*. Этот оборот означает, что действие совершается не самим подлежащим, а другим лицом для него или за него.

to have / to get	+	**Объект**	+	**Причастие II**

Эта конструкция очень характерна для разговорной речи и переводится на русский язык простым предложением. Сравните:

I have a new **house built**. *Я построил новый дом. (Мне построили; Для меня построили.)*

I **have built** a new house. (сказуемое в Pres. Perfect Active) *Я построил новый дом.* (сам)

I have my **task done**. *Мое задание выполнено. = Мне выполнили задание.*

I **have done** my task. (Present Perfect) *Я выполнил задание.* (сам)

I have my **car repaired**. *Я отремонтировал машину. (Мне отремонтировали…)*

I **have repaired** my car. *Я отремонтировал машину.* (сам)

Вопросительная и отрицательная формы глагола **to have** в этом случае чаще, но не обязательно, строятся с помощью вспомогательного глагола **do;** смотри раздел: "Present Indefinite; To be и to have (got) в вопросительной и отрицательной формах".

Did you have your **hair cut**? *Ты сделала стрижку?*

Have you had this **article typed**? *Вам напечатали эту статью?*

I didn't have my **photo taken**. *Я не сфотографировался.*

3 В аналогичном значении после глаголов, выражающих желание, **to want** - *хотеть*, **to wish** – *желать*:

I want **the letter sent** at once. *Я хочу, **чтобы письмо** сразу же **отослали**.*

We want/wish **it done** as fast as possible. *Мы хотим, **чтобы это сделали** как можно быстрее.*

Субъектный причастный оборот

(сложное подлежащее)

Схема построения этого оборота полностью совпадает со схемой объектного инфинитивного оборота, только на месте инфинитива стоит Причастие I.

Субъектный причастный оборот, или сложное подлежащее, состоит из ***существительного*** в общем падеже или ***личного местоимения*** в именительном падеже и ***Причастия I*** (редко Причастия II), обозначающего действие. Эта конструкция разделена на две части глаголом-сказуемым в страдательном залоге.

Субъектный причастный оборот

▼		▼		▼
Существительное или **личное местоимение**	+	Глагол – сказуемое в Passive	+	**Причастие I** редко Причастие II

В этом обороте Причастие I передает действие в его развитии, совершаемое лицом или предметом, названным в первой части комплекса. Причастие – действие как процесс, инфинитив – действие как факт.

Причастный оборот.		Инфинитив.
They were seen **smoking**.	–	**They** were seen **to smoke**. –
*Видели, **как они курили**.*		*Видели, **что они курят**.*

На русский язык переводится сложноподчиненным предложением с союзом ***как, что, чтобы***, в котором функцию главного предложения выполняет неопределенно-личное *видели, слышали* и т. д., а причастие часто переводят сказуемым придаточного предложения.

Оборот употребляется со следующими глаголами восприятия в страдательном залоге, которые ставятся между первой и второй частью комплекса:

(to **feel)** is/are/was/were **felt** – *чувствуют,*
(to **find**) is/are/was/were **found** – *находят (считают), обнаружили,*
(to **hear**) is/are/was/were **heard** – *слышно, слышали,*
(to **see**) is/are/was/were **seen** - *наблюдали, видно, видели,*
(to **watch**) is/are/was/were **watched** - *видно, видели,* … и др.

She was found **sitting** by the fire. ***Ее*** *обнаружили* ***сидящей*** *у огня.*
The plane was heard **flying** over the wood. *Слышали,* ***как самолет летел*** *над лесом.*
They were seen **leaving** the station. *Видели,* ***как они уходили*** *со станции.*

Причастие II, имеющее пассивное значение, иногда употребляется с глаголами **to consider, to believe** *считать*; **to find** *находить*:

The work was considered **finished**. ***Работу*** *считали* ***завершенной***.

Герундий. Gerund

Герундий — это неличная форма глагола, которая выражает название действия и сочетает в себе признаки глагола и существительного. Соответственно, на русский язык герундий обычно переводится существительным или глаголом (чаще неопределенной формой глагола). Формы, подобной английскому герундию, в русском языке нет.

My favourite occupation is reading. *Мое любимое занятие — чтение.*

Формы герундия

	Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Simple	**writing**	**being written**
Perfect	**having written**	**having been written**

Запомните глаголы, после которых употребляется только герундий!

admit (признавать), advise (советовать), avoid (избегать),
burst out (разразиться), delay (задерживать), deny (отрицать),
dislike (не нравиться), enjoy (получать удовольствие), escape (вырваться, избавиться),
finish (закончить), forgive (прощать), give up (отказываться, бросать),
keep on (продолжать), mention (упоминать), mind (возражать - только в “?”и “-“),
miss (скучать), put off (отложить), postpone (откладывать),
recommend (рекомендовать), suggest (предлагать), understand (понимать).

Герундий после глаголов с предлогами

accuse of (обвинять в), agree to (соглашаться с), blame for (винить за),
complain of (жаловаться на), consist in (заключаться в), count on /upon (рассчитывать на),
congratulate on (поздравлять с), depend on (зависеть от), dream of (мечтать о),
feel like (хотеть, собираться), hear of (слышать о), insist on (настаивать на),
keep from (удерживать(ся) от), look forward to (с нетерпением ждать, предвкушать),
look like (выглядеть как), object to (возражать против),
persist in (упорно продолжать), praise for (хвалить за), prevent from (предотвращать от),
rely on (полагаться на), result in (приводить к), speak of, succeed in (преуспевать в),
suspect of (подозревать в), thank for (благодарить за), think of (думать о)

He has always dreamt of visiting other countries. — *Он всегда мечтал о том, чтобы побывать в других странах.*

to be + прилагательное / причастие + герундий

be afraid of (бояться чего-либо), be ashamed of (стыдиться чего-либо),
be engaged in (быть занятым чем-либо), be fond of (любить что-либо, увлекаться чем-либо),
be good at (быть способным к), be interested in (интересоваться чем-либо),
be pleased at (быть довольным), be proud of (гордиться чем-либо),
be responsible for (быть ответственным за), be sorry for (сожалеть о чем-либо),
be surprised at (удивляться чему-либо), be tired of (уставать от чего-либо),
be used to (привыкать к).

I'm tired of waiting. — *Я устал ждать.*

Герундий – это неличная форма глагола, выражающая название действия и обладающая как свойствами глагола так и существительного.

В русском языке нет соответствующей формы. Его функции в предложении во многом сходны с инфинитивом, однако он имеет больше свойств существительного.

Глагольные свойства герундия выражаются в том, что:

1. Герундий переходных глаголов может иметь прямое дополнение (без предлога):

reading books – *читать* (что?) *книги*

preparing food – *готовить* (что?) *пищу*

2. Герундий может иметь определение, выраженное наречием (в отличие от существительного, определяемого прилагательным):

reading loudly - *читать* (как?) *громко*

driving quickly – *ездить* (как?) *быстро*

3. Герундий имеет неопределенную и перфектную формы, а также формы залога – действительного и страдательного.

Всеми этими признаками обладает и причастие I (также имеющее **ing**-форму). Однако герундий обладает и ***свойствами существительного***, которые выражаются в том, что герундий:

1. Может определяться притяжательным местоимением и существительным в притяжательном или общем падеже (это - герундиальный оборот):

their **singing** - *пение* (чье?) *их*

my friend's **reading** – *чтение* (чье?) *моего друга*

Helen('s) **coming** – *приезд* (чей?) *Хелен*

2. Перед ним может стоять предлог, например:

by **reading** - *путем чтения, читая*

before **leaving** – *перед уходом*

3. Как существительное он может служить в предложении: подлежащим, частью составного сказуемого, дополнением, определением или обстоятельством.

Примечание: Однако герундий в отличие от существительного, в том числе и отглагольного (та же **ing**-форма), не может иметь артикля и формы множественного числа.

Перевод герундия. Аналогичной части речи в русском языке нет, а так как он имеет признаки существительного и глагола, то в русском языке можно найти два способа его перевода:

а) существительным, передающим процесс: *курение, чтение*;

б) глаголом, чаще всего неопределенной формой (инфинитивом) – *делать*, а иногда, если есть предлог, деепричастием – *делая*.

Сложные формы герундия почти всегда переводятся придаточными предложениями.

Образование герундия. Герундий образуется так же, как и причастие I: к инфинитиву без частицы **to** прибавляется окончание **–ing**, это так называемая **IV-я** форма английского глагола. Правила прибавления окончания **-ing** смотри в разделе: "Приложения. Образование и чтение **–ing** форм."

Отрицательная форма герундия образуется с помощью частицы **not** которая ставится перед герундием.

Употребление различных форм герундия.

Из четырех форм герундия в основном употребляется простой герундий – Indefinite Active, а уж форма Perfect Passive употребляется совсем редко.

Indefinite (active): **IV форма (-ing форма)**

1 Употребляется если действие, выраженное герундием, происходит ***одновременно*** с действием, выражен. глаголом-сказуемым предложен. (в настоящем, прошедшем или будущем).

I like **inviting** friends to my place. *Я люблю **приглашать** к себе друзей.*
She was fond of **singing** when she was a child. *Она любила **петь**, когда она была ребенком.*

2 Для выражения ***будущего*** действия по отношению к действию, выраженному глаголом-сказуемым, употребляется после глаголов: **to insist** – *настаивать*, **to intend** – *намереваться*, **to suggest** – *предполагать* и др.

He had intended **writing** him. *Он собирался **написать** ему.*
We think of **going** there in the summer. *Мы думаем **поехать** туда летом.*

3 Для выражения действия, ***предшествующего*** действию, выраженному глаголом-сказуемым в личной форме. В этом значении (т.е. в значении, передаваемом Perfect Gerund) неопределенная форма употребляется после глаголов: **to excuse** – *извинять*, **to forget** – *забывать*, **to remember** – *помнить*, **to thank** – *благодарить* и др.

I remember **seeing** you once. *Я помню, что однажды **видел** вас.*
Thank you for **helping** me. *Спасибо, что **помогли** мне.*

а также после предлогов **on, after, before, without** и др.:

On **entering** the room, we found it empty. ***Войдя** в комнату, мы обнаружили, что она пуста.*
He came in without **knocking**. *Он вошел не **постучав**.*

4 Действие, выраженное герундием, может быть ***безотносительно*** ко времени его совершения

Studying is the way to knowledge. ***Учеба** - это путь к знанию.*

Indefinite (passive): **being + III форма (-ed)**

Здесь герундий называет действие, которое испытывает на себе лицо или предмет, обозначенный подлежащим предложения.

I like **being invited** by my friends. *Я люблю, **когда меня приглашают** к себе друзья.*
I insist on **being listened** to. *Я настаиваю на том, **чтобы меня выслушали**.*
She is afraid of **being cheated**. *Она боится, **что ее обманут**.*

Perfect (active)**: having + III форма (-ed)**

Выражает действие, ***которое предшествует*** действию, выраженному глаголом-сказуемым в личной форме или описываемой ситуации:

I'm sure of **having read** it once. *Я уверена* (сейчас), ***что уже*** *однажды* ***читала*** *это* (раньше).

He regretted now **having written** this letter. *Он сожалел теперь,* ***что написал*** *это письмо.* (раньше)

Perfect (passive)**: having been + III форма (-ed)**

Называет предшествующее действие, которое испытывало на себе лицо или предмет, обозначенный подлежащим предложения.

I remember **having been shown** the letter. *Я помню,* ***что мне показывали*** *письмо.*

He was proud of **having been elected** chairman. *Он гордился,* ***что был избран*** *председателем.*

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.

II. Другие виды самостоятельной работы

2.1 Выполнение самостоятельного письменного домашнего задания

2.1.1 Подготовка к практико-ориентированному заданию

Выполните следующие задания:

1. Переведите следующие терминологические словосочетания на русский язык.

1. associated mode of operations; 2. data signal quality detection; 3. connection through an exchange; 4. effectively transmitted signals in sound-program transmission; 5. error-detecting system; 6. optional user facility; 7. public data transmission service; 8. two-way – alternate interaction; 9. pair of complementary channels; 10. time consistent busy hour; 11. ratio of compression; 12. indirect manual demand operation; 13. external loss time; 14. setting-up times of an international call; 15. digital line pass; 16. mean time between interruptions; 17. automatic booked call service; 18. centralized multi-end-point-connection; 19. level of maintenance; 20. emergency call service; 21. probability of successful service completion; 22. error correction by detection and repetition.

2. Переведите следующий текст на русский язык, обращая внимание на термины и термины-словосочетания.

Electronic mail

Subscribers to electronic mail services effectively rent a piece of computer memory- the mailbox- and by logging on to the system they can send and receive mail to and from other mailboxes on the same system. Electronic mail theoretically has everything going for it in terms of what modern business needs for person-to-person, official, documented communication.

It is instantaneous, world-wide broadcast (i.e. one message can be relayed to infinite addresses), protected by pass codes and reviewable on a VDU-you don't have to end up with a document in your hand unless you want one. Because all electronic mail services involve logging onto a computer-controlled network, electronic mail is programmable and cheaper to run that traditional post/phone communications.

3. Переведите текст на русский язык, обращая внимание на сокращения.

1. The comparator incorporates in one unit a pair of falling sphere viscosimeters one of which is filled with a certified oil and has a scale calibrated at 70 deg.

2.If a continuous current flowing through an inductive resistance is increasing, the induced e.m.f. may be regarded as negative.

3. Although unit weights vary greatly one may assume that 1 ft. depth of hard, dry, wind-blown snow weighs 10 1b.per.sg.ft.

4. The current gradually dies down to zero as in the previous case, but this time it is a.c. that is dying away.

5. There are certain processes for which d.c. is either essential or at any rate desirable.

6. The cost of supplying elecrrical energy depends not only on the kwh. consumed but also on the power factor of the load and the maximum demand.

7. There are numerous everyday uses for the handie-talkie, one most of you will appreciate is aiding in TV antenna installation and maintenance.

8. During this period the blast wave is traveling outwards at a speed of about 700 mph.

4. Переведите многокомпонентные термины-словосочетания:

a) a single-phase direct current locomotive, the bilateral axle box guides, a motor driven oil pump, auxiliary equipment, load and spud condition, three phase asynchronous motors, a given attractive effort characteristic, a new series of electric locomotives, high voltage d.c. motors;

b) small-size universal electronic computers, the 1990 figures, a high level peace meeting, a 40-foot-long rocket powered plane, a ten per cent wage increase, the average sized motor car, the newly built locomotive repairing shop, the Fifth World Trade Union Congress.

5. Дайте варианты перевода выделенных терминов и терминологических словосочетаний на русский язык в следующих предложениях.

1. There are two basic ways to obtain plastic flow: the first by direct **bearing** on normal loading of the seal surfaces.

2. The incoming **cross-country crude oil pipeline** will be cathodically protected with an **impressed current cathodic protection system** designed and installed by others. The local piping will be electrically isolated from the **transmission line,** and underground portions will be protected with local impressed current systems.

3. Tests on plastic models of **turbine casings**, **in-service strain and ultrasonic measurements** on operational **superheaders**, and **in-pile biaxial tests and measurements** on **zirconium tubes** were some of the practical problems discussed.

4. **Concentration** of the same amount of **ionization** in a thin-down, however, may become biologically significant in organs such as the **hypothalamus**, or **ocular lens** where loss of a few cells is crucial.

5. **A core competence** is something that a company does well relative to other internal activities.

6. **A distinctive competence** is something a company does well relative to competitors.

7. **Diesel engine exhaust** and some other constituents are known to the State of California to cause cancer, **birth defects**, and other **reproductive harm**.

8. **The transmitting stations** shall conform to **the maximum permitted spurious emission power levels**.

9. **The coast stations** shall not occupy **the idle radiotelephone channels** by emitting **the identification signals**, such as those generated by **the call ships** or tapes.

10. The signals for testing and **adjustment** shall be chosen in such a manner that no confusion will arise with a signal, abbreviation, etc, having a special meaning defined by **the International Code of Signals**.

6. Переведите текст, обращая внимание на термины-словосочетания.

Haulage from Working Face

With the practical elimination of pit ponies, small compact mainrope or single-drum haulers are required to handle the hutches or tubs from the working face to the main haulage road. A squirrel-cage motor is mounted within the drum which rotates on the stator casing. The controlling reversing motor switch is arranged in an extension of the stator casing. Owing to the characteristics of the squirrelcage motor, it is essential that the motor must be started light, that is without load. To enable this to be done, a clutch of the external band type is fitted on the right-hand side, immediately alongside is a brake, also of the external band type, but arranged to operate on a turned rim of the rope drum. The gearing is totally enclosed and runs in an oil bath. Fitted with a 15-h.p. motor, the rope pull is 2,600 lb. on the roll at 160 ft/min.

7. Переведите предложения на русский язык, подбирая соответствия для устойчивых сочетаний.

1. The British economy **is not out of the wood yet**.
2. The proposal **went over big** with **big business.**
3. In the times of stagflation many overseas companies **pulled over**, but somehow we managed to **buck the trend.**
4. The manager **has put** our project **into cold storage**, so it is still **up in the air.**
5. Lots of **hot money** is being transferred to Switzerland which has always been **the tax haven** for Europe's wealthy.
6. The company **has gone on the hook** recently.
7. The business is slack, and our sales level hardly reaches **the break-even poin.**
8. All we understood from his **double-dutch** was that it was supposed to be **a Dutch Party.**
9. The turnover has increased considerably before the **triple witching hour**.
10. Let's **deal** him **in** and give him **a piece of the cake**.

8. Переведите следующие предложения на русский язык, обращая внимание на логико-грамматические лексические единицы.

1. Our world has become so various and complicated that we no longer have one common medium of communication.
2. It is still unclear at this time whether, indeed, one type of fibers is better than the other.
3. Since a microphone is an essential part of all electrical communication systems let us first see how it function.
4. In music, on the other hand, a much wider frequency range is required.
5. Amplification can be done either before or after detection.
6. Secondly, even smaller rural village will also have telephone facilities.
7. Communication theory deals with systems for transmitting information from one point to another.
8. Thus, the best we can do is to find the law which represents the experience of a given county over the recent past, and then we can use it to predict the immediate future with some degree of confidence.
9. Otherwise we say that the source has no memory.
10. Electric waves in space or on wires decay as they travel away from the transmitter.
11. Today the engineers usually describe the mathematical content of the subject either as "information theory" or as the "statistical theory of communication".
12. In addition, teleconference and electronic mailbox services had been introduced by 1986.
13. Despite the scarcity of natural resources and shortage of adequately skilled manpower and technology communication facilities were greatly expanded during this period.
14. As regards the distribution network, the decision is still outstanding.

9. Переведите следующий текст, обращая внимание на встречающиеся в нём реалии.

Othello: A New Direct-Conversion Radio Chip Set Eliminates IF Stages

by Dan Fague

Analog Devices recently announced the revolutionary Othello directconversion radio for mobile applications. By eliminating intermediate frequency (IF) stages, this chip set will permit the mobile electronics industry to reduce the size and cost of radio sections and enable flexible, multi-standard, multimode operation. The radio consists of two integrated circuits, the AD6523 Zero – IF Transceiver and the AD524 Multiband Synthesizer. The AD6523 contains the main functions necessary for both a direct-conversion receiver an d VCO transmitter, known as the Virtual – IF transmitter. It also includes the local- oscillator generation block and a complete on-chip regulator that supplies power to all active circuitry for the radio. The AD6524 is a fractional – N synthesizer that features extremely fast lock times to enable advanced data services over cellular telephones-such as high- speed circuit-switched data (HSCSD) and general packer radio services (GPRS). Together, the two ICs supply the main functions necessary for implementing dual-or triple-band radios for GSM cellular phones. The direct conversion technology, combined with a new twist on the translation loop (or direct VCO) modulator < reduces the amount of external filtering needed in the radio to absolute minimum.

10. Выделите смысловые группы в следующих предложениях и переведите их на русский язык.

1. The trend toward digital communication is rapidly becoming universal.
2. Electronic communication is limited by regulation and legislation.
3. Radio is a mass medium.
4. As a communication system, mass communication is comparatively simple.
5. The telephone is a common terminal with common requirements and properties.
6. Over the past several years considerable efforts have gone into the research, design, and development of data communication systems.
7. A communication network is modeled by a weighted graph.
8. In Europe the proportion of long – distance calls is much bigger than on the American continent.
9. Excellent detectors are available for use in fiber optical communication systems.
10. By the early 1890s the waves were already a subject of intense experiment.

11. Определите тип предложений (простое, сложносочиненное, сложноподчиненное) и переведите их на русский язык.

1. Effective mobile telephony requires all the complexity of present telephony and a great deal more.
2. In the past 20 years information theory has been made more precise, has been extended, and has been brought to the point where it is being applied in practical communication systems.
3. The devices and the art make communication systems possible but the importance of such systems is the part that they play in our lives.
4. Domestic telephone traffic is far larger than international traffic and the standards of performance which must be met are higher.
5. The channel is a physical line connecting the source to the user through which information is transmitted.
6. All sources models in information theory are random process models.
7. Faraday's law can be used to show that the voltage induced in the coil is sinusoidal.
8. Transistors have made TV more portable.
9. Radio can appeal to many interest groups, cultural and geographic, because it provides many cheap channels.

10. A telephone network would be mute without the telephone set, and a data network is useless without data terminals.

12. Переведите следующие газетные заголовки.

1. Steam Versus Electric Locomotives.
2. Manchester Ship Canal Reconstruction.
3. Ford Automobile Repair Shop organization.
4. Coal Handling Problems at Electric Stations.
5. Has Ford Backed Detroit into Corner?
6. Laptops: Do we need that Speed?
7. Israeli high-tech companies need more promising land.
8. 1000 British Aircraft Stop Work.
9. Soil Water Supply Important of Subtropical Plants.
10. Whither Modern Medicine?

2.2 Дополнительное чтение профессионально ориентированных текстов и выполнение заданий на проверку понимания прочитанного

№1

Prospecting for Radioactive Minerals

Application of radioactive measurements in geophysical prospecting is concerned with the location of concentrations of active materials and radioactive rocks.

As a whole, radioactive substances are rather uniformly distributed all over the earth.

Radioactivity is a group of phenomena characteristic of substances with high atomic weight, of which the best known examples are uranium, radium and thorium. Elements possessing radioactivity are unstable; their atoms break down (disintegrate) spontaneously into other atoms at rates characteristic of each type with the emission of one or more of three distinct types of radiation known as alpha (α), beta (β) and gamma (γ) rays. These types of radiation produce three different effects, namely: 1. they ionize gas, that is, they cause it to become a conductor of electricity; 2. they produce scintillations or phosphorescence in certain minerals and chemicals; 3. they affect a photographic plate exposed to their action in the same way as light does it. All three types of rays will pass through sheets of material opaque to ordinary light but some are much wore penetrated than the others. The α rays, which are charged nuclei of helium atoms, are completely absorbed by a single sheet of writing paper, while for β rays which are electrons or in some cases positrons, are more penetrating, though the most energetic ones are stopped by a thin sheet of lead. on the other hand the γ -rays, which are like X-rays but of shorter wave-length, may penetrate several inches of iron. Geophysical prospecting for radioactive minerals is based on physical detection of this radiation.

Various detecting and measuring instruments have been designed, which are used to locate radioactive minerals, the most suitable of them being the Geiger-Muller counter and the scintillation counter.

Radioactive Rocks

All rocks may be divided into two classes those which are radioactive and those which are not. Those which are radioactive contain a fair percentage of uranium or thorium minerals or both; examples of these minerals are pitchblende, carnotite, thorianite. Samples of such rocks brought near a Geiger counter will readily and rapidly be identified as radioactive.

It has been proved that all rocks, primary and secondary, contain a small amount of the element radium, about one part in a million million. Hence, true radioactive rocks are those which contain about one part in a million of radium, while ordinary rocks contain about one part in a million million. Radium is a transformation product of uranium, from ores of which it is extracted, and most of the activity, associated with pitchblende and other radioactive ores, is due to the radium content.

In the search for radioactive rocks or minerals, such as pitchblende or certain pegmatites, it is sufficient to have Geiger or scintillation counters which can be battery-operated[1] and carried along over the ground or flown in an aircraft for regional surveys. Since the α- and β - rays are absorbed by only a few inches of overburden, except in the case of exposed outcrops, it is the γ rays which will reveal the presence of radioactive ores.

Now the demand for minerals containing uranium has become so great that a more rapid method of locating possible sources is extremely important. Rapid surveys over large areas from aircraft in which special γ-ray detectors are installed have been carried out.

Among the substances which might be detected by their association with uranium are the minerals of such elements as zirconium, yttrium, beryllium, clumbium (also called niobium), tantalum and the rare earth minerals. These minerals are mostly complex oxides containing varying amounts of uranium and thorium and are widely dissiminated throughout granites, pegmatites and contact metamorphic deposits.

Uranium is associated principally with: 1. pegmatites and metamorphic rocks mineralized by various types of intrusives; 2. alluvial sedimentary rocks, such as sandstones and placer conglomerates and 3. organic deposits of the phosphorite, lignite and bituminous shale type.

The radioactivity of igneous rocks increases with an increase in SiO_2 content. Basic rocks are generally less radioactive than are acidic ones. Effusive rocks are more radioactive than are plutonic rocks; the radioactivity of metamorphic rocks is largely dependent on whether they are derived from igneous or sedimentary rocks.

Radioactive mineral concentrations, not only in sedimentary but also in igneous rocks, may exceed their surroundings in radioactivity by 1000 to 100 000 times.

№2

Fundamental Principles of Radioactivity

By radioactivity is meant the disintegration of an atomic nucleus by emission of energy and particles of mass. This process takes place spontaneously in some naturally occurring radioactive substances. Three types of radiation are observed alpha, beta and gamma rays. Geophysical prospecting for radioactive minerals is based on physical detection of this radiation.

Atom, nucleus, isotopes. An atom of any element consists mostly of space in which are distributed (распределять): 1. a very small and extremely dense nucleus and 2. "planetary" electrons. The nucleus carries one or more positive electrical charges, their number determining the element. The electrons circulate around the nucleus in discrete orbits. Each electron has a single negative charge and an extremity small size and mass; the total number of electrons equals the number of positive charges in the nucleus. A proton has a single elementary positive electrical charge and an atomic mass of 1.007 595 a hydrogen nucleus consists of a single proton. The number of protons in a nucleus, called the atomic number "Z", determines the total positive charge on the nucleus and hence () the nature of the element •and its position in the periodic table. Thus the element with Z = 1 is hydrogen, that with Z = 2 is helium, and that with 3=92 is uranium.

A neutron is an electrically neutral particle with an atomic mass of 1.008 893. The total number of neutrons and protons which make up a nucleus is called the mass number "A". The different varieties of the same element which have different mass numbers because of a variation in the number of neutrons are called isotopes of that element.

Most naturally occurring isotopes are stable, a few are not and their nuclei break up by radioactive disintegration, giving off alpha particles, beta particles and gamma rays.

Alpha particles. An alpha particle is a helium nucleus. Alpha rays are emitted by radioactive nuclei of the heavier elements when two protons and two neutrons in the nucleus combine and break off. Because of their relatively large charge and size, alpha particles are strongly ionizing. They are able to penetrate only a few centimeters of air and are stopped by a sheet of paper.

Beta Particles. A beta particle is an electron. Emission velocities of beta particles are extremely variable, ranging from relatively slow speeds up to speeds approaching that of light. On the average (в

среднем) they are about ten times as high as alpha velocities, and they are about 100 times as penetrating although they are stopped by about 5 mm. of aluminium or a few millimeters of rock.

Gamma Rays. Gamma rays are electromagnetic radiation of the same nature and velocity as light and X rays, but with much greater energy and hence with higher frequences. Gamma rays have about one-hundredth the ionizing ability of beta rays. They are of comparatively (сравнительно) low speed and are 10 to 100 times more penetrating then beta rays and may pass through several centimeters of lead, up to 1 ft. of rock and several hundred feet of air.

The three kinds of radiation are detested by the effects produced when they collide (сталкиваться) with atoms.

Of the many types of instruments designed for this purpose the Geiger-Muller counter and the scintillation counter are most suitable for prospecting work.

Radio Waves Used -to Find Minerals

Very low frequency radio waves are providing a powerful new deep technique for commercial (промышленный) mineral surveys and for prospecting for underground water.

On land the VLF waves penetrate up to 500 ft. below the surface find are distorted (искажать) by variations in the magnetic and electrical properties of the material through which they pass.

An Airborne Detector (воздушный индикатор излучения) analyses the distortions for producing an underground map of mineral anomalies. This reveals deposits, both metallic and non-metallic, which cannot be detected from the surface by other techniques.

The VLF system is already being used not only in the search for ore but as a means of detecting underground water and. of locating deposits of sand or gravel, copper, zinc and other deposits.

Cosmic Rays Help to Prospect for Mineral Deposits

The scientists have established (устанавливать) that the cosmic rays which fall on our planet from outer space interact (взаимодействовать) with atoms of the atmosphere and thus produce some new so called secondary particles, which have a great power of penetration. These particles, which are called "muons", can penetrate a 5,000 metre thick layer of a rock. It has been noticed that they are absorbed by the rocks. This absorption, however, is not always uniform (одинаковый). It depends mainly on two physical properties of the rocks: their thickness end specific gravity. When cosmic rays encounter (встречать), for example, ore deposits, their intensity decreases sharply, because ores are for the most part dense and, on the contrary (наоборот), when the cosmic rays are passing through rocks of relatively low density or through underground cavities, etc. then their intensity is relatively high. This fact led to the idea of using "muons" in search for minerals. In combination with existing geophysical methods the method of recording cosmic rays underground has given good results in exploring a number of mineral deposits in Armenia, the Urals, Central Asia and Ukraine.

№3

Gravitation

Newton conceived that any particle of matter “m” attracted any other particle “m” at a distance "r" from it with a force measurable, in suitable units, as mm/r^2. He further proved mathematically that a large uniform sphere had the same gravitational effect, outside it, as if its whole mass were concentrated at the centre. He has found that the motion of the moon round the earth and of the planets round the sun conformed to his simple law. His theory of gravitation appears to hold for the whole universe.

The Newton's laws and principles are used in the search for ore and oil in the modern gravitational methods of applied geophysics.

A small mass on a light thread constitutes a simple pendulum, and a small swing to and fro takes a time "t" sec. which is equal to $2\pi\sqrt{(l/g)}$, where "l" is the length of the thread and "g" is the acceleration due to gravity. The mass of "mg" will be pulled by the earth at its surface, with a force of "w" dynes, where w = mg, and "g" has a value of about 980 $cm.sec^{-2}$, by which it is meant that a freely falling body would have its velocity accelerated at a rate of 980 cm per sec. in every second of time.

The determination of the value of gravity, as measured by "g", is connected with the question of isostasy. At considerable depths, a few miles underground, the constituents of the earth are at a

pressure, so that there must be ultimately a balance of the superimposed masses. Large regions of mountainous country such as the Himalayas, the Rocky Mountains, or the Andes, have to balance against the depth of the Pacific or the Indian Oceans. The relatively high sea water must have beneath it sufficiently dense material to compensate for the mass of the mountain ranges.

1. to & fro – вперед и назад
2. pendulum - маятник

The Normal Spheroid & Geoid

The exact shape of the earth has been a matter of great interest and scientific study since the time of Newton. It can be derived from certain geodetic and astronomic measurements and also from a study of the variation of gravity over the surface together with a knowledge of the Earth's radius.

The shape of the earth is expressed in terms of the dimensions of an ideal spheroid of reference.

If the earth were a perfect fluid with no lateral variations in density its surface would correspond to the ideal, or so called normal spheroid represented by the gravity formula. This would he a level surface, and the direction of gravity everywhere would be perpendicular to this surface. Actually, the earth is not uniform and there are departures of the level surface from the normal, or reference spheroid.

The actual level surface may be considered as the surface of the oceans (if free from disturbing tidal and wind forces) as extended across land areas by cutting imaginary deep canals down to sea level. Such level surface is called the "geoid".

The actual level "surface, however, is deformed or warped by the irregularities in density within the earth and the topographic irregularities of its surface.

1. spheroid of reference – сфероид относимости (сфероид приведения)
2. if the earth were a perfect fluid – если бы земля была идеальной жидкостью
3. lateral – горизонтальный (боковой)
4. level surface – горизонтальная (ровная) поверхность
5. departure - отклонение
6. tidal and wind forces – силы приливов и ветров
7. imaginary – воображаемый (мнимый)

№4

The Inner Field of the Earth

To a first approximation the general form of the magnetic field at the surface of the earth is that of a polarized sphere, with one magnetic pole near the north geographic pole and one near the south pole.

We have defined a positive magnetic pole as that corresponding to the north-seeking pole of a compass. Since the compass sends to point toward an opposite pole, it is evident that the magnetic pole near the north geographic pole is negative; that near the south pole is positive.

The exact internal cause of the earth's magnetic field is one of the great unsolved problems of geophysics. Many suggestions have been made, but all have theoretical difficulties. For instance, it has been suggested that the field is due to a magnetized iron core of the earth, for from the mean density of the earth it is probable that its centre is metallic, and there is evidence in support of this idea in earthquake seismology. However, the interior of the earth is almost certainly at a temperature much above that at which iron loses its magnetic properties. Probably the most reasonable hypothesis is that the field is due to electric currents circulating in the metallic core, although the mechanism by which such currents would be maintained is not clear. Some relation between the rotation of the earth and its magnetization seems probable because of the approximate coincidence of the magnetic axis with the axis of rotation.

Long-time magnetic measurements have shown that there are secular variations of the earth's field. These changes result in a slow variation of the field at any given place and also a slow shift in the geographic positions of the magnetic poles. There is some evidence that the changes are roughly cyclic with a period of about five hundred years.

The correspondence between the magnetic and geographic poles is only approximate, the magnetic poles being located in 1906 about as follows.

Negative magnetic poles: 70° 30' N. lat., 87° 40' W. long.

Positive magnetic poles: 73°39' S. lat., 146°15' E. long.

Picturing the earth as a uniformly polarized sphere, we see that near the poles the lines of induction are close together, giving a relatively strong field, pointing in near the north geographic pole, and out near the south geographic pole. Near the equator the field has about half its intensity at the poles, is parallel to the surface, and points north. As we go north or south form the magnetic equator, the angle with surface, or the magnetic "dip" increases rapidly until it is vertical at the magnetic poles. The increase of dip & increase of strength both contribute to a pronounced increase in the vertical component of the earth's field as we go north or south from the magnetic equator where, of course, its value is zero.

Elements of the Magnetic Field

The direction and magnitude of the geomagnetic field at any point on the earth's surface are represented by a vector or arrow parallel to the direction of the field, pointing in the direction of force on a positive pole and having a length proportional to the strength of the field at that point.

We shall refer this vector to a set of mutually perpendicular axes directed astronomically north and east and vertically downward. Let us consider the vector as passing diagonally from the origin of the far corner of a rectangular box oriented with its edges parallel to the coordinate axis. The various magnetic elements then correspond to certain sides and angles of this box (or parallelepiped) as follows:

F = the total intensity or total length of the field vector.

X, Y, V = the north, east and vertical components of the magnetic field, respectively.

H = the total horizontal component.

d = the angle of declination or the angle between the direction of the horizontal component (the direction taken by a compass needle) and the true astronomic north.

i = the angle of Inclination or dip of F below the horizontal plane.

Various combinations of three of these quantities will completely define the direction and magnitude of F. In terrestrial magnetic work and magnetic charts, the quantities H, d and i are usually used. In magnetic prospecting we shall be concerned primarily with the quantity V and to a lesser extent with d and H.

The External Field of the Earth

If accurate determinations of the earth's magnetic field are made continuously at a fixed point, it is found that the intensity changes by an appreciable amount over short-time intervals. These changes have a more or loss regular daily cycle which is approximately the same at the same solar time at different points but differs materially in detail from place to place and from day to day.

The external field is probably due to electric currents high in the earth's atmosphere. It is well known that the upper atmosphere is ionized. This ionization is caused by ultraviolet radiation from the sun and also by electrons shot out from the sun. Any variation in the number of ions or the velocity of their motion also causes a change in the magnetic field at the surface of the earth. The tidal circulation of the upper air, induced by the gravitational attraction of the sun and the moon, gives a fairly satisfactory explanation of the daily magnetic variations. The amplitude of the daily change is greater in the summer than in the winter. The range of the daily variation in vertical intensity may be as great as 100 γ.

Occasionally the magnetic field may be disturbed suddenly and irregularly by magnetic storms. Apparently they are caused by sudden changes in the ionization of the upper atmosphere for they seem to be associated with sunspots and the aurora.

№5

Inductive Methods

A number of electrical techniques make use of the electromagnetic waves generated at the surface by current alterations in loops on the ground or the aircraft. The frequency of electromagnetic waves may vary from a few cycles up to radio frequences (thousands of kilocycles).

In prospecting one of two types of current source is applied: 1. horizontal or vertical circular loops, or 2. long horizontal wires.

Electromagnetic waves attenuate in the earth at a rate depending on the frequency and the electrical characteristics of the earth. When they pass through a conducting formation or an ore body they induce currents in the conductors in accordance with the laws of electromagnetic induction. These currents are the source of new waves which are radiated from the conductors and can be detected by suitable instruments on the surface. Any inhomogeneities in the electromagnetic field observed on the surface would indicate variations in the conductivity below and suggest the presence of anomalous masses in the subsurface.

It was proved theoretically that the depth of penetration of electromagnetic waves is a function of frequency. Fro each depth & earth resistivity there is an optimum frequency for greatest penetration, according to the formula $h\sqrt{f/p} = 10$ where “h” is the depth of investigation in meters, "f" is the optimum frequency and "p" is the resistivity in ohm-centimeters. For a depth of 100 m, and resistivity of 10^4 ohm-cm., the best frequency is 100 cps., while penetration to 300 m is best accomplished at 10 cps. If the resistivity is abnormally high, say, 10 ohm-cm, a conducting layer 1.000 m. deep would exhibit the greatest effect at a 100 cps., while a low-resistivity layer would have its maximum effect at correspondingly shallower depths.

1. loop - петля

Seismic Methods

General Scheme. The general scheme of prospecting by the seismic method is to fire a charge of high explosive buried a few feet in the ground. The sound, or shock, travels by the quickest route, which is under the earth and along a curved path, concave or hollow upwards, and then arrives at the receiving instrument, such as a seismograph. The time of firing is registered on photographic paper, and the time of arrival of the shock is also recorded upon it, so that, if the distance on the surface of the earth is known, it is possible to measure the distance as compared with the time interval between the explosion and its arrival. This is not the velocity of the shock, because it has gone by a longer route, which is deep in the earth.

In seismic exploration two methods are applied: these are the refraction and reflection methods.

Sound. Sound will travel through any material substances, gas, liquid or solid, owing to their elastic properties.

Through a uniform substance sound will travel in a straight line, but through a non-uniform substance it will travel in a carved path. This is true of all waves: whether of sound, light or radio.

Waves. There are two main types of waves in matter:

1. compressional, where the vibrations of the molecules, or particles, are longitudinal and
2. traverse, where the oscillations are more or less right angles to the ray. The velocity "V" of such waves is given in the relation: $V = \sqrt{\text{elasticity/density}}$

Elasticity is connected with several different coefficients, such as:

- Young’s modulus or longitudinal elasticity
- rigidity modulus
- cubic or volume elasticity
- the compressebility = 1/k
- Poisson's ratio - the ratio of lateral contraction per unit breadth to longitudinal elongation per unit length.

1. longitudinal compressional waves – продольные волны
2. transverse lines – поперечные волны
3. at right angles – под прямыми углами
4. Young's modulus – модуль Юнга

5. compressebility - сжимаемость
6. elongation - удлинение
7. Poisson's ratio – отношение Пуассона

№6

Detection of Radiation

The α-, β- & γ- radiations are detected by the effects produced when they collide with atoms. Of the many types of instruments designed for this purpose, the Geiger-Muller counter and the scintillation counter are the most suitable for prospecting work.

The Geiger-Muller Counter

This instrument depends for its operation on the ability of particles & quanta of radiation to ionize atoms with which they collide. It usually consists of thin-walled glass or aluminium tube enclosing a cylindrical metal cathode and a center wire (the anode) which runs along the axis of the tube. The tube also contains an inert gas like argon mixed with ethyl alcohol; gas pressure in the tube is low, perhaps 1/10 atm. The cathode is given a negative charge about 1,000 volts. When an atom is ionized by collision with an entering ray, the high voltage rapidly accelerates the positive ion toward the cathode and the ejected electron towards the anode. Their high energy enables them to ionize atoms with which they collide along the way & these ions are, in turn, accelerated, ionizing other atoms. The avalanche of ions collects almost instantaneously at the electrodes as a single discharge impulse which, when suitably amplified, operates a recording circuit. In this way each ionizing ray triggers a discharge which may flash light or produce an audible click and can then be counted by an observer. Some Geiger counters use a meter on which deflection of the needle indicates average intensity of radiation.

Scintillation Counters

Operation of these instruments is based on the fact that a flash of visible light is produced when a ray collides with the atoms of some substances, called "phosphors". The flash occurs when the excited electrons, which have received some or all of ray's energy as it collides with their atoms, lose their excitation energy. As they fall from one discrete energy level to a lower one, they emit electromagnetic radiation, which has the frequency of visible and ultraviolet light. The stream of electrons originating from a single ray may be multiplied by 10^6 to 10^9 times and when the avalanche arrives at the collector plate it produces an output pulse which is connected to a recording circuit and meter.

1. thin-walled glass – тонкое стекло
2. in turn – в свою очередь
3. avalanche – поток
4. discharge impulse – импульс разрядки
5. to amplify – усиливать
6. to operate a recording circuit – приводить в действие цепь для записи (регистрации) результатов измерения (регистрирующая цепь)
7. audible click – акустический (звуковой) щелчок
8. collector plate – собирательный (коллекторный) анод (пластина)
9. meter – счетчик, измерительный прибор

Well-Logging Methods

In recent years many methods have been developed for surveying or "logging" boreholes by geophysical methods.

Now it is generally accepted practice to log every borehole as it is drilled by one or more of the geophysical methods.

The different geophysical well-logging methods may be grouped under the following headings:

Resistivity	Neutron
Self or spontaneous potential	Thermal
Radioactivity	Acoustic

Resistivity Methods

The exploration of the region round a bore-hole is carried out by using lead or copper electrodes exposed to the side of the uncased drill-hole or to the mud and water, in the hole.

These electrodes are connected to three (or in some cases four) insulated copper wires near the centre of a cable. Two of these wires lead to the potentiometer and the other one to one terminal of the generator or battery, the other terminal of which is usually connected to the ground at the surface.

The spacing of the electrodes will depend upon whether it is desirable to detect narrow strata on the walls of the hole or survey deeper strata. If the three electrodes are equally spaced their distance apart may vary from a few feet to as much as 40 ft.

Exploration may be carried out in stages as the cable is unwound and lowered into the hole or withdrawn.

If conducting ore bodies are in the vicinity of any part of the borehole the mean resistivity will decrease.

The Spontaneous Potential Method

If a non-polarizable electrode is lowered down an uncased bore-hole connected by an insulated wire to a potentiometer the other side of which is suitably earthed, then it will be found that a varying potential may be indicated and recorded. This is known as spontaneous or self-potential method and it is usually carried out simultaneously with resistivity survey.

The conductivity of a rock is largely dependent upon its porosity, upon the quantity of water and the nature and amount of salts contained in the water.

Radioactive Methods

As it is known rooks contain varying amounts of radioactive materials which emit radiations detectable by suitable instruments. Since both α- and β- rays are readily absorbed by matter, it is the γ- rays which are effective in producing indications of the presence of radioactive material. In drill-hole surveys γ- ray detectors are lowered down the bore-hole by a cable through which insulated copper wires pass to recording instruments on the surface. A complete survey of the hole is obtained on a moving sheet of paper showing the variations of the radioactivity with depth. When the variation in intensity of the γ- rays has been correlated with the formations down one drill hole, the log of neighboring holes, using the same apparatus, will indicate similar structures.

1. uncased bore-hole (drill-hole) – необсаженная буровая скважина
2. terminal – клемма, зажим
3. the distance apart – расстояние друг от друга
4. mean – средний
5. well-logging – каротаж скважины
6. log – исследование, разрез (график) скважины, исследовать, записывать.

2.3 Подготовка доклада

Подготовьте доклад по одной из предложенных тем. Темы представлены в КОМ для данной дисциплины по соответствующему профилю подготовки.

Образец:

Некоторые случаи перевода отдельных союзов, союзных слов, составных предлогов и сложных наречий

Отдельные союзы и их перевод

Whether

Союз *whether* соответствует русскому *ли*, вводит придаточные предложения и занимает место перед подлежащим предложения, тогда как в русском языке союз *ли* следует за сказуемым.

Перевод придаточного дополнительного предложения, вводимого союзом *whether*, следует начинать с глагола-сказуемого, помещая за ним частицу *ли*:

It is not clear whether the agreement will be signed this week. Ещё не ясно, будет ли соглашение подписано на этой неделе.

Иногда *whether* переводится *будь то*:

In any element whether it is copper or gold electrons are always in motion. В любом элементе, будь то медь или золото, электроны всегда находятся в движении.

Сочетание *whether … or not* переводится *так или иначе, независимо от, будь то*:

The results of the test are to be recorded whether successful or not.

Результаты испытания должны быть зафиксированы независимо от того, удачны они или нет.

Once

Союз *once* употребляется как подчинительный союз и переводится *раз уж, стоит только, как…(и)*:

Once the contract is violated, the party at fault becomes liable to pay damages.

Раз уж договор нарушается, для виновной стороны возникает обязанность возместить убытки.

While

Союз *while* в причастных оборотах, выражающих обстоятельство времени, чаще всего не переводится:

While examining the goods, the buyers found that a considerable part of them was faulty.

Осматривая товары, покупатели обнаружили, что значительная часть их была дефектной.

Но в тех случаях, когда причастие отсутствует, *while* следует переводить:

While on his visit to London the director signed several contracts.

Во время своей поездки в Лондон директор подписал несколько контрактов.

Whereas

Союз *whereas* переводится по-разному в зависимости от контекста. В одних случаях он, так же, как и союз *as*, может означать *тогда как,* а в других случаях он переводится *принимая во внимание, по-скольку, так как*:

Whereas upon examination the machines were found to be in good order, we expect you to act as it was provided by the contract.

Поскольку при осмотре было обнаружено, что машины исправны, мы полагаем, что вы будете действовать так, как было предусмотрено договором.

Наиболее употребительные составные союзы

В английском языке, так же как и в русском, имеются составные союзы. Некоторые составные союзы являются парными:

as long as – пока, поскольку
as soon as – как только
both…and – как так и, и…
either…or – или…или
hardly …when – едва только…как
neither…nor – ни…ни
no sooner …than – едва только…как, не успел как
not only …but also – не только.., но и
the…the – чем …… тем

Союзные слова и их перевод

В научно-технической литературе очень часто встречаются союзные слова, выражаемые относительными местоимениями (или местоименными наречиями) в сочетании с усилительной частицей *ever.*

Как правило, все сочетания с *ever* переводятся соответствующим русским словом с добавлением *бы ни*:

Whoever – кто бы ни

Wherever – где бы ни, куда бы ни
Whenever – когда бы ни, всякий раз, когда
Whatever – какой бы ни, любой
However – как бы ни
Whichever – какой бы ни, независимо от того, какой

An electric current may flow through a circuit whenever there is an electromotive force acting in the circuit. Электрический ток течет в цепи всякий раз, когда в цепи появляется электродвижущая сила.

Wherever loading or unloading the goods takes place it is necessary to comply with the marks showing the way the goods are to be handled. Где бы ни происходила нагрузка и разгрузка товаров, необходимо действовать в соответствии с маркировкой, указывающей на то, как надлежит обращаться с данным товаром.

Whoever signed the agreement the problem is how to reduce the cost of production. Независимо от того, кто подписал договор, проблема заключается в том, чтобы сократить издержки производства.

Friction always opposes the motion, whatever its direction. Трение всегда действует противоположно направлению движения, каково бы ни было это направление.

Наиболее употребительные составные предлоги

According to – согласно
As far as – до
Because of – из-за
By means of – посредством, при помощи, в силу, благодаря
By virtue of – в силу, благодаря, посредством
Due to – благодаря, из-за, в силу
In accordance with – в соответствии с
In addition to – кроме, в дополнение к
In relation to – относительно, что касается
In spite of – несмотря на
Owing to – благодаря, из-за
Thanks to – благодаря.

Сложные наречия и их перевод

Сложные наречия образуются из соединения слов *where, here* и *there* с различными предлогами. Сложные наречия, включающие *where* и какой-либо предлог, равнозначны сочетанию соответствующего предлога с местоимением *which*:

Whereby = by what, by which – посредством чего-либо
Wherethrough = through which – через которое

A contract of agency is a contract whereby one party (the agent) undertakes to bring other party (the principal) into contractual relationship with a third party. Договор поручения есть договор, по которому одна сторона (агент, поверенный) обязуется ввести другую сторону (принципиала, доверителя) в договорные отношения с третьим лицом.

Сложные наречия, включающие в себя **here** и какой-либо предлог, равнозначны сочетанию соответствующего предлога с местоимением *this*:

hereto = to this – к этому, к тому
herefrom = from this – из этого, здесь от
herein = in this – здесь, в этом.

We attach hereto a copy of our latest price-list.

Прилагаем при сём экземпляр нашего последнего прейскуранта.

Сложные наречия *hereinafter, hereinbefore* образуются путём соединения *here* с двумя предлогами и равнозначны сочетаниям:

hereinafter = in this (document) further – в дальнейшем

hereinbefore = in this (document) before (above) – выше.

The sales of goods hereinafter specified is subject to a variation at seller's option of 10 per cent more or less on the contract quantity. Продажа нижепоименованных товаров производится с сохранением за продавцом права на отклонение от договорного количества на 10 % в сторону увеличения или уменьшения.

Сложные наречия, включающие в себя **there** и какой-либо предлог, равнозначны сочетанию соответствующего предлога с местоимением *that*:

thereabout = about that – в этом роде, около этого, приблизительно.

The contract provided for the purchase of 5,000 tons of wheat or thereabout.

Договор предусматривал покупку 5000 тонн пшеницы или около того.

Полезные фразы и выражения для проведения презентации доклада:

- Good morning/ afternoon, ladies and gentlemen.
- Hello/ Hi, everyone.
- First of all, let me thank you all for coming here today.
- I'm happy/ delighted that so many of you could make it today.
    - Let me introduce myself. I'm Kate Needham from …
    - For those of you who don't know me, my name's …
    - As you probably know, I'm the new top manager.
    - I'm head of logistics here.
    - I'm here in my function as the Head of Controlling.
    - We haven't all met before, so I'd better introduce myself. I'm …
    - I hope you'll excuse my English. I'm a bit out of practice.
    - My name is … and I'm the … (your position) at … (your company).
- As you can see on the screen, our topic today is …
- Today's topic is …
- What I'd like to present to you today is …
- The subject of my presentation is …
- I'd like to tell you about …
    - My talk is particularly relevant to those of you/ us who …
    - Today's topic is of particular interest to those of you/ us who …
    - My/ The topic is very important for you because …
    - By the end of this talk you will be familiar with …
- I've divided my presentation into three (main) parts: x, y, and z.
- In my presentation I'll focus on three major issues.
- First (of all), I'll be looking at …, second …, and third …
- I'll begin/ start off by explaining …
- I'll start/ begin with …
- Then/ Next/ After that, I'll go on to …
- Now I'll move on to …/ turn to …
- Finally, I'll offer some solutions.
    - My presentation will take about 15 minutes.
    - It should take about 20 minutes to cover these issues.
- Does everybody have a handout/ report? Please take one, and pass them on.
- Don't worry about taking notes. I've put all the important information (statistics) on a handout for you.
- I'll email the PowerPoint presentation to you.
    - There will be time for questions after my presentation.
    - If you don't mind we'll leave questions to the end.
    - Feel free to ask questions at any time during my talk.
- In this part of my presentation, I'd like to tell you about …
- Let me give you a brief overview …

- This means that …
    -I must emphasize …
    - At this point we should consider …
    - As I mentioned before, …
    - This leads directly to the next part of my talk.
    - Let's go back to what we were discussing earlier.
    - This now leads us to my next point.
    - I'd like to stress the following point.
    - I'd like to draw your attention to the latest figures.
    - I'd like to emphasize that …
    - It would be completely wrong to …
    - I think this fact is extremely important.
- I'd like to sum up the main points.
- Let me briefly summarize what I've said so far.
- Finally …
    - Let's now look at the next slide which shows …
    - First, let me quickly explain the graph.
    - You can see that different colours have been used to indicate …
    - Have a look at this slide.
    - As you can see …
    - This graph/ diagram/ table/ slide shows …
    - The map in the bottom (upper) left (right)-hand corner (in the centre) shows you …
- As … once said, …
- To quote a well-known economist, …
- To put it in the words of …, …
    - Let me just go back to the story I told you earlier.
    - I'd like to quickly go over the main points of today's topic.
    - Before closing I'd like to summarize the major points again.
    - That's all I have to say for the moment.
- Now if you have any questions I'll be happy to answer them.
- Does anyone have any questions or comments?
- Any questions?
- Please feel free to ask questions.
- Would you like to ask any questions?
- I'm sorry. Could you repeat your question, please?
- I'm afraid I don't quite understand tour question.
- If you don't mind, I'd prefer not to discuss that today.
- Perhaps we could deal with this after the presentation.
- Sorry, that's not my field. But I'm sure Peter Hot could answer your question.
- I'm afraid I don't know the answer to your question. Perhaps Maria could help.
    - So now it's your turn.
    - So that's the plan. Now let's go and put it into practice.
    - Now let's make a real effort to achieve this goal.
- Thank you very much for your attention.
- Thank for your listening.

Полезные фразы и выражения для проведения встречи:
- Good morning / afternoon, everyone.
- If we are all here, let's start the meeting.
- Welcoming and Introducing Participants
- We're pleased to welcome (name of participant)
- We're pleasure to welcome (name of participant)

- I’d like to introduce (name of participant)
- Stating the Main Objectives of the Meeting
- We’re here today to …
- Our aim is to …
- I’ve called this meeting in order to …
    - Have you all received a copy of the agenda?
    - There are (5) items on the agenda. First, … second, … third, … lastly,…
    - Shall we take the points in this order?
- We’ll have to keep each item to ten minutes.
- There will be five minutes for each item.
- I’ve called this meeting in order to …
    - So, let’s start with … / Shall we start with …
    - So, the (first) item on the agenda is … (name), would you like to introduce this item?
- I think that covers the (first) item.
- Shall we leave that item?
- If nobody has anything else to add, lets …
    - Let’s move onto the next item.
    - The next item on the agenda is …
    - Now we come to the question of …
- Before we close today’s meeting, let me just summarize the main points.
- Let me go over today’s main points.
- To sum up, …
- In brief, …
- Finishing up
- Right, we’ve covered the main items.
- Let’s bring this to a close for today.
    - Thank you all for attending
    - Thanks for your participation.
    - Closing the Meeting
    - The meeting is closed.
    - I declare the meeting closed.
    - See you all at the next meeting.
- May I have a word?
- Excuse me for interrupting.
- My view is …
- I think that …
- In my opinion …
- The way I see things …
    - That’s interesting.
    - I never thought about it that way before.
    - Good point!
    - I see what you mean.
- I totally agree with you. Exactly!
- That’s the way I think.
- I have to agree with (a participant’s name).
    - I’m not sure …
    - Unfortunately, I see it differently.
    - I agree with you, but …
    - I’m afraid I can’t agree … I suggest that …
- Please, could you …
- I’d like you to …
- I didn’t understand that. Could you repeat what you said?

- What exactly do you mean?
- Could we have some more details, please?
- Keep to the point, please.

Правила предоставления информации в докладе

Размер	**А4**
Шрифт	Текстовый редактор Microsoft Word, шрифт Times New Roman 12
Поля	слева – 2 см., сверху и справа – 1,5 см., снизу – 1
Абзацный отступ	1,25 см устанавливается автоматически
Стиль	Примеры выделяются курсивом
Интервал	межстрочный интервал – 1
Объем	2 -3 страницы (до 10 минут устного выступления)
Шапка доклада	***Иванова Мария Ивановна*** Екатеринбург, Россия ФГБОУ ВПО УГГУ, АТППм-19 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 сформированности лексических и грамматических навыков и речевых умений в рамках изученных тем при формировании иноязычной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции. Для успешного написания теста необходимо повторение лексических и грамматических единиц, а также основных терминов и понятий курса.

2.5 Подготовка к экзамену

Подготовка к экзамену включает в себя **повторение всех изученных тем курса**.

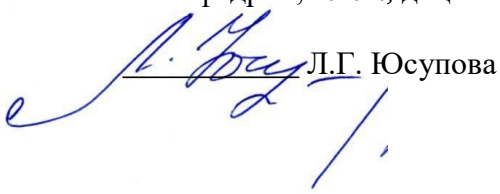
Билет на экзамен включает в себя тест и практико-ориентированное задание.

Наименование оценочного средства	*Характеристика оценочного средства*	*Методика применения оценочного средства*	*Наполнение оценочного средства в КОС*	*Составляющая компетенции, подлежащая оцениванию*
Экзамен:				
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Количество тестовых вопросов в билете - 20	Комплект тестовых заданий. Всего 5 вариантов тестов	Оценивание уровня знаний
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.	Комплект заданий	Оценивание уровня умений и навыков

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.В.09 ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВОДА

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация

Сейсморазведка

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Екатеринбург

Содержание

Цели и задачи дисциплины …….…….....3
Требования к оформлению контрольной работы ……..…..…..4
Содержание контрольной работы……....4
Литература для подготовки…….….6
Выполнение работы над ошибками…….....7
Критерии оценивания контрольной работы …….7
Образец титульного листа ……...…8

Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины: развитие навыков перевода неадаптированных текстов научно-технической тематики профессиональной сферы с английского языка на русский.

Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины:

профессиональные:

- способен отслеживать тенденции и направления развития эффективных технологий геологической разведки, проявлением профессионального интереса к развитию смежных областей (ПК-1.1);

Для достижения указанной цели необходимо (задачи курса):

- ознакомление с основными закономерностями, особенностями и трудностями перевода научно-технической литературы с английского языка на русский,
- расширение лексического запаса слов общенаучной и профессиональной тематики (специальной терминологии);
- развитие навыков перевода различных видов (полного письменного перевода, реферативного перевода)
- формирование навыков редактирования перевода;
- развитие способности находить, анализировать и критически оценивать справочную информацию, полученную из англоязычных источников (в том числе – из сети Интернет);
- развитие навыков оценки адекватности перевода;
- расширение кругозора студентов, повышение уровня их общей культуры и образования, а также культуры мышления, общения и речи, т.е. реализация воспитательного потенциала дисциплины.

Методические указания по выполнению контрольной работы предназначены для студентов очной и заочной формы обучения, обучающихся по специальности.

Письменная контрольная работа является обязательной формой *промежуточной аттестации.* Она отражает степень освоения студентом учебного материала по дисциплине Б1.В.09 Основы технического перевода. А именно, в результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- лексико-грамматические явления иностранного языка научно-профессиональной сферы;
- классификацию видов и форм перевода;
- основные закономерности, особенности и трудности перевода с английского языка на русский неадаптированных научно-технических текстов;
- понятия адекватности и эквивалентности перевода;
- современные теории перевода;
- грамматические и стилистические аспекты перевода.
- содержание процессов самоорганизации и самообразования;

Уметь:

- выбирать общую стратегию перевода с учетом его цели и типа оригинала;
- осуществлять письменный и / или устный перевод текстов разной степени трудности, используя основные способы и приёмы достижения смысловой, стилистической и прагматической адекватности;
- правильно оформлять текст перевода в соответствии с нормами и типологией текстов на языке перевода;
- использовать мультимедийные средства и иноязычный контент глобальных сетевых ресурсов для профессионального роста.
- работать самостоятельно над совершенствованием языковых навыков и речевых умений;

Владеть:

- стратегиями восприятия, анализа, создания письменных текстов технического характера;
- навыками работы с Интернет технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- основными приёмами организации самостоятельной работы с языковым материалом с использованием учебной и справочной литературы, электронных ресурсов;

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 «Основы технического перевод» представлен один вариант контрольной работы.

Содержание контрольной работы

Контрольная работа проводится по темам 3 -6 дисциплины «Основы технического перевода»: *Лексические трудности перевода, Передача в переводах отдельных элементов текста, Редактирование перевода, Грамматические трудности перевода.*

АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК

Задание 1: Read and translate the following text:
Прочитайте и переведите текст:
Пример:

OVERVIEW OF GEOPHYSICAL TECHNIQUES

Geophysics means the “physics of the Earth” and involves all those methods that use measurement of physical parameters to investigate the properties of the Earth below its surface. Various geophysical surveying methods have been and are used on land (onshore) and offshore. Each of these methods measures something that is related to subsurface rocks and their geologic configurations, the measured parameters can be split into four main branches: gravitational forces, magnetic fields or magnetic attraction, conductivity of the earth’s layers to electric currents and conductivity to acoustic waves (vibrations), also called shock or seismic waves. These four physical parameters tie in with four geophysical techniques — gravimetry, magnetometry, electrical sounding and exploration seismology. The measured parameters themselves are:

Density – mass per unit volume. The gravity method detects lateral variations in density. Lateral and vertical density variations are also important in the seismic method.

Magnetic susceptibility – the amount of magnetization in a substance exposed to a magnetic field. The magnetic method detects horizontal variations in susceptibility.

Resistivity, induced polarization and self-potential – the principal parameters detected by electrical sounding methods along with electromagnetic wave reflectivity and transmissivity. Resistivity is a measure of the ability to conduct electricity and induced polarization is

frequency-dependent variation in resistivity, while self-potential is the ability to generate an electrical voltage. The latter characterize reflection and transmission of electromagnetic radiation, such as radar, radio waves and infrared radiation.

Propagation velocity – the rate at which sound or seismic waves are transmitted in the earth. It is these variations, horizontal and vertical, that make the seismic method applicable to petroleum exploration. The primary advantages of the gravity and magnetic methods are that they are faster and cheaper than the seismic method. However, they do not provide the detailed information about the subsurface that the seismic method, particularly seismic reflection, does. There may also be interpretational ambiguities present.

Electrical methods are well suited to tracking the subsurface water table and locating water-bearing sands. Electromagnetic methods are useful in detecting near surface features such as ancient rivers.

Exploration seismology (commonly called simply "seismics") is by far the most commonly-used method in oil and gas exploration and accounts for over 95% of geophysics expenditure worldwide.

Geophysicists use seismics to try to determine the geological structure of the area concerned and to find the structures within it that might act as hydrocarbon traps. Any potential reservoir rocks and cap rocks that they find are then mapped for analysis. Seismics also helps reveal danger zones such as hydrate deposits or superficial gas.

Geophysicists will seek to work out as precisely as possible the kind of fluids contained within the traps they discover. Are they oil, gas or water? The answer, of course, is of the utmost importance in oil and gas exploration.

Задание 1 направлено на проверку сформированности навыка выполнить перевод полный, без пропусков и произвольных сокращений текста оригинала, не содержащий фактических ошибок, терминология должна быть использована правильно и единообразно, перевод должен отвечать системно-языковым нормам и стилю языка перевода.

Задание 2. Test your knowledge of geophysical techniques. Complete the following sentences in written form:

Допишите предложения, используя знания текста:

Пример:

1. Density is …… *mass per unit volume* ...

Задание 2 направлено на проверку сформированности навыка использования терминологии на английском языке в письменной речи.

Задание 3. Match the sentence parts to form a complete sentence in written form:

Соедините начало и конец предложений:

Пример:

1. The gravity method detects	A. horizontal variations in susceptibility
2. The magnetic method detects	B. the ability to conduct electricity
3. Electromagnetic methods are useful in detecting	C. the geological structure of the area concerned
4. Geophysicists use seismics to try to determine	D. near surface features such as ancient rivers
5. Resistivity is a measure of	**E. lateral variations in density**
6. Self-potential is	F. the rate at which sound or seismic waves are transmitted in the earth

7. Propagation velocity is	G. the subsurface water table and locating water-bearing sands
8. Electrical methods are well suited to tracking	H. the ability to generate an electrical voltage

Задание 3 направлено на проверку сформированности навыков и умений понимания смысла частей предложений и адекватного их соединения в одно целое для выражения профессиональных понятий.

Задание 4. Answer the questions on the text:
Ответьте на вопросы
Пример:

1. What are the basic techniques used in the exploration geophysics?

The basic techniques used in the exploration geophysics are gravimetry, magnetometry, electrical sounding and exploration seismology.

Задание 4 направлено на проверку сформированности навыков поиска запрашиваемой информации в прочитанном тексте.

Задание 5. Give the English equivalents for the following words and word combinations in written form:
Переведите слова и словосочетания на английский язык:
Пример:

	плотность	density

Задание 5 направлено на проверку сформированности знаний в рамках терминологии профессиональной сферы на английском языке.

Литература для подготовки

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Мясникова Ю. М., Ващук Е. В. Английский язык в сфере профессиональной коммуникации: геофизика: учебное пособие по английскому языку для студентов факультета геологии геофизики. – 2-е изд., стереот. / Ю. М. Мясникова, Е. В. Ващук. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. – 75 с. 4,68 п. л.	19
2	Гунина Н.А. Технический перевод [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.А. Гунина, Т.В. Мордовина, И.В. Шеленкова. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 81 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/64591.html	Электронный ресурс

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 заданий 2 – 5: 1 правильный ответ = 1 балл. Максимум 44 балла.

Оценивание 1 задания: *перевод оригинального текста по специальности со словарём:*

Критерии оценивания чтения	*Количество баллов*
Перевод текста полностью соответствует содержанию оригинального текста, т.е. текста на иностранном языке.	0-2
Грамматический аспект перевода: перевод текста грамматически корректен	0-2
Лексический аспект перевода: правильность перевода профессиональных терминов; правильно переведены все слова, фразеологические обороты, устойчивые словосочетания; правильно передан смысл сложных слов.	0-2
Перевод полностью соответствует профессиональной стилистике и направленности текста	0-2
Перевод логичный, последовательный, сохранена структура оригинального текста, текст разделен на абзацы, переведен и сам текст, и заголовок	0-2
Итого	0-10

Критерии начисления баллов:
0 – требование не выполнено,
1 – есть незначительные замечания,
2 – соответствует требованиям.

Итого – максимум 54 балла.

Результат контрольной работы

Контрольная работа оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»:

Перевод процентов правильных ответов в баллы	*Количество баллов*
43-54 балла (80-100%) - оценка «отлично»;	5
35-42 балла (65-79%) - оценка «хорошо»;	4
27-34 баллов (50-64%) - оценка «удовлетворительно»;	3
0-26 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».	0

Образец оформления титульного листа

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

Кафедра иностранных языков и деловой коммуникации

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине

ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВОДА

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация

Сейсморазведка

Выполнил: Иванов Иван Иванович
Группа НФм-22

Преподаватель: Петров Петр Петрович,
к.т.н, доцент

Екатеринбург
2022

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Методические указания по организации самостоятельной работы. Рекомендации по написанию курсового проекта для обучающихся специальности 21.05.03 Технология геологической разведки специальности "Сейсморазведка"

Б1.В.11 МЕТОДЫ И МОДИФИКАЦИИ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

Специальность
21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация № 4
Сейсморазведка

форма обучения: очная, заочная

год набора: 2024

Введение 4
1. Содержание и оформление курсового проекта 5
2. Общие правила выбора методики сейсморазведочных работ 7
3. Исходные данные проектирования 10
4. Обоснование ключевых параметров системы наблюдения 13
Основные расчетные формулы 13
Пример расчета ключевых параметров 14
5. Обоснование параметров методики сейсморазведочных работ 21
Общие замечания и последовательность обоснования 21
Основные расчетные формулы 23
Пример расчета параметров методики работ 30
Геометрия шаблона 36
Разбивка сети наблюдений 36
Подавление волн-помех, формирующихся в ВЧР 41
Пример расчета групп источников и приемников 44
6. Анализ атрибутов съемки 47
6.1 Расчет и анализ атрибутов съемки 47
6.2. Пример расчета и анализа атрибутов съемки 53
7. Технология сейсморазведочных работ 63
Основные параметры методики 63
Последовательность отработки площади исследований 66
Пример описания технологии сейсморазведочных работ 78
Список литературы 84

Введение

В настоящее время трехмерная сейсморазведка (в модификации МОГТ 3D) является наиболее развитым методом при поисках и разведке месторождений углеводородов, а также для обеспечения информацией процесса решения ряда инженерных задач, направленных на повышение нефтеотдачи при эксплуатации нефтегазовых месторождений.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности "Технология геологической разведки" специализации «Сейсморазведка». Оно содержит рекомендации и пример проектирования трехмерной съемки на суше. При написании учебного пособия автор опиралась на материалы учебника для вузов: Бондарев В.И., Крылатков С.М., Сейсморазведка, Т.1 (2012 г.).

Пособие составлено в помощь для написания курсового проекта по базовой дисциплине специализации «Трехмерная сейсморазведка», выполняемой в 8 семестре. В задачи курсового проекта входит закрепление лекционного материала, а также получение навыков обоснования методики и технологии проведения сейсморазведочных работ МОГТ 3D при поисках и разведке месторождений углеводородов. Исходная информация для курсового проекта представляет собой географо-экономические и геолого-геофизические данные. Написание курсового проекта позволит освоить основы проектирования трехмерных сейсморазведочных работ, современной и очень востребованной технологии геологической разведки.

Знакомство студентов с проектированием трехмерных съемок является важнейшей составляющей образования будущих геофизиков. В связи с этим пособие будет также полезно студентам, обучающимся специализации «Геофизические методы поиска и разведки месторождений полезных ископаемых» при написании курсового проекта по базовой дисциплине специализации «Сейсморазведка».

1. Содержание и оформление курсового проекта

Содержание курсового проекта подчинено тематике, которая обсуждалась в лекционном курсе дисциплины «Трехмерная сейсморазведка». Работа должна содержать следующие разделы:

Введение

Исходные данные проектирования

1. *Расчет ключевых параметров съемки*
2. *Обоснование параметров методики сейсморазведочных работ*
3. *Анализ атрибутов съемки*
4. *Перечень видов и объемов проектируемых работ*
5. *Технология проведения сейсморазведочных работ*

Заключение

Список литературы

Каждый раздел, в котором оцениваются числовые характеристики, должен заканчиваться сводной таблицей выходных параметров. Основные формулы для их расчета и форма таблиц приводятся ниже.

Представляемая в проекте графика должна иллюстрировать обоснование проектных параметров съемки и методики. К каждому рисунку даются пояснения в тексте проекта. Масштаб представляемых схем и иллюстраций выбирается в зависимости от их назначения. Небольшие графические изображения могут оформляться как рисунки и приводиться внутри текста. Крупные изображения могут оформляться как приложения и приводиться в конце текста. Все графические изображения должны иметь названия и условные обозначения. В отсутствие условных обозначений элементы рисунка должны быть описаны в тексте.

Объем курсового проекта не менее 25 страниц. Оформление текста курсового проекта печатное на стандартных листах белой бумаги формата А4(размер - 210×297 мм), которые переплетаются в скоросшиватель.

Допускается рукописный вариант оформления. Для текста используется только одна сторона листа.

Поля при оформлении текста составляют: верхнее - 20÷25 мм, нижнее - 15÷20 мм, левое - 25÷30 мм, правое - не менее 10 мм. Для основного текста рекомендуемый шрифт при печати - Times New Roman Cyr 14 пт с полуторным интервалом между строками, для подрисуночных подписей и текста таблиц - Times New Roman Cyr 12 пт, межстрочный интервал – одинарный. Нумерация страниц внизу посередине арабскими цифрами, на титульном листе номер не ставится. На странице с оглавлением ставится номер страницы 2.

Иллюстрации и таблицы могут быть сделаны на листах формата А4 или А3. Рисунки и таблицы, должны располагаться после ссылок на них в тексте и иметь нумерацию, связанную с номером главы, например, в первой главе: 1.1., 1.2., 1.3; во второй главе 2.1., 2.2., 2.3 и т.д. Приложения должны иметь сквозную нумерацию: 1, 2, 3… и располагаться после списка литературы.

Список литературы, составляется в алфавитном порядке, его следует разделить на две части. Сначала приводятся опубликованные источники: монографии, статьи, справочники, учебники, инструкции, а затем – электронные издания и Интернет-ресурсы. На каждую работу из списка литературы, должны быть ссылки в тексте. Ссылка представляет собой номер или номера из списка литературы, заключенные в квадратные скобки, например, [4], [3,11].

Библиографическое описание источника должно содержать фамилию и инициалы автора (авторов), заглавие книги (статьи, отчета и пр.), место и год издания, количество страниц книги (отчета) или номера страниц статьи (тезисов и пр.). Для статей дополнительно указываются наименование издания (название сборника), наименование серии, том, номер и год издания. Для тезисов докладов (материалов) конференций (семинаров и пр.) дополнительно приводятся ее уровень, название, время и место проведения.

Текст курсового проекта должен быть тщательно проверен студентом на предмет выявления и устранения ошибок любого рода и только после этого сдан на проверку преподавателю. На последней странице автор курсового проекта должен поставить свою роспись и дату сдачи работы на проверку преподавателю.

2. Общие правила выбора методики сейсморазведочных работ

Правила выбора методики сейсморазведочных работ изменяются синхронно с развитием аппаратурно-технической теоретико-методической базы сейсморазведки. Современные модификации сейсморазведки 3D, реализуемые в передовых геофизических компаниях, принято называть «Высокоразрешающая высокоплотная сейсморазведка 3D» (Череповский А.В., 2016). Это направление включает целый ряд инновационных направлений: высокоплотные наблюдения за счет мега-партий, имеющих свыше 20 000 активных каналов, полно азимутальные съемки, применение цифровых сейсмоприемников и акселерометров, расширение спектрального состава сигналов, формируемых сейсмическими источниками, применение высокопроизводительных вибросейсмических исследований и т.д.

Проектирование высокоплотных съемок требует большого опыта и высокой квалификации. Сам процесс проектирования невозможно осуществлять без специализированного программного обеспечения и быстродействующего компьютера, поскольку требуется решить прямую трехмерную задачу с последующей обработкой данных сейсмического куба с целью выбора достаточных для решения поставленных геологических задач параметров системы наблюдений и размеров участка исследований (Череповский А.В., 2016).

В рамки курсового проекта моделирование трехмерного волнового поля не входит, а стоит задача освоить основные элементы проектирования трехмерных съемок, основываясь на данных геологии и геофизики, полученных на предыдущих стадиях геологоразведочного процесса. В связи

с этим для учебных целей будут рассматриваться общие принципы, лежащие в основе проектных решений.

При принятии окончательного решения относительно конкретных параметров съемки, выбранным в ходе выполнения курсового проекта, рекомендуется ориентироваться на среднестатистические показатели современных сейсмических съемок МОГТ 3D, производимых в России (Череповский А.В., 2016): например, для бина с размерами 25×25 м при кратности 60-120 плотность сейсмических трасс на 1 кв. км составляет 120-180 тысяч. При меньших размерах бина кратность и плотность сейсмических трасс будут увеличиваться и для сверхплотных съемок могут достигать соответственно 200 и 1.5 миллионов.

Выбор методики сейсморазведочных работ

Выбор методики сейсморазведочных работ обычно осуществляется в следующей последовательности (Инструкция по сейсморазведке, 1986, 2003). Исходя из геологических задач, которые требуется решить, определяют: тип перспективных объектов, их форму, предполагаемые размеры, глубину (или интервал глубин) их залегания, площадь исследований.

На базе априорной геолого-геофизической информации об объектах исследования, составляют усредненную упрощенную сейсмогеологическую модель участка исследований, включающую целевые объекты и вмещающие их горные породы. Данные такой модели являются основой для принятия проектных решений.

Опираясь на сведения о глубинных сейсмогеологических условиях изучаемого района, проектировщики выбирают:

- площадь работ;
- систему наблюдений;
- степень перекрытия (кратность наблюдений);
- минимальное и максимальное расстояния регистрации;
- расстояния между пунктами возбуждения;

- расстояния между пунктами приема;
- параметры регистрации в области времен.

На основе данных о поверхностных условиях (верхней части разреза - ВЧР) определяют:

- тип приемного оборудования и, при необходимости, группирование приемников;
- тип источника колебаний: импульсный (взрывной, невзрывной), вибрационный и, при необходимости, группирование источников.

Анализируя материально-техническое обеспечение сейсмической партии (исполнителя работ) и условия производства работ определяют:

- тип аппаратуры и оборудования для производства работ;
- техническое оснащение сейсмической партии;
- технологию полевых наблюдений;
- объемы и сроки выполнения работ.

В рамках курсового проекта составление сейсмогеологической модели не планируется, студенту выдаются готовые параметры этой модели в качестве исходных данных для проектирования. Материально-техническое обеспечение сейсморазведочных работ в курсовом проекте составляется без учета конкретного исполнителя работ (существующих в России сервисных геофизических компаний, выполняющих сейсморазведочные работы), студенту предлагается самостоятельно выбрать наиболее современные образцы аппаратуры и оборудования, имеющиеся на мировом рынке геофизических услуг.

3. Исходные данные проектирования

Для написания курсового проекта студенту выдаются исходные данные проектирования, включающие сведения об условиях производства работ, геолого-геофизической изученности участка работ и сопредельных территорий, геологическое строение и обобщенную сейсмогеологическую модель. На основе этих данных студент заполняет таблицы исходных данных по содержащие:

- данные об административном положении участка работ;
- форму границ участка и его размеры, км;
- данные о ландшафте и гидрографии;
- данные о наличии эксклюзивных зон, участков, где невозможно выполнять сейсморазведку – размещать источники и (или) приемники;
- период проведения полевых работ;
- геолого-геофизическую информацию о глубинных условиях;
- геолого-геофизическую информацию о поверхностных условиях;
- основные требования к качеству проведения сейсморазведочных работ.

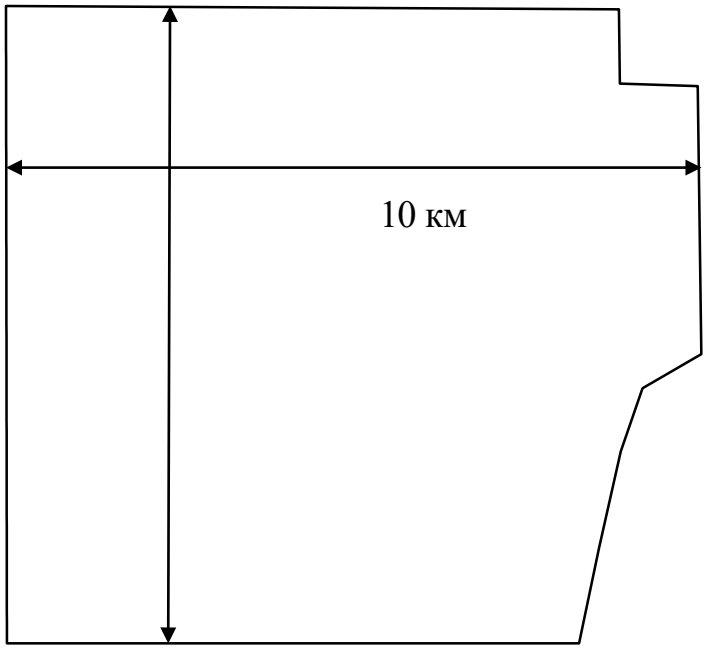
Данные о форме границ участка и его размерах, а также таблица с основными требованиями к качеству проведения сейсморазведочных работ, заполняются преподавателем после проверки правильности заполнения всех остальных данных.

Перечисленные исходные данные служат для расчета и выбора ключевых параметров съемки, обоснования системы наблюдений, методики и технологии сейсморазведочных работ.

Пример заполнения таблиц исходных данных приведен ниже.

Исходные данные проектирования

Географо-экономические условия

Административное местоположение участка работ	*ХМАО, Ханты-Мансийский район, Серединная площадь*
Площадь участка работ	*10 км в направлении север-юг, 10 км в направлении запад-восток*
Форма участка съемки	
Масштаб съемки	*1:25000*
Залесенность	*40%*
Заболоченность	*60%*
Наличие эксклюзивных зон	*в пределах площади проходят автомобильная трасса регионального значения и высоковольтная линия электропередач*
Время проведения работ	*с ноября по апрель*

Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях

Название параметра	Обозначение	Отражающий горизонт	Значение параметра
Максимальная глубина исследований, м	Z_{max}	*А*	*3500*
Глубины до целевых горизонтов,	$Z_{цели}$	*М-Б*	*1200-3000*
Глубина до мелкозалегающего опорного горизонта, м	Z_{min}	*С*	*750*
Максимальная частота в спектре полезных волн, Гц	f_{max}	*С-А*	*90*
Доминирующая частота в спектре полезных волн, Гц	f_{dom}	*С-А*	*40*
Максимальная интервальная скорость в целевом интервале, м/с	V_{int}	*М-Б*	*2900*
Максимальное время волн-помех на конце базы регистрации, с	$T_{max\ крат}$	*М*	*3.5*
Максимальный угол наклона отражающих горизонтов, градус	α_{max}	*А*	*15*
Кратность суммирования, использованная при работах МОГТ-2D хорошего качества	F_{2D}	-	*48*
Расстояние между ОГТ при работах МОГТ-2D хорошего качества, м	B_{2D}	-	*25*
Минимальный размер целевых объектов по латерали, м	L_{min}	*М-Б*	*500*
Средняя скорость до источников интенсивных дифрагированных волн, м/с	$V_{ср}$	*А*	*2400*
Максимальное время полезных отражений, с	t_0	*А*	*3.4*

Геолого-геофизическая информация о поверхностных условиях

Название параметра	Обозначение	Значение параметра
Диапазон значений скоростей поверхностных волн, м/с	*V*min*	*200*
	*V*max*	*300*
Диапазон значений частот поверхностных волн, Гц	*f*min*	*10*
	*f*max*	*25*
Мощность зоны малых скоростей, м	*Нзмс*	*15-20*
Мощность ВЧР, м	*Нвчр*	*15-80*
Средняя скорость в ВЧР, м/с	*Vвчр*	*1200*

Основные требования к качеству проведения сейсморазведочных работ

Тип геометрии наблюдений	*Ортогональная съемка с перекрытием линий приема*
Пределы для характеристического (азимутального) отношения (А)	*0.8-1*
Требование к соотношению сигнал /помеха (S/N)	*Не менее 8*

4. Обоснование ключевых параметров системы наблюдения

Основные расчетные формулы

Обоснование ключевых параметров системы наблюдений МОГТ 3D ведется на основе анализа исходных данных, имеющихся в разделе «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях».

Для работ МОГТ-3D в качестве ключевых параметров, определяющих геометрию наблюдений и методику работ, являются (Cordsen, 2000):

1. размеры бина - B_x, B_y,
2. кратность прослеживания по ОСТ (ОГТ) – F_{3D},
3. максимальное из минимальных удалений источник-приемник - X_{min},
4. максимальное удаление источник-приемник - X_{max},
5. максимальная длительность регистрации - $T_{зап}$,
6. размер полосы миграции - MA_x, MA_y ,
7. характеристическое отношение приемной расстановки - A,

8. тип геометрии наблюдений.

Ключевые параметры 1-6 рассчитываются по формулам, приведенным в таблице 4.1. (Бондарев В.И., Крылатков С.М. 2012). Описание особенностей применения этих формул и справочный материал по проектированию можно найти в учебниках и учебных пособиях, указанных в основном списке литературы. При выполнении курсового проекта параметры 7-8 берутся из исходных данных в таблице «Основные требования к проведению сейсморазведочных работ МОГТ 3D».

Рассчитывая ключевые параметры, следует иметь в виду, что их значения будут определяться, как правило, неравенствами и, следовательно, для окончательного принятия решения относительно методики проведения работ МОГОТ 3D необходимо выбрать вариант, удовлетворяющий условиям всех этих неравенств одновременно.

Пример расчета ключевых параметров

Расчет ключевых параметров приводится в последовательности их описания в таблице 4.1.

1. *Размеры бина*.

Исходные данные для расчета берутся из таблицы «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях». Имеем следующие показатели: минимальные размеры объекта поиска $L_{min}=500$ *м,* максимальную частоту $f_{max}=90$ *Гц,* доминирующую частоту $f_{dom}=40$ *Гц,* максимальную интервальную скорость $V_{int}=2900$*м/с и* максимальный угол наклона отражающих горизонтов $\alpha_{max}=15°$.

Согласно таблице 4.1 определение размеров бина предполагает использование 3 критериев:

А) учет минимальных размеров объектов поиска:

$$B_x, B_y \le \frac{\mathrm{L_{min}}}{3}; \rightarrow B_x, B_y \le \frac{500\,\mathrm{м}}{3} = 167 м;$$

Таблица 4.1

Расчетные ключевые параметры съемки МОГТ-3D (Бондарев В.И., Крылатков С.М., 2012, Cordsen, 2000)

Параметр	Критерий	Расчетные формулы
Размеры бина, $B_x B_y$	Размер целевого объекта	$B_x, B_y \le \frac{L_{min}}{3}$
	Максимальная незеркальная частота	$B_x, B_y \le \frac{V_{int}}{4 \cdot \sin(\alpha_{max}) \cdot f_{max}}$
	Горизонтальная разрешающая способность	$\frac{V_{int}}{4 \cdot f_{dom}} \le B_x, B_y \le \frac{V_{int}}{2 \cdot f_{dom}}$
Кратность, F_{3D}	Кратность съемки МОГТ-3D хорошего качества на соседних участках	$F_{3D} \approx F_{3D}$ *(соседний участок)*
	Кратность съемки МОГТ-2D хорошего качества в районе работ	$0.5\, F_{2D} \le F_{3D} \le 1.0\, F_{2D}$
	Заданное соотношение сигнал /помеха	$F_{3D} \ge$*(сигнал/помеха)*^{2}
	Нижний предел кратности в зависимости от горизонтальной разрешающей способности	$F_{3D} \ge \frac{F_{2D} \cdot B_x \cdot B_y \cdot f_{max} \cdot \pi \cdot 0.401}{B_{2D} \cdot V_{int}}$

Продолжение таблицы 4.1

Параметр	Критерий	Расчетные формулы
Максимальное минимальное удаление источник-приемник, X_{min}, м	Достаточная кратность для прослеживания мелко залегающих отражающих горизонтов	$X_{min} \le (1 \div 1.2) \cdot Z_{min}$
Максимальное удаление источник-приемник, X_{max}, м	Отсутствие закритических отражений и волн-помех преломленно-отраженного типа	$Z_{max} \le X_{max} \le 1.2\ Z_{max}$
Длина записи, $T_{зап}$, с	Учет максимального времени прихода кратно отраженных волн	$T_{зап} > T_{max\ крат}$
	Учет максимального времени прихода дифрагированных волн	$T_{зап} > T_{дифр}$
	Учет наклона границ	$T_{зап} > T_{max\text{-}накл}$
Размер полосы миграции, MA_x, MA_y, м	Учет зоны Френеля	$MA_x,\ MA_y \ge (1/2) \cdot V_{ср} \cdot (t_0/f_{dom})^{1/2}$
	Учет наклона границ на краях участка	$MA_x,\ MA_y \ge Z_{max} \cdot tg(\alpha_{max})$
	Учет дифракционных эффектов на краях участка	$MA_x,\ MA_y \ge = Z_{max} \cdot tg(30°)$

Б) исключение аляйсинг-эффекта:

$$B_x, B_y \le \frac{V_{\text{int}}}{4 \cdot \sin(\alpha_{\max}) \cdot f_{\max}} \rightarrow B_x, B_y \le \frac{2900м}{4 \cdot \sin(15°) \cdot 90} = 31м;$$

В) пределы разрешающей способности:

$$\frac{V_{\text{int}}}{4 \cdot f_{dom}} \le B_x, B_y \le \frac{V_{\text{int}}}{2 \cdot f_{dom}} \rightarrow$$

$$\frac{2900м}{4 \cdot 40Гц} \le B_x, B_y \le \frac{2900м}{2 \cdot 40Гц} \Rightarrow 18м \le B_x, B_y \le 36м.$$

Обобщая полученные неравенства в сторону улучшения разрешающей способности сейсморазведки, то есть в сторону меньших размеров бина, имеем:

$$18м \le B_x, B_y \le 31м.$$

С учетом того, что сетка бинов тесно связана с масштабом съемки, в нашем примере с масштабом 1:25000 (см. таблицу «Географо-экономическая обстановка» в исходных данных), целесообразно принять размеры бина равными: $B_x=B_y=B=25$ *м.*

2. Кратность прослеживания по ОСТ.

Исходные данные берутся из таблиц «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях» и «Основные требования к качеству проведения сейсморазведочных работ». Для определения кратности берется следующая информация: кратность съемок МОГТ 3D на соседних площадях F_{3D} в исходных данных отсутствует, кратность съемки МОГТ 2D хорошего качества $F_{2D}=48$, требуемое соотношение сигнал/ помеха – *8,* расстояние между ОГТ при работах МОГТ-2D хорошего качества $B_{2D}=25$ *м,* интервальная скорость для целевого объекта $V_{int}=2900$ *м/с,* максимальная частота $f_{max}=90$ *Гц.*

В отсутствие данных о кратности трехмерных съемок на сопредельных участках для оценки кратности используются только косвенные критерии:

А) основываясь на кратности качественной двумерной съемки на исследуемой территории $F_{2D}=48$ получаем:

$0.5\ F_{2D} \le F_{3D} \le 1.0\ F_{2D} \quad \rightarrow \quad 24 \le F_{3D} \le 48;$

Следует отметить, что в настоящее время нет тенденции уменьшать кратность съемки МОГТ 3D по сравнению со съемкой МОГТ 2D, в связи с этим целесообразно установить $F_{3D} \ge 48$**.**

Б) с учетом требуемого соотношения сигнал/помеха, равного *8,* имеем:

$F_{3D} \ge (\text{сигнал/помеха})^2 \rightarrow F_{3D} \ge 64;$

В) минимально допустимая кратность при имеющейся разрешающей способности определяется по формуле (Cordsen, 2000):

$$F_{3D} \ge \frac{F_{2D} \cdot B_x \cdot B_y \cdot f_{\max} \cdot \pi \cdot 0.401}{B_{2D} \cdot V_{\text{int}}} \rightarrow$$

при $V_{int}=2900$ *м/с,* $f_{max}=90$ *Гц, B=25 м и* $F_{2D}=48$

$$F_{3D} \ge \frac{48 \cdot 25м \cdot 25м \cdot 90Гц \cdot \pi \cdot 0.401}{25м \cdot 2900Гц} = 47 .$$

Обобщая полученные выше неравенства в сторону улучшения разрешающей способности сейсморазведки, в данном случае в сторону больших значений кратности, имеем $F_{3D} \ge 64$.

3. Максимальное из минимальных удалений источник-приемник.

Оценка этого параметра ведется в зависимости от глубины до мелкозалегающего опорного горизонта (см. таблицу: «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях»). В нашем примере она равна: $Z_{min}=750$ *м.*

Используя формулу $X_{min} \le (1 \div 1.2) \cdot Z_{min}$, получим $X_{min} \le (750 \div 900)$ *м.* В данной записи *750 м* является наиболее строгим условием, *900 м* – наименее строгим.

4. Максимальное удаление источник-приемник.

Оценка этого параметра ведется по максимальной глубине исследований (см. таблицу: «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях»). В нашем примере она равна: $Z_{max}=3500$ *м.*

Используя формулу $Z_{max} \leq X_{max} \leq 1.2\ Z_{max}$, получаем интервал возможных значений максимальных удалений источник-приемник $3500\ м \leq X_{max} \leq 4200\ м$.

5. *Максимальная длительность регистрации.*

Для расчета используется максимальное удаление источник приемник, полученное в пункте 4, $X_{max}=4200\ м$, данные из таблицы «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях»: максимальное время регистрации кратно-отраженных волн-помех на конце базы приема - $T_{max\ крат}=3.5\ с$, максимальная глубина исследования - $Z_{max}=3500\ м$, соответствующая этой глубине средняя скорость $V_{ср}=2400\ м/с$, максимальный угол наклона отражающих границ $\alpha_{max}=15°$; данные из таблицы «Геолого-геофизическая информация о поверхностных условиях»: максимальная мощность ВЧР - $Нвчр=80\ м$, скорость сейсмических волн в ВЧР - $Vвчр=1200 м/с$.

А) Максимальное время прихода отраженной волны от наклонной границы определяется приближенно, исходя из модели двухслойной среды с наклонной границей раздела (Бондарев, 2012):

$$t(xmax)\text{накл} = \frac{\sqrt{(X_{max} + 2 \cdot Z_{max} \cdot sin\alpha_{max})^2 + (2 \cdot Z_{max} \cdot cos\alpha_{max})^2}}{Vcp}$$

$$t(4200) = \frac{\sqrt{(4200\ \text{м} + 2 \cdot 3500\ \text{м} \cdot sin15)^2 + (2 \cdot 3500\ \text{м} \cdot cos15)^2}}{2400\text{м/с}} = 3.77\ \text{с}$$

Б) Максимальное время прихода дифрагированной волны оценивается приближенно, исходя из модели однородной среды с наличием дифрактора, при максимальном угле рассеяния упругих волн 30 градусов (Cordsen, 2000):

$$Tmax\ \text{дифр} = \frac{2 \cdot Zmax}{Vcp \cdot \cos 30°}$$

$$Tmax\ \text{дифр} = \frac{2 \cdot 3500\ \text{м}}{2400\text{м/с} \cdot \cos 30°} = 3.36\ с$$

Из времен $T_{max\ накл}=3.77$ *с,* $T_{max\ дифр}=3.36$ *с,* $T_{max\ крат}=3.50$ *с* выбирается максимальное время, к нему добавляются: время прохождения волн в верхней части разреза (ВЧР) – $T_{вчр}=2\cdot H_{вчр}/V_{вчр}$ и время прохождения сейсмических сигналов в регистрирующей аппаратуре (около 0.10 с). Сумма всех этих времен составляет длину записи при регистрации сейсмических сигналов. Это время округляют до целого числа секунд в большую сторону.

В нашем примере имеем:

$T_{зап} = T_{max} + T_{вчр} + T_{апп} = 3.77с + 2\times 80м/1200м/с + 0.1с = 3.77 + 0.13 + 0.1 = 4$ с.

6. *Размер полосы миграции.*

Исходные данные для расчета берутся из таблицы: «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях»: максимальное время полезных волн на временных разрезах $t_0=3.4$ *с,* соответствующая средняя скорость $V_{ср}=2400$ *м/с,* доминирующая частота $f_{dom}=40$ *Гц,* максимальная глубина исследований $Z_{max}=3500$ *м,* максимальный угол наклона на краях участка исследований для целевых отражающих горизонтов $\alpha_{max}=15°$.

В общем случае расчет ведется для всех трех вариантов, представленных в таблице 4.1, но если на границах участка не ожидаются круто падающие отражающие границы (углы падения более 15-20 градусов) и отсутствуют дифрагирующие объекты (зоны дробления, тектонические ступеней, малоразмерные локальные объекты и т. п.), то ограничиваются лишь оценкой зоны Френеля.

А) Полоса миграции с учетом первой зоны Френеля:

$$MA_x,\ MA_y \geq (1/2)\cdot V_{ср}\cdot (t_0 / f_{dom})^{1/2}$$

$$MA_x,\ MA_y \geq (1/2)\cdot 2400\ м/с\cdot (3.4\ с / 40\ Гц)^{1/2} \rightarrow MA_x,\ MA_y \geq 645\ м$$

Б) Полоса миграции, необходимая для наклонных границ:

$$MA_x,\ MA_y \geq Z_{max}\cdot tg(\alpha_{max})$$

$$MA_x,\ MA_y \geq 3500\ м \times tg(15°) \rightarrow MA_x,\ MA_y \geq 937\ м$$

В) Полоса миграции, необходимая для захвата максимума энергии дифрагированных волн на краях съемки:

$$MA_x,\ MA_y \geq Z_{max} \times tg(30°) = 0.58 \cdot Z_{max}$$

$MA_x, MA_y \geq 3500\ м \times 0.58 \rightarrow MA_x, MA_y \geq 2030\ м$

Поскольку на краях участка ожидаются значительные эффекты дифракции и наклонных границ, размер полосы миграции выбирается максимальным из всех расчетных параметров: $MA_x, MA_y \geq 2030\ м$.

Итоговые ключевые параметры съемки помещаются в таблицу, данные которой служат исходной информацией для обоснования геометрии съемки (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Ключевые параметры съемки

Размер бина	$B_x=B_y=B=25\ м$
Кратность прослеживания по ОСТ (ОГТ)	$F_{3D} \geq 64$
Тип геометрии наблюдений (из исходных данных)	*ортогональная*
Характеристическое отношение приемной расстановки (из исходных данных)	*0.8-1.0*
Максимальное из минимальных удалений источник-приемник	$X_{min} \leq (750 \div 900)\ м$
Максимальное удаление источник-приемник	$3500\ м \leq X_{max} \leq 4200\ м$
Максимальная длительность регистрации	$T_{зап} = 4\ с$
Размер полосы миграции	$MA_x, MA_y \geq 2030\ м$

5. Обоснование параметров методики сейсморазведочных работ

Общие замечания и последовательность обоснования

Рекомендации по обоснованию параметров методики трехмерной сейсморазведки будут даны на примере ортогональной системы наблюдений типа «крест» с перекрытием линий приема. Эта система наиболее популярна и востребована при проведении сейсморазведочных работ МОГТ 3D на суше.

Для неортогональных (наклонных) систем наблюдений и систем наблюдений типа «кирпичной кладки», изложенные ниже приемы будут

вполне приемлемы. Отличия при определении параметров для этих съемок будут даны в виде замечаний.

Исходными данными для обоснования являются ключевые параметры съемки. На основе этих данных, имеющих некоторый диапазон значений, подбираются конкретные параметры системы наблюдений. Для рассмотренного выше примера ключевые параметры приведены в табл. 4.2. Выбранные параметры системы наблюдений должны обеспечить качественное решение геологических задач и выполнение сейсморазведочных работ с наименьшими экономическими и временными затратами в заданных географо-экономических условиях.

На первом этапе обоснования выполняется расчет параметров съемки, на базе которых создается геометрия шаблона (*или нескольких шаблонов для нестандартных съемок*) и производится разбивка сети с учетом конфигурации участка работ и расположения эксклюзивных зон, если они имеются. При разбивке сети следует учитывать имеющиеся в задании требования по перекрытию проектируемой площади с соседними участками, а также требования к размерам участка полной кратности.

В случае, если не предполагается сращивание соседних трехмерных съемок, то есть площадь изолирована, необходимо оптимизировать технологию отработки краев съемки с целью сокращения области набора-сброса кратности. Вариант оптимизации может быть описан в исходных данных в разделе требований к съемке или выбран студентом самостоятельно. Как правило, применяется один из представленных ниже вариантов оптимизации в зависимости от того, что прижимается к краям участка:

1) пункты приема;
2) пункты возбуждения;
3) область полной кратности;
4) мигрированные данные области полной кратности.

В 3 и 4 вариантах потребуется увеличить участок съемки, чтобы обеспечить указанные виды прижатия.

На втором этапе после разбивки сети выполняется виртуальная отработка («отстрел») площади съемки и рассчитываются, и анализируются атрибуты съемки: распределение по бинам кратности, азимутов и удалений. На основе анализа атрибутов съемки делается заключение о качестве спроектированной съемки, при необходимости вносятся коррективы в параметры съемки, заново создается шаблон, выполняется разбивка сети, виртуальный отстрел и анализ атрибутов съемки, то есть повторяется цикл обоснования параметров системы наблюдений.

Для окончательно выбранной системы наблюдений подбирается тип и количество аппаратуры и оборудования для проведения полевых сейсморазведочных работ. В конце раздела приводится таблица производственно-технических показателей, в которой перечислены объемы работ, параметры методики, тип и количество аппаратуры и оборудования.

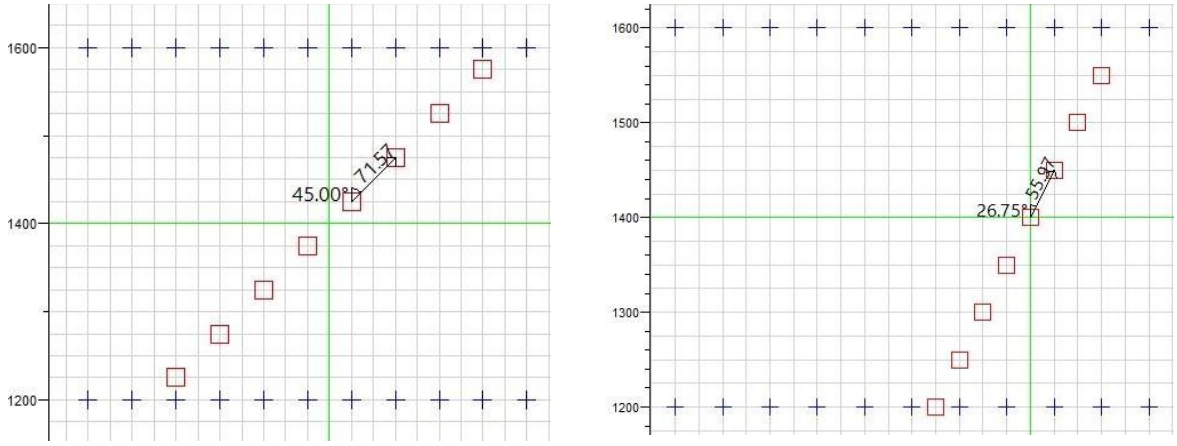
Основные расчетные формулы

Отправным пунктом для создания сети наблюдений является расчет интервала между пикетами приема на линии приема (*RI)* и интервала между пикетами возбуждения на линии источников (*SI)*. Эти интервалы определяются в зависимости от размеров бина по следующим формулам:

$$RI=Bx\times 2,\ SI=By\times 2,$$

где *Bx* - размер бина в направлении линий приема (*in-line*), а *By* – в направлении линий источников (*cross-line*).

Для неортогональных (наклонная геометрия) съемок (рис.5.1, а, б). при использовании прямоугольной сетки бинов (Bx, By) рассчитанные выше параметры RI и SI имеют отношение к расстояниям между пикетами приема (возбуждения) в соответствующих направлениях ортогональной сетки – in-line и cross-line.



а б

Рис.5.1. Расстояния между источниками для наклонных линий возбуждения для сетки бинов 25×25 м: при угле наклона, а) 45° - 71,57 м, б) ≈26.7°- 55,97 м

Чтобы получить расстояния вдоль наклонных линий, необходимо параметр SI (или RI) разделить на косинус угла между ортогональной и наклонной линиями. Как правило, этот угол составляет 45 или 26.6 градусов

Для получения всех остальных параметров съемки целесообразно рассчитывать многовариантные таблицы. Вид таблиц приводится далее в примере. Для создания этих таблиц берутся фиксированные ключевые параметры: расстояния между пикетами *RI* и *SI*, максимальное удаление источник-приемник *Xmax* и характеристическое (азимутальное) соотношение - *A*. Фиксированные значения *Xmax* и *A* выбираются из соответствующих диапазонов этих параметров. Для каждого варианта таблицы берется одна пара значений *Xmax* и *A*. В качестве изменяемых параметров выступают значения расстояний между профилями приема *RLI* и профилями возбуждения *SLI*.

Набор расстояний *RLI* и *SLI*, определяющих размеры клетки, создается из их возможных значений, ограниченных снизу величинами *RI* и *SI*, а сверху условием:

$$\sqrt{RLI^2 + SLI^2} \le X \ \min \qquad (5.1)$$

Положив в первом приближении *RLI=SLI*, можем численно оценить предельно допустимые значения *RLI и SLI*:

$$SLI, RLI \leq Xmin/\sqrt{2}.$$

В каждую многовариантную таблицу заносятся все возможные варианты размеров клетки как квадратной, так и прямоугольной формы. При создании прямоугольной клетки следует иметь в виду, что *RLI* и *SLI* не должны отличаться более, чем в 2 раза. Наиболее предпочтительна форма клетки близкая к квадратной. При занесении в таблицу значения *RLI* и *SLI* округляются таким образом, чтобы они были кратны расстояниям между пикетами в соответствующем направлении: *RLI* кратно *SI, а SLI* кратно *RI*.

Таким образом, при фиксированных *RI* и *SI* для каждого варианта сочетаний *Xmax* и *A* и серии параметров *RLI* и *SLI* определяются все недостающие характеристики системы наблюдений. Количество пар параметров *RLI* и *SLI*, удовлетворяющих условию 5.1, ограничено набором значений *RLI* и *SLI,* кратных *RI* и *SI,* и формой клетки. В среднем в одной таблице может быть рассмотрено *8-12* пар *RLI* и *SLI*. Параметры *Xmax* и *A* служат для приближенной оценки размеров приемной расстановки (шаблона), которые затем уточняются.

При использовании ***центральной*** системы наблюдений (рис. 5.2, а) для стандартного варианта шаблона с расположением источников между двумя центральными линиями приема для приближенной оценки размеров приемной расстановки используется соотношение:

$$\left(\frac{Lx}{2}\right)^2 + \left(\frac{Ly}{2}\right)^2 \approx Xmax^2$$

С учетом того, что заданное в исходных данных азимутальное отношение представляет собой отношение размеров шаблона *A =Ly/Lx,* можем записать размеры шаблона по *cross-line*:

$$Ly = A\,Lx.$$

Используя это выражение получим размеры шаблона по *in-line*

$$Lx = \sqrt{4 \cdot Xmax^2/(1 + A^2)}$$

Для ***фланговой*** системы наблюдений (рис. 5.2 б) на базе приближенного соотношения:

$$(Lx)^2 + \left(\frac{Ly}{2}\right)^2 \approx Xmax^2$$

аналогично предыдущему случаю получим:

$$Lx = \sqrt{4 \cdot Xmax^2/(4 + A^2)}.$$

Ниже представлены расчетные формулы для всех остальных столбцов многовариантной таблицы.

1) Максимальное из минимальных удалений – *Xmin* (минимальное удаление источник-приемник для бина в центре клетки):

$$Xmin = \sqrt{RLI^2 + SLI^2}$$

Для неортогональных систем и систем типа «кирпичной кладки» расстояние Xmin определяется в соответствии с геометрией клетки этих съемок.

2) Кратность в направлении линий приема *Fx*:

$$Fx = \frac{Lx}{2 \cdot SLI},$$

где *Lx* – приближенный размер шаблона, рассчитанный на основе значений *Xmax* и *A*. Полученная кратность округляется до целого числа в меньшую сторону.

3) Кратность в направлении линий возбуждения *Fy*:

$$Fy = \frac{Ly}{2 \cdot RLI},$$

где *Ly* – приближенный размер шаблона, рассчитанный на основе значений *Xmax* и *A*. Полученная кратность округляется до целого числа в меньшую сторону.

4) Полная кратность F_{3D}:

$$F_{3D} = Fx \times Fy.$$

5) Уточненный размер шаблона в направлении линий приема *Lx** *(расстояние по in-line от 1 до последнего канала в шаблоне)*:

$$Lx^* = 2Fx \times SLI - RI.$$

6) Уточненный размер шаблона в направлении линий источников *Ly**

(расстояние по cross-line от 1 до последней линии в шаблоне):

$$Ly^*=2Fy\times RLI - RLI,$$

7) Уточненное характеристическое соотношение A*:

$$A^*=Ly^*/Lx^*.$$

8) Уточненное максимальное удаление источник-приемник *xmax**

- для центральной системы наблюдений

$$xmax^* = \sqrt{(Lx^*/2)^2 + (Fy \cdot RLI)^2},$$

- для фланговой системы наблюдений

$$xmax^* = \sqrt{(Lx^*)^2 + (Fy \cdot RLI)^2}.$$

9) Количество приемных линий в шаблоне (активной расстановке)

$$NCy=2\cdot Fy.$$

10) Количество приемных каналов на одной линии в шаблоне

$$NCx=Lx^*/RI+1.$$

11) Количество приемных каналов в шаблоне

$$NC=NCx\cdot NCy.$$

12) Число источников в шаблоне

$$Ny=n\cdot RLI/SI,$$

где n – количество интервалов между линиями приема, занятых источниками в шаблоне. В стандартном (предпочтительном) варианте, источники занимают всего один интервал ($n=1$), в этом случае

$$Ny=\cdot RLI/SI.$$

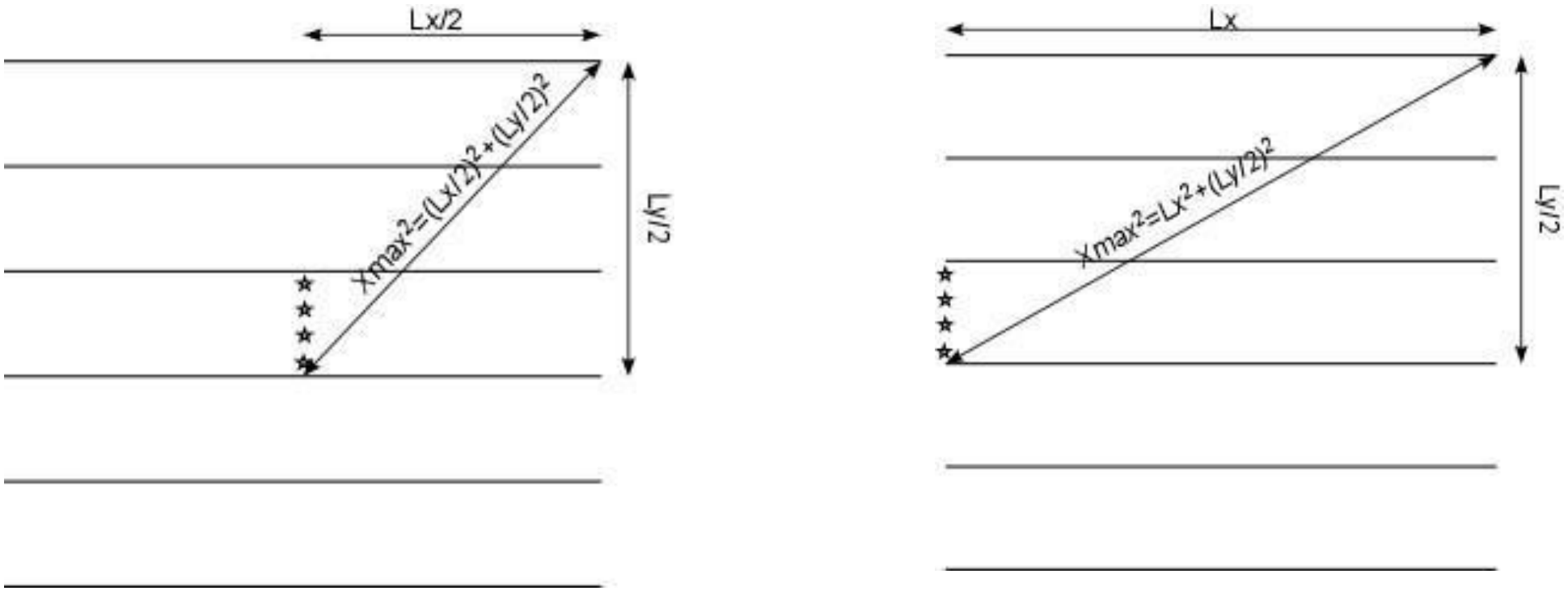
13) Плотность пунктов возбуждения на один квадратный километр

1 км^2 = 1000 м×1000 м=10^6 м^2

$$SD = \frac{10^6}{SLI \cdot SI}.$$

14) Плотность пунктов приема на один квадратный километр

$$RD = \frac{10^6}{RLI \cdot RI}.$$



а б

Рис. 5.2. Приближенная оценка максимального удаления в шаблоне центральной (а) и фланговой (б) ортогональной систем наблюдений: 6 горизонтальных линий – линии приема, 4 звездочки – источники, отрабатываемые в шаблоне

1) Количество ОСТ (CMP) на один квадратный километр

$$NCMP = \frac{10^6}{Bx \cdot By}.$$

2) Количество сейсмических трасс на один квадратный километр

$$ST = F_{3D} \cdot NCMP$$

Необходимо иметь в виду, что формулы пунктов 13-16 справедливы для области полной кратности, в области набора-сброса кратности плотности снижаются.

Замечания для неортогональных систем

В неортогональных системах источники расположены на линиях, составляющих некоторый угол (α) с направлением линий приема. Количество источников в шаблоне, вычисляемое по формуле, приведенной в пункте 12, соответствует как ортогональной, так и неортогональной системе, при условии, что расстояние между источниками в неортогональной системе равно

$$SI^{**} = SI/cos\alpha.$$

*При использовании расстояния SI** кратность системы наблюдения, будет равна кратности, рассчитанной в пункте 4, а плотность пунктов возбуждения – плотности, рассчитанной в пункте 13.*

Если расстояние между источниками вдоль наклонной линии источников взять равным SI, то количество источников в шаблоне увеличится, оно будет равно

$$Ny^{**} = \frac{n \cdot RLI}{cos\alpha \cdot SI}$$

*При этом уменьшится размер бина в направлении cross-line, он будет равным By**=SI/(2·cosα) и соответственно увеличится плотность пунктов возбуждения на один кв.км*

$$SD^{**} = \frac{10^6}{SLI \cdot SI \cdot \cos\alpha}.$$

Пример расчета параметров методики работ

Порядок формирования вариантов параметров системы наблюдений, предложенный в приведенном ниже примере, не является строгим, поэтому его нужно рассматривать только как один из возможных алгоритмов при подборе параметров съемки. Целесообразно самостоятельно выработать логику и последовательность действий с учетом особенностей проектной площади, но в любом случае следует учитывать представленные выше (раздел 5.2) соотношения между параметрами системы наблюдений.

1. Определение расстояний между пикетами приема и пикетами возбуждения.

Исходные данные: размеры бина $Bx=By=25$ *м.*

Расстояние между пикетами приема*:* $RI=2\times Bx$, $RI=2\times 25=50$ *м.*

Расстояние между пикетами возбуждения: $SI=2\times By$; $SI=2\times 25=50$ *м.*

2. Оценка расстояний между профилями приема и профилями возбуждения.

Исходные данные: максимальное из минимальных удалений источник-приемник $Xmin \leq (750\div 900)$ *м*

Приближенная оценка максимально возможных значений *RLI, SLI* при условии *RLI=SLI:*

$$SLI = RLI = Xmin/\sqrt{2}.$$

При $Xmin \leq 750\text{-}900$ *м* получаем в нестрогой оценке:

$$RLI, SLI \leq 900/\sqrt{2} = 642 \text{ м}.$$

Рассчитанное значение округляем в меньшую сторону, чтобы не нарушить ключевое неравенство для *Xmin*. Кроме того, значения *SLI* и *RLI* должны быть кратны соответственно шагу пикетов приема *RI=50* и пикетов возбуждения *SI=50*. В итоге получаем

$$SLI, RLI \leq 600 \text{ м}$$

3. Рассчитаем варианты систем наблюдений для серии возможных пар значений *RLI* и *SLI* в диапазоне от *100* до *600 м* для грубой оценки наиболее оптимальных значений *RLI* и *SLI*. Для этого используются средние значения

Xmax и *A* из интервалов, представленных в таблице ключевых параметров: *3500 м≤ X_{max} ≤ 4200 м; 0,8≤ A ≤ 1,0.* В таблице 5.1 приведен расчет для средних значений *Xmax=3850* и *A=0,9.*

Анализ таблицы показывает, что варианты систем наблюдений, с размерами клетки близкими к *300 м × 300 м* и меньше удовлетворяют требованиям ключевых параметров по кратности F_{3D}, расстояниям *Xmax* и *Xmin*, характеристическому соотношению *A* и среднестатистическим параметрам трехмерной съемки (см. замечания на стр.8).

Далее выполнены расчеты, аналогичные произведенным в таблице 5.1., для клеток с размерами близкими к *300 м × 300 м* и средними значениями *Xmax=3850* и *A=0,9.*

Уменьшение количества возможных вариантов клетки производится с учетом географо-экономических условий – от них зависит возможность прокладки профилей возбуждения и приема на участке работ.

Поскольку на проектной площади полевые работы могут проводиться исключительно в зимний период, а залесенность составляет около 40%, то для удешевления затрат на возбуждение сейсмических волн и уменьшения негативного воздействия на экологию исследуемой площади целесообразно интервал между профилями возбуждения *SLI* взять максимальным из возможных вариантов, позволяющих решить геологические задачи. В нашем случае этот интервал выбран равным *300 м.* Он обеспечит относительно пониженную плотность пикетов возбуждения *SD=67 ПВ/км^2* по сравнению с ближайшими меньшими интервалами (*при SLI=250 м плотность составит SD=80 ПВ/км^2, при SLI=200 м - SD=100 ПВ/км^2*).

Учитывая то, что клетка должна иметь форму близкую к квадрату, далее (см. таблицу 5.2) будут рассмотрены параметры систем наблюдений для клетки *RLI=SLI=300 м* и клетки *SLI=300 м, RLI=250 м* при различных значениях кратности *Fx* и *Fy*, удовлетворяющих ключевому неравенству F_{3D}≥*64* и среднестатистической плотности трасс на квадратный километр не менее 120 тысяч. В этой таблице кратности *Fx* и *Fy* берутся равными не

менее 9, исходя из того, что в этом случае плотность трасс окажется в требуемом среднестатистическом диапазоне (см. 10 вариант таблицы 5.1).

Анализ таблиц 5.2 показывает, что 8 из представленных вариантов удовлетворяют всем требованиям, которые предъявляются к проектируемой съемке. Поставив в качестве фильтрующих критериев наибольшую кратность, наиболее близкое к 1 характеристическое отношение, одинаковую кратность в направлениях in-line и cross-line, получим, что 14 вариант из таблицы 5.2. является наилучшим. Далее он будет рассмотрен в качестве базового. Его числовые характеристики приводятся в таблице 5.3.

Для неортогональных съемок и съемок типа «зигзаг» при расчетах и составлении итоговой таблицы следует обратить внимание на геометрические параметры, зависящие от угла между профилями приема и возбуждения.

Для систем наблюдений типа «кирпичная кладка» потребуется параметр, определяющий «смещение кирпичей». Его целесообразно вынести в отдельную строку после параметра «тип системы наблюдений».

Таблица 5.1

Выбор варианта, оптимального по размерам сетки профилей возбуждения и приема

xmax= *3850* Lx= 5723

A= *0,9* Ly= 5151

	SI	*RI*	*SLI*	*RLI*	Xmin	Fx	Fy	F3D	Lx*	Ly*	A*	xmax	NCy	NCx	NC	Ny	SD	RD	NCMP	TD
1	*50*	*50*	*600*	*600*	849	4	4	16	4750	4200	0,88	3376	8	96	768	12	33	33	1600	25600
2	*50*	*50*	*600*	*500*	781	4	5	20	4750	4500	0,95	3448	10	96	960	10	33	40	1600	32000
3	*50*	*50*	*500*	*600*	781	5	4	20	4950	4200	0,85	3448	8	100	800	12	40	33	1600	32000
4	*50*	*50*	*500*	*500*	707	5	5	25	4950	4500	0,91	3518	10	100	1000	10	40	40	1600	40000
5	*50*	*50*	*500*	*400*	640	5	6	30	4950	4400	0,89	3448	12	100	1200	8	40	50	1600	48000
6	*50*	*50*	*400*	*500*	640	7	5	35	5550	4500	0,81	3735	10	112	1120	10	50	40	1600	56000
7	*50*	*50*	*400*	*400*	566	7	6	42	5550	4400	0,79	3669	12	112	1344	8	50	50	1600	67200
8	*50*	*50*	*400*	*300*	500	7	8	56	5550	4500	0,81	3669	16	112	1792	6	50	67	1600	89600
9	*50*	*50*	*300*	*400*	500	9	6	54	5350	4400	0,82	3594	12	108	1296	8	67	50	1600	86400
10	*50*	*50*	*300*	*300*	424	9	8	72	5350	4500	0,84	3594	16	108	1728	6	67	67	1600	115200
11	***50***	***50***	***300***	***200***	***361***	***9***	***12***	***108***	***5350***	***4600***	***0,86***	***3594***	***24***	***108***	***2592***	***4***	***67***	***100***	***1600***	***172800***
12	*50*	*50*	*200*	*300*	361	14	8	112	5550	4500	0,81	3669	16	112	1792	6	100	67	1600	179200
13	*50*	*50*	*200*	*200*	283	14	12	168	5550	4600	0,83	3669	24	112	2688	4	100	100	1600	268800
14	*50*	*50*	*200*	*100*	224	14	25	350	5550	4900	0,88	3735	50	112	5600	2	100	200	1600	560000
15	*50*	*50*	*100*	*200*	224	28	12	336	5550	4600	0,83	3669	24	112	2688	4	200	100	1600	537600
16	*50*	*50*	*100*	*100*	141	28	25	700	5550	4900	0,88	3735	50	112	5600	2	200	200	1600	1120000

Примечание: серым цветом показаны параметры не удовлетворяющие

а) требованиям ключевых параметров: $F_{3D} \geq 64$, A=0.8-1.0, Xmin ≤ (750÷900) м, 3500 м≤ X_{max} ≤ 4200 м,

б) среднестатистической съемке: бин 25×25 м, кратность 60-120, плотность сейсмотрасс на 1 кв. км 120-180 тысяч

Таблица 5.2

Выбор варианта, оптимального по кратности для клетки 300×300 м

	SI	RI	SLI	RLI	Xmin	Fx	Fy	F3D	Lx*	Ly*	A*	xmax	NCy	NCx	NC	Ny	SD	RD	NCMP	ST
1	50	50	300	250	391	9	9	81	5350	4250	0,79	3495	18	108	1944	5	67	80	1600	129600
2	**50**	**50**	**300**	**250**	**391**	**9**	**10**	**90**	**5350**	**4750**	**0,89**	**3661**	**20**	**108**	**2160**	**5**	**67**	**80**	**1600**	**144000**
3	50	50	300	250	391	10	9	90	5950	4250	0,71	3730	18	120	2160	5	67	80	1600	144000
4	**50**	**50**	**300**	**250**	**391**	**10**	**10**	**100**	**5950**	**4750**	**0,80**	**3886**	**20**	**120**	**2400**	**5**	**67**	**80**	**1600**	**160000**
5	50	50	300	250	391	11	10	110	6550	4750	0,73	4120	20	132	2640	5	67	80	1600	176000
6	**50**	**50**	**300**	**250**	**391**	**10**	**11**	**110**	**5950**	**5250**	**0,88**	**4051**	**22**	**120**	**2640**	**5**	**67**	**80**	**1600**	**176000**
7	**50**	**50**	**300**	**250**	**391**	**11**	**11**	**121**	**6550**	**5250**	**0,80**	**4276**	**22**	**132**	**2904**	**5**	**67**	**80**	**1600**	**193600**
8	50	50	300	250	391	11	12	132	6550	5750	0,88	4441	24	132	3168	5	67	80	1600	211200
9	50	50	300	250	391	12	11	132	7150	5250	0,73	4510	22	144	3168	5	67	80	1600	211200
10	50	50	300	250	391	12	12	144	7150	5750	0,80	4667	24	144	3456	5	67	80	1600	230400
11	**50**	**50**	**300**	**300**	**424**	**9**	**9**	**81**	**5350**	**5100**	**0,95**	**3801**	**18**	**108**	**1944**	**6**	**67**	**67**	**1600**	**129600**
12	**50**	**50**	**300**	**300**	**424**	**9**	**10**	**90**	**5350**	**5700**	**1,07**	**4019**	**20**	**108**	**2160**	**6**	**67**	**67**	**1600**	**144000**
13	**50**	**50**	**300**	**300**	**424**	**10**	**9**	**90**	**5950**	**5100**	**0,86**	**4018**	**18**	**120**	**2160**	**6**	**67**	**67**	**1600**	**144000**
14	**50**	**50**	**300**	**300**	**424**	**10**	**10**	**100**	**5950**	**5700**	**0,96**	**4225**	**20**	**120**	**2400**	**6**	**67**	**67**	**1600**	**160000**
15	50	50	300	300	424	11	10	110	6550	5700	0,87	4441	20	132	2640	6	67	67	1600	176000
16	50	50	300	300	424	10	11	110	5950	6300	1,06	4443	22	120	2640	6	67	67	1600	176000
17	50	50	300	300	424	11	11	121	6550	6300	0,96	4649	22	132	2904	6	67	67	1600	193600
18	50	50	300	300	424	11	12	132	6550	6900	1,05	4867	24	132	3168	6	67	67	1600	211200
19	50	50	300	300	424	12	11	132	7150	6300	0,88	4865	22	144	3168	6	67	67	1600	211200
19	50	50	300	300	424	12	12	144	7150	6900	0,97	5074	24	144	3456	6	67	67	1600	230400

Таблица 5.3

Параметры системы наблюдений

Сетка бинов	
Размеры бина, по OX (in line), м	25
Размеры бина, по OУ (cross line), м	25
Сеть наблюдений	
Тип системы наблюдений	ортогональная
Наклон линии источников, градусы	90
Расстояние между приемниками на линии приема, м	50
Расстояние между источниками на линии источников, м	50
Расстояние между приемными линиями, м	300
Расстояние между линиями источников, м	300
Параметры активной расстановки	
Количество приемных линий	20
Количество каналов на одной линии приема	120
Количество активных каналов	2400
Геометрия шаблона	
Размеры по in line, м	5950
Размеры по cross line, м	5700
Интервал, занимаемый источниками на линии возбуждения, м	300
Количество источников в шаблоне	6
Характеристическое (азимутальное) отношение	0,96
Кратность съемки	
Кратность по in line	10
Кратность по cross line	10
Номинальная кратность	100

Геометрия шаблона

Для выбранного варианта съемки МОГТ 3D в системе проектирования сейсмических съемок (специальном программном обеспечении) создается шаблон. Геометрия шаблона – расположение линий приема и отрабатываемых в шаблоне источников, приводится в виде схемы. Для представленных в таблице 5.3 параметров соответствующий шаблон дан на рис.5.3. На схеме шаблона показаны линии приема с пикетами приема, серия источников, отрабатываемых для такой расстановки пикетов приема и область общих средних точек (активных бинов), участвующих в создании кратности в шаблоне. Следует отметить, что на краях съемки, при необходимости прижимать кратность к границам участка, шаблон будет иметь усеченный вид. Минимальное число линий приема в усеченном шаблоне составит: NCy/2+1. В рассматриваемом примере: 20/2+1=11. Длина шаблона в направлении линий приема будет равна половине длины шаблона в этом направлении.

Разбивка сети наблюдений

Сеть наблюдений представляет собой профили приема и возбуждения с расположенными на них пикетами приема и возбуждения. Сеть формируется в автоматизированной системе проектирования. На первом этапе участок съемки вписывается в прямоугольник, размеры которого определяются максимальными размерами участка работ в направлениях *in-line* (вдоль линий приема) и *cross-line* (вдоль линий возбуждения).

В нашем примере прямоугольник будет иметь размеры 10 км×10 км. На прямоугольном участке в программе проектирования разбивается сетка профилей приема и возбуждения со следующими расстояниями: между приемными линиями - *RLI*, пикетами приема - *RI*, профилями возбуждения – *SLI*, пикетами возбуждения - *SI*.

При разбивке сети первый пикет первого профиля возбуждения рекомендуется сместить относительно левого нижнего угла прямоугольного участка на один шаг бинирования в обоих направлениях в сторону

увеличения текущих координат (рис. 5.4). Это позволит избежать дублирования лучевых схем для центральных бинов в клетке и несколько уменьшит минимальные удаления в этих бинах.

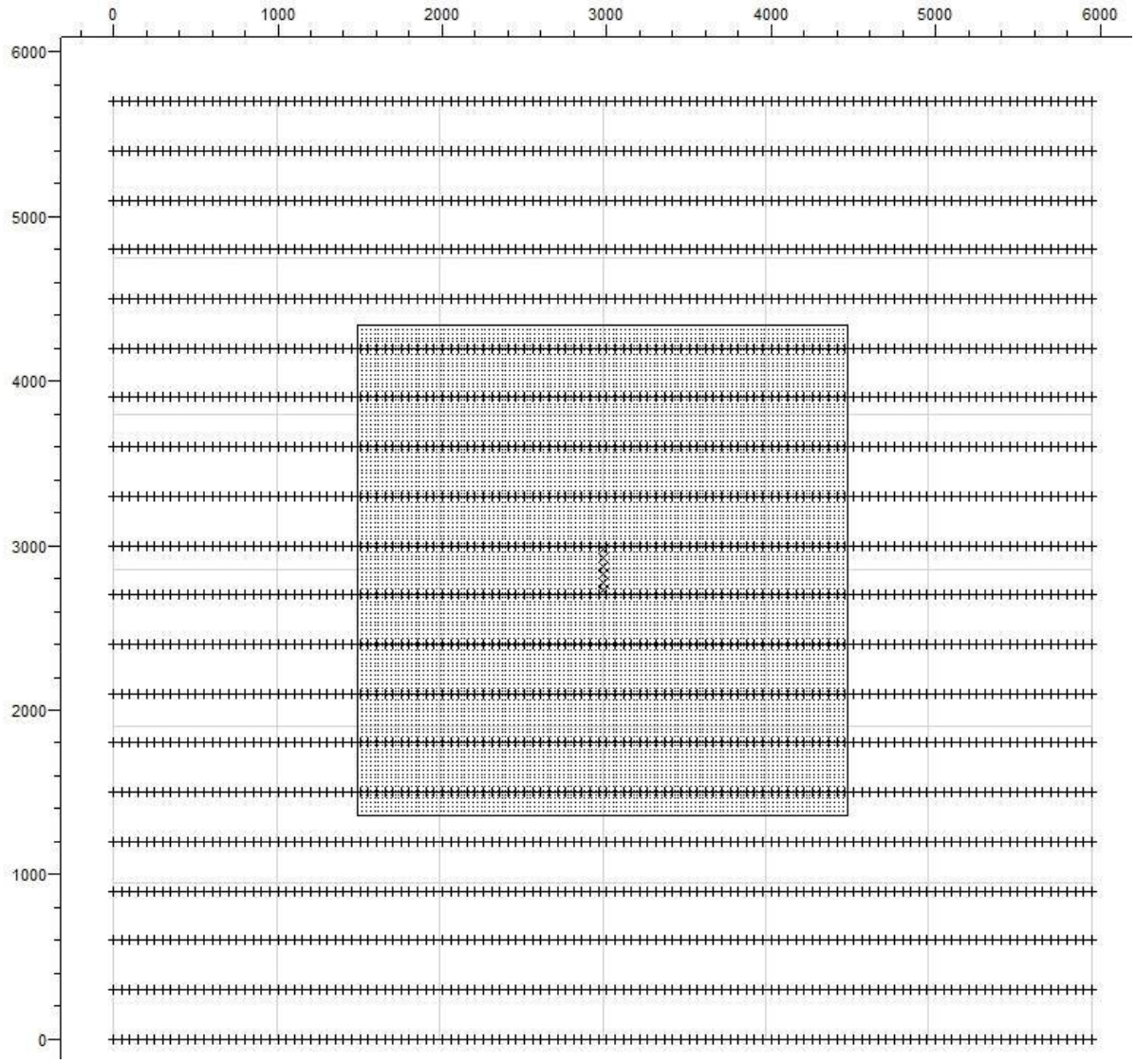


Рис.5.3. Геометрия шаблона, состоящего из 20 приемных линий по 120 каналов и группы из 6 источников.
Условные знаки: × -источник, + - приемник. Зашрихованный прямоугольник в центре шаблона - область общих средних точек (ОСТ), формируемых в шаблоне

Для демонстрации расположения источников и приемников в клетке и минимальных удалений *Xmin* в центральных бинах клетки в проекте следует привести увеличенный фрагмент с вычисленными минимальными удалениями для центральных бинов (рис. 5.5).

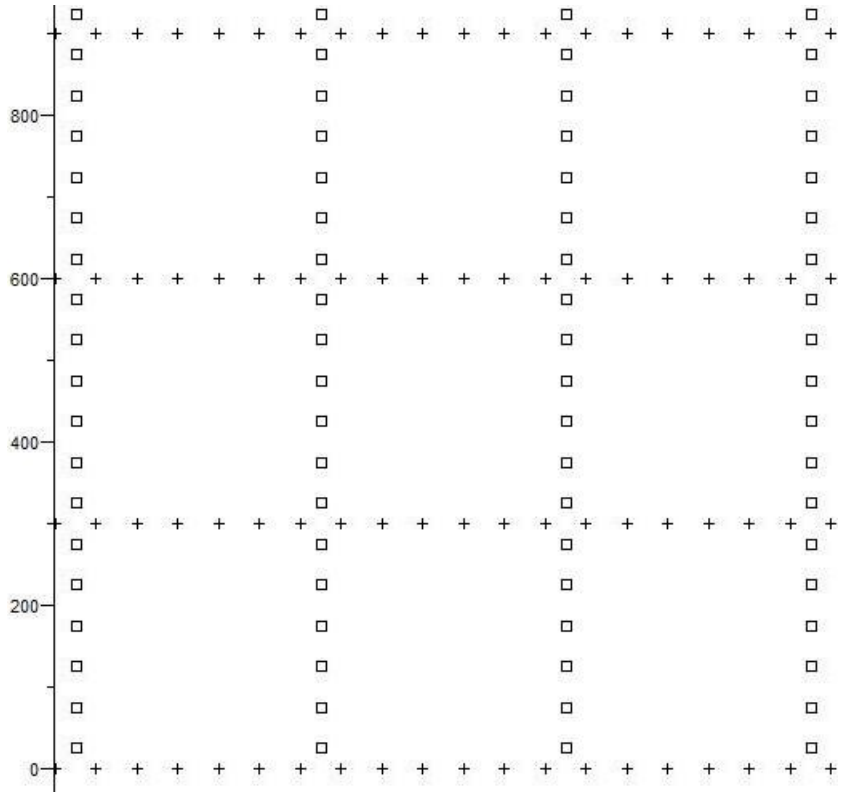


Рис. 5.4. Фрагмент сети наблюдений с учетом смещения сетки пикетов возбуждения относительно левого нижнего угла прямоугольного участка съемки

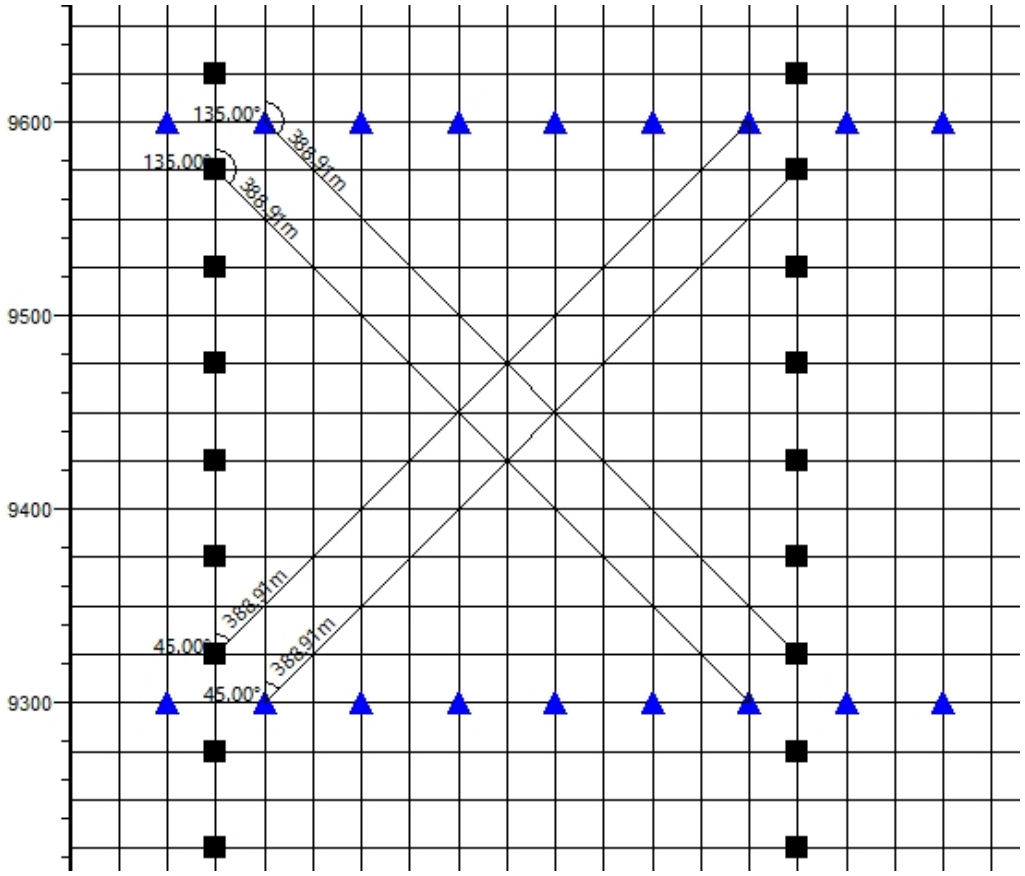


Рис. 5.5. Увеличенный фрагмент сети наблюдений на сетке бинов (25 м ×25 м) с демонстрацией наибольших минимальных удалений в пределах клетки

После разбивки сети на прямоугольной площади выполняется обрезание площади по реальной границе участка съемки. Обрезку рекомендуется выполнять по границам клеток, при этом границы участка будут иметь ступенчатый вид. Вид сети наблюдений после обрезания показан на рис. 5.6.

Операции обрезки прямоугольной площади по границам участка и оконтуривания эксклюзивных зон для реальных проектов выполняются на подложке в виде топографической карты, структурной карты с основными элементами ситуации и т.п. Из эксклюзивных зон производится удаление источников и, в некоторых случаях приемников, и их добавление у внешнего края этих зон для сохранения кратности.

При значительной ширине эксклюзивной зоны такие операции не помогут сохранить кратность в пределах эксклюзивной зоны. В этом случае применяют способы удлинения линий приема, увеличения их числа и привлечения дополнительных пикетов возбуждения. Подобные манипуляции должны проверяться путем виртуального отстрела с последующим расчетом и анализом атрибутов съемки в эксклюзивных зонах. Очень важно при планировании отстрела в эксклюзивных зонах учитывать организационные возможности проведения таких работ в полевых условиях.

По данным разбивки сети определяются следующие показатели, определяющие объемы основных (сейсморазведочных) и вспомогательных (топографо-геодезических) работ.

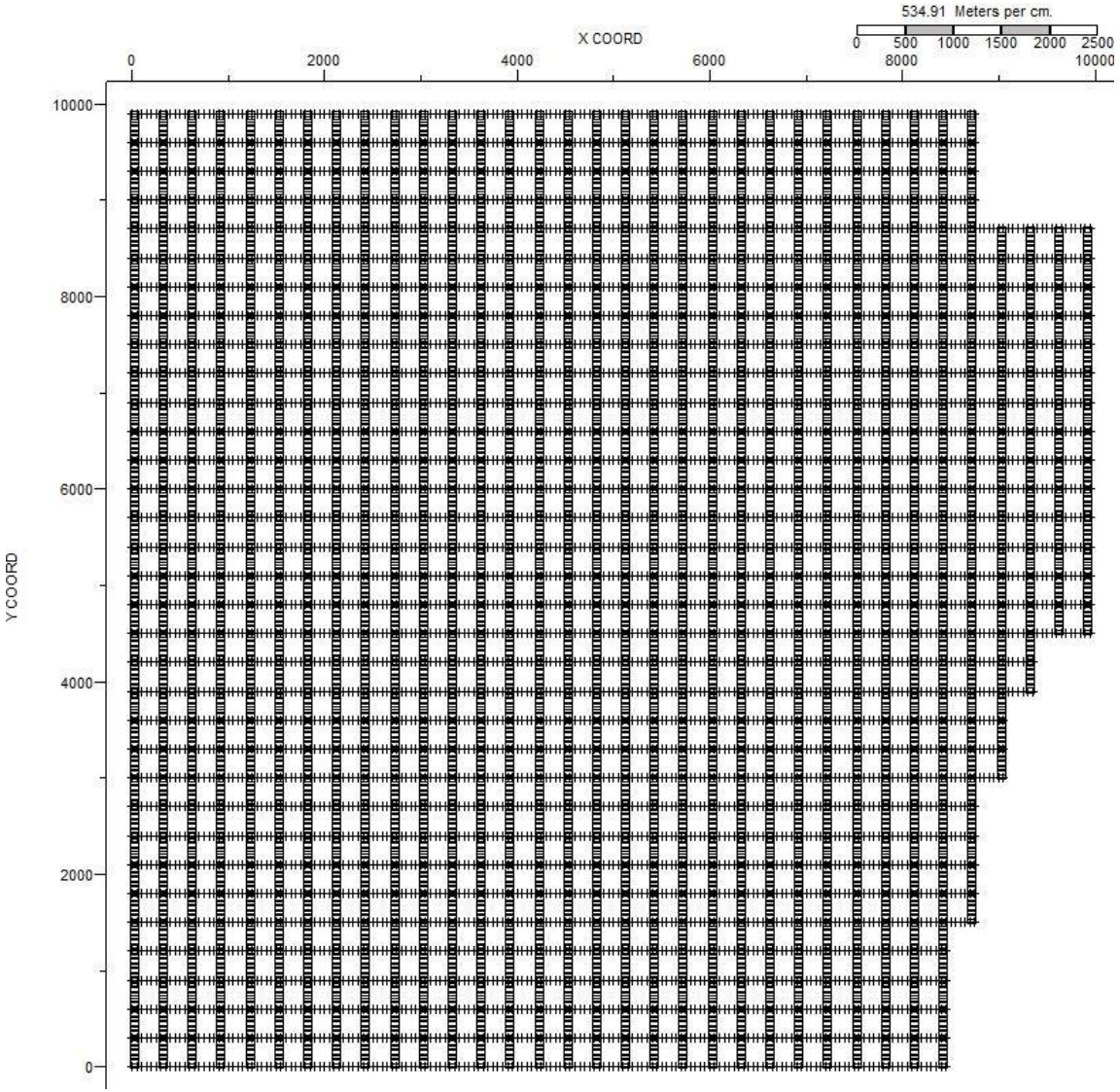


Рис.5.6. Расположение сети профилей приема и возбуждения на участке съемки (размер клетки 300 м × 300 м)

Показатель объемов работ	Значение
размеры прямоугольного контура площади съемки, км^2	99
размеры площади съемки, км^2	92,6
количество приемных профилей	34
количество приемных пикетов на линии (max)	200
общая длина профилей приема, км	316.1
количество пикетов приема на площади съемки	6356
плотность пикетов приема на 1 кв. км	66.7
количество профилей возбуждения	34
количество пикетов возбуждения на линии (max)	198
общая длина профилей возбуждения, км	312.7
количество пикетов возбуждения на площади съемки	6288
плотность пикетов возбуждения на 1 кв. км	66.7

Подавление волн-помех, формирующихся в ВЧР

Как правило, при сейсморазведочных работах на суше приходится иметь дело с поверхностными волнами-помехами, волновые числа которых резко отличаются от волновых чисел, характерных для целевых отражений. Применение в трехмерных съемках линейных продольных групп источников или приемников не позволяет ослабить поверхностные волны в направлениях, отличных от направления, вдоль которого располагаются группы (Череповский А.В. 2012). В связи с этим применяют либо площадные группы приемников, либо комбинирование линейных групп источников и приемников, либо полностью отказываются от группирования в надежде подавить поверхностные волны при обработке, используя процедуры фильтрации.

В первом случае, возбуждение выполняется в одной точке профиля, что чаще всего характерно для взрывной сейсморазведки, а прием осуществляется площадными группами сейсмоприемников. Как правило, такие группы должны обладать центральной симметрией. На практике

реализация такого группирования довольно трудоемка и рекомендуется лишь в благоприятных условиях (отсутствие растительности, снега, и т.п.). В связи со сложностями установки площадных групп в сейсморазведке со взрывами полевые интерференционные системы для подавления поверхностных волн не применяются. Наибольшую популярность в трехмерной сейсморазведке со одиночными взрывами получило группирование сейсмоприемников в точку. Сейсмоприемники устанавливаются на малых расстояниях друг от друга на предельно малой площади. Такая группа позволяет усреднить условия установки сейсмоприемников и увеличить чувствительность сейсмического канала.

Во втором случае, возбуждение выполняется линейной группой источников, что характерно для невзрывной сейсморазведки (источники представляют собой группу сейсмических вибраторов или импульсных источников), а прием осуществляется линейными группами сейсмоприемников. При совместном группировании источников и приемников линейные группы располагаются вдоль соответствующих профилей: группы источников вдоль - профилей возбуждения, группы приемников вдоль - профилей приема. Как правило, профили приема ортогональны профилям возбуждения или расположены под углом. Сочетание перпендикулярных (или наклонных) друг другу продольных линейных групп создает интерференционную систему, способную подавлять поверхностные волны по различным азимутам.

Одним из важных критериев линейного группирования состоит в том, что группы источников должны быть такими же, как группы приемников [Vermeer,1998]. Группы приемников и источников достаточно эффективны при высоком уровне микросейсм (ветровые помехи, шум от промышленных объектов и т.п.), а также при подавлении низкочастотных низкоскоростных поверхностных волн в простых поверхностных условиях.

В сложных поверхностных условиях для групп сейсмоприемников характерно искажение амплитудно-частотных характеристик полезного

сигнала из-за ряда факторов (Череповский, 2012): наличия статических сдвигов, неидентичности грунтовых условий в точках установки приемников, отклонение от вертикали лучей отраженных волн, кривизны волнового фронта на больших удалениях от источника.

Применение в трехмерной сейсморазведке продольных групп только в одном направлении – либо источников, либо приемников привносит значительную азимутальную анизотропию и поэтому не применяется.

Для высокоплотных высокоразрешающих систем наблюдений, которые идут на смену современным среднестатистическим сейсмическим съемкам 3D, проблема подавления помех, связанных с ВЧР, трансформируется в простое правило – необходимо регистрировать все помехи без пространственного аляйсинг-эффекта (без зеркальных пространственных частот), то есть интервал между отдельными одиночными приемниками должен быть меньше половины длины волны помехи: $RI=0.5V_{min}/F_{max}$, где V_{min} – минимальная кажущаяся скорость волны помехи, F_{max} – максимальная частота записи. Для поверхностной волны, обладающей скоростью $V=300$ *м/с* и частотой $F=20$ *Гц,* получим требуемое расстояние между сейсмоприемниками $RI=0.5*300/20=7,5$ *м*. Такая съемка требует значительного количества полевого оборудования, расширенных технических возможностей и крупных экономических вложений.

Ниже будет рассмотрен один из возможных вариантов невзрывной сейсморазведки с одновременным группированием источников и приемников. Подбор параметров групп может быть сделан в программе проектирования. С этой целью следует рассчитать ожидаемые длины волн поверхностных волн-помех. Понадобится информация о количестве элементов в группах источников и приемников, которое может быть обеспечено при использовании стандартного оборудования. Например, группы сейсмоприёмников (геофонов), поставляемые предприятиями-изготовителями могут состоять из 6 или 12 элементов, а наиболее часто

используемые группы вибрационных источников состоят из 3-5 сейсмовибраторов.

При однопозиционной методике возбуждения количество источников (обычно от 3 до 5 возбудителей) равно числу элементов в группе. Такая группа работает на одной позиции для одного пикета возбуждения. При многопозиционной методике количество источников меньше, чем число элементов в группе, и они работают на нескольких позициях для одного пикета возбуждения.

На группу всегда накладывается условие – базы соседних групп не должны перекрываться, в связи с этим, например, база группирования сейсмоприемников не должна превышать интервал между пикетами приема (*RI*). Поскольку для трехмерных съемок должна соблюдаться симметрия, то базы группирования источников и приемников должны быть одинаковы, в компромиссном варианте близки.

Базу группирования *Lgr* приближенно можно оценить по формуле [Бондарев В.И., 2012]:

$$L_{gr} \approx \frac{(\lambda_{max} - \lambda_{min})\lambda_{max}}{\lambda_{max} + \lambda_{min}},$$

где λ_{max} и λ_{min} соответственно максимальная и минимальная длины волн помех. В некоторых случаях параметры поверхностных волн таковы, что не удается создать эффективную интерференционную систему. Для подавления этих волн остается надеяться на фильтрацию при цифровой обработке полевых сейсмограмм.

Пример расчета групп источников и приемников

Исходные данные: интервал между пикетами приема *RI=50 м*, число элементов в группе сейсмоприемников – *6*, тип источника – вибрационный, число источников в группе – *3*, скорости распространения волн-помех*: Vmin=200 м/с, Vmax=300 м/с;* частотный состав волн-помех*: fmin=10 Гц, fmax=25 Гц.*

Расчет длин волн и ориентировочной величины базы группирования:

$\lambda max = Vmax / fmin = 300 / 10 = 30$ *м*

$\lambda min = Vmin / fmax = 200 / 25 = 8$ *м*

$Lgr = (30-8) \times 30 / (30+8) = 17.4$ *м.*

Для приемников запланирована группа из 6 элементов. Приемники расположены через 4 м вдоль линии приема на базе 20 м (рис. 5.7).

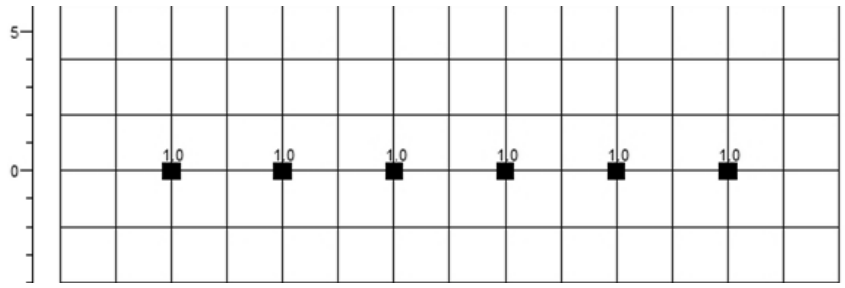


Рис. 5.7. Продольная группа приемников (ориентация вдоль линий приема)

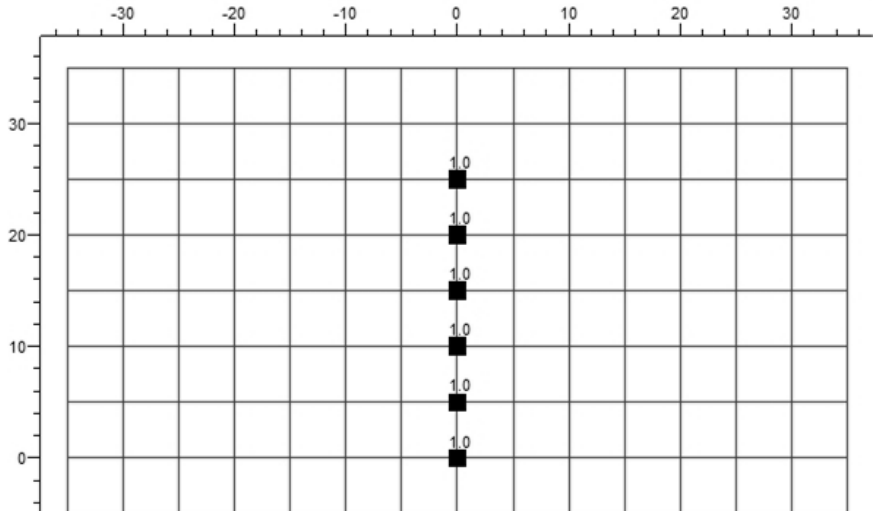


Рис. 5.8. Продольная группа источников (ориентация вдоль линий возбуждения)

Для ортогональной системы наблюдений была подобрана группа из 6 источников (двухпозиционная методика возбуждения), центры излучения которых расположены через 5 м вдоль линии возбуждения на базе 25 м (рис. 5.8). В полевом исполнении группа из 3 источников, расположенных через 10 метров, будет занимать две позиции, отличающиеся на 5 метров. База группирования увеличена до 25 метров по сравнению с расчетной, исходя из габаритов и возможности расположения сейсмовибраторов на линии возбуждения. Так как длина шасси вибрационного источника составляет около 8 метров, ширина - около 3 метров, то маневры таких

машин на залесенной территории (в задании 40% участка работ занято лесом) при стандартных технологических просеках (4 м) ограничены, и приходится идти на компромисс между качеством подавления волн с одной стороны, и технологичностью, и производительностью труда, с другой.

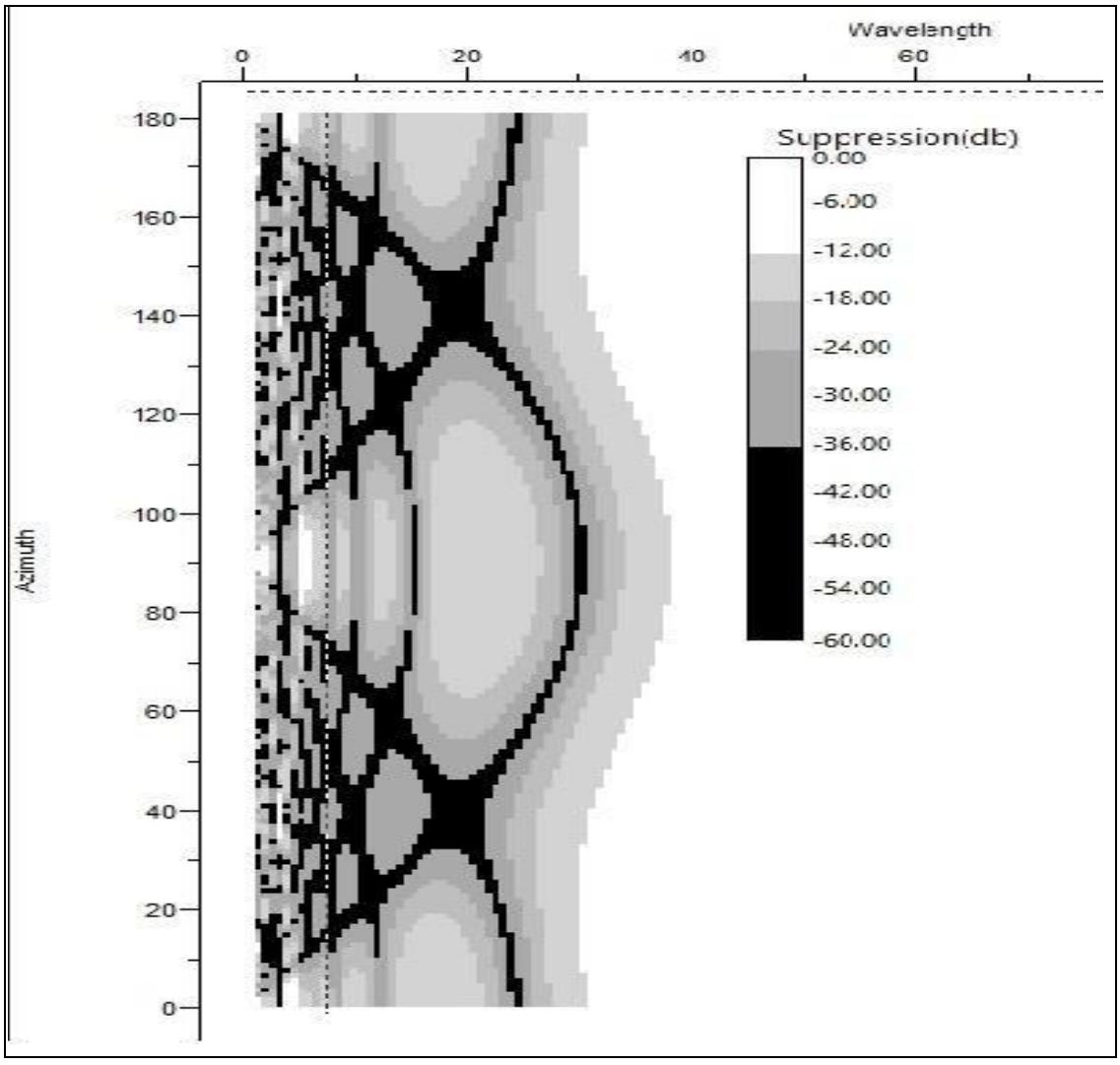


Рис. 5.9. Характеристика направленности группирования совместной группы источников и приемников в координатах длина волны (wavelength) и азимут (azimuth). Шкала подавления указана в Дб

Анализ совместной характеристики группирования (рис. 5.9) в координатах длины волн – азимуты показывает, что длины волн помех (8-30 м) попадают в область подавления от -12 до -60 дБ во всем диапазоне азимутов, кроме азимутов близких к 90° для длин волн менее 10 м. Поскольку длины волн целевых отражений для изучаемого участка более 30 м, то предлагаемые группы источников и приемников будут

способствовать улучшению соотношение сигнал помеха в среднем 15 раз (минимум в 4 максимум в 1000 раз).

6. Анализ атрибутов съемки

6.1 Расчет и анализ атрибутов съемки

Каждый бин трехмерной съемки содержит средние точки от некоторого количества пар источник - приемник. Количество таких пар представляет собой кратность, расстояние между источником и приемником в одной паре - вынос (удаление), угол между направлением север-юг и линией, соединяющей источник и приемник, - азимут.

Кратность, выносы и азимуты называются атрибутами съемки. Атрибуты позволяют судить о качестве съемки для решения геологических задач. При расчете атрибутов используются программы по проектированию сетей наблюдений трехмерной сейсморазведки. Входными данными для работы с программами проектирования являются: координаты углов контура участка съемки, тип системы наблюдений и значения параметров системы наблюдений (*SLI, RLI, SI, RI, NCx, NCy, Ny).*

Для стандартного[1] шаблона ортогональной и не ортогональной съемок, а также съемки типа «кирпичная кладка» расчет атрибутов в рамках систем проектирования трехмерных съемок выполняется в следующей последовательности:

1) Создается сеть наблюдений. Исходные данные: расстояния между пикетами приема - *RI,* приемными линиями - *RLI,* пикетами возбуждения - *SI,* профилями возбуждения - *SLI.*

Для наклонной геометрии дополнительно нужно задать угол между профилями приема и возбуждения. Для системы типа «кирпичная кладка» необходимо задать интервал сдвига «кирпича».

[1] Под стандартным шаблоном понимается прямоугольная приемная расстановка, в центре которой источники, занимают интервал между двумя соседними линиями приема.

2) Задается активная приемная расстановка. Исходные данные активной расстановки: число приемных линий в расстановке - *NCy,* количество приемных каналов на одной линии - *NCx*.

3) Дается задание на выполнение виртуальной отработки («отстрела») съемки с заданной активной расстановкой.

4) Задается сетка бинов. Исходные данные: размеры бина в направлении *in-line - Bx,* и *cross-line - By*.

5) Выполняется расчет атрибутов съемки - кратности, азимутов и удалений для заданной сетки бинов.

6) Определяются статистические параметры съемки.

Для удобства анализа атрибутов формируются карты и графики их распределения.

Для нестандартных съемок, когда пикеты возбуждения в шаблоне занимают более одного интервала между линиями приема, выполняется формирование нестандартного единичного шаблона. В этом случае задание на виртуальную отработку участка съемки включает интервалы смещения шаблона в направлениях in line и cross line. Интервалы смещения рассчитываются таким образом, чтобы кратность в пределах исследуемой площади была равномерной. Такие смещения необходимо определить заранее, выполнив несложные расчеты для одиночного шаблона или подобрать эти смещения в интерактивном режиме в программе проектирования. Например, если в шаблоне ортогональной системы источники занимают более одного интервала между линиями приема (n>1), то смещение шаблона в направлении cross-line равно RLI×(NCy-n), а в направлении in-line – SLI.

Анализ кратности

Анализ кратности должен производиться: в области полной (номинальной) кратности съемки, на участках снижения кратности – краях съемки и в эксклюзивных зонах, представляющих собой участки отсутствия источников и (или) приемников.

В зоне полной кратности кратность должна быть равномерной (одинаковой для всех бинов) и достигать проектного (номинального) значения. В эксклюзивных зонах она не должна быть меньше, чем нижний предел кратности в зависимости от горизонтальной разрешающей способности (см. таблицу 4.1), либо чем число, оговоренное в геологическом задании.

Кратность анализируется для удалений, связанных не только с целевым интервалом геологического разреза, но для удалений в пределах которых собираются данные об опорных отражающих горизонтах, залегающих на малой глубине. Для формирования соответствующих карт кратности в программах проектирования съемок накладывается ограничение на удаления источник-приемник. Это ограничение, связанное с зоной мьютинга – обнуления (обрезания) области интерференции отраженных волн с первыми вступлениями волн вдали от источника, в первом приближении берется равным глубине залегания до интересующей проектировщика отражающей границы. На картах кратности для самых верхних отражающих горизонтов, не являющимися опорными, кратность не должна снижаться ниже четырех (Cordsen, 2000).

Если условия по минимально допустимой кратности для неглубоко залегающих горизонтов не выполняются, то следует уменьшить размеры клетки и сформировать новую систему наблюдений. Для новой системы произвести анализ атрибутов заново.

Анализ распределения азимутов

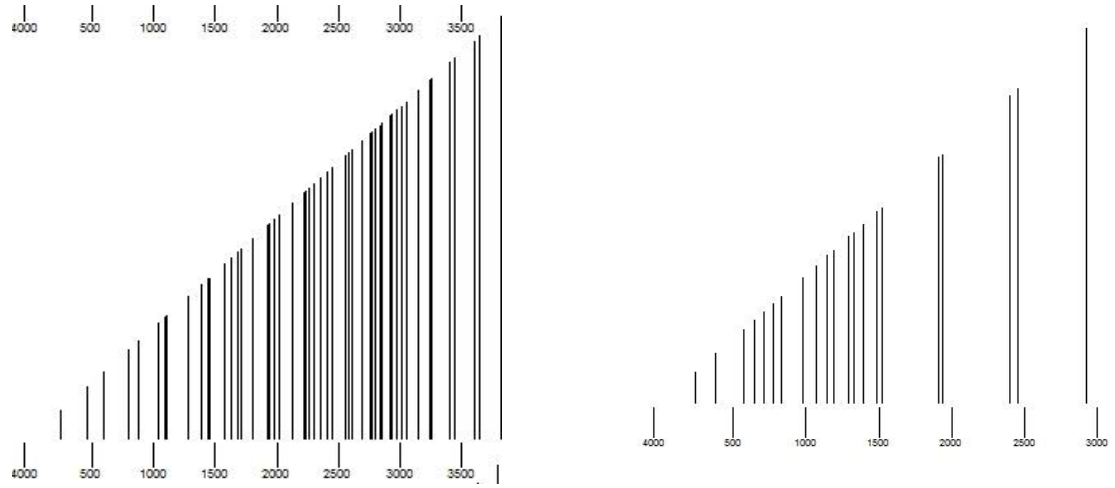
В сложных геологических условиях основное требование, предъявляемое к азимутам, заключается в равномерности их распределения в диапазоне углов от 0° до 360° в пределах бина. Это соответствует широко азимутальной системе наблюдений (азимутальное отношение близко к 1). Для простых геологических условий, а также при наличии четко выраженного простирания геологических структур, это требование может быть снижено. В этом случае азимуты могут быть сосредоточены в

сравнительно узком конусе и направлены, в основном, вкрест простирания геологических структур, что соответствует узко азимутальной системе наблюдений (азимутальное отношение меньше 0,5).

Распределение азимутов наиболее часто анализируют на картах азимутов-удалений, с их изображением в виде розы диаграммы для каждого бина. Для характеристики азимутов всей съемки в целом используется круговая диаграмма, на которой представлена статистика с учетом всех бинов съемки по азимутам, удалениям и кратности. Для широко азимутальных съемок будет наблюдаться центральная симметрия роз диаграмм для бинов, расположенных в области полной кратности и кольцевое окрашивание круговой диаграммы. Для узко азимутальных съемок оба вида изображений будут вытянуты в направлении преобладающих азимутов.

Анализ распределения удалений (выносов)

Распределение удалений удобно анализировать по картам, на которых показаны штриховые диаграммы для каждого бина. Наиболее часто анализируют штриховые диаграммы, у которых горизонтальная и вертикальная оси имеют шкалу выносов, при этом для всех выносов, относящихся к бину, по горизонтальной оси расставляются штрихи, имеющие длину равную выносу. Таким образом, хорошее распределение удалений представляет собой равномерно заштрихованный равносторонний треугольник (рис. 6.1, а). На распределение выносов в пределах бина, главным образом, влияет кратность суммирования по ОСТ. Чем ниже кратность, тем, хуже распределение удалений (рис. 6.1, б). Равномерное распределение выносов обеспечивает наилучшую характеристику суммирования по ОСТ, а также обеспечивает успешное выполнение специализированной обработки данных сейсморазведки, использующей зависимости динамических особенностей сейсмической записей от расстояния источник-приемник (например, AVO-анализ).



а б

Рис.6.1. Штриховая диаграмма: а) с равномерным распределением выносов, кратность 90; б) с не равномерным распределением выносов, кратность 21

Распределение выносов также анализируют для рядов бинов в направлениях in-line и cross-line, а также для областей, равных по размерам зоне Френеля. Метод изображения при этом следующий: по горизонтали представлены номера бинов (ОСТ), по вертикали – удаления. Каждый бин ОСТ представлен вертикальной колонкой, в которой можно проследить набор удалений (рис. 6.2). Приведенный рисунок имеет цикличность изображения, связанную с размерами клетки. Крайние бины в ряду имеют дефицит больших удалений и кратности, что проявляется в неравномерности рисунка.

Аналогичное изображение можно получить для комплексного анализа выносов и азимутов, с этой целью цветовую шкалу задают для другого параметра: например, по оси ординат откладывается удаление, а цветом показывается азимут.

Если распределение атрибутов трехмерной съемки удовлетворяет требованиям, предъявляемым к решению геологических задач для данной проектной площади, то полученная система наблюдений берется за основу, в противном случае параметры системы корректируются, и процесс расчета и анализа атрибутов повторяется заново.

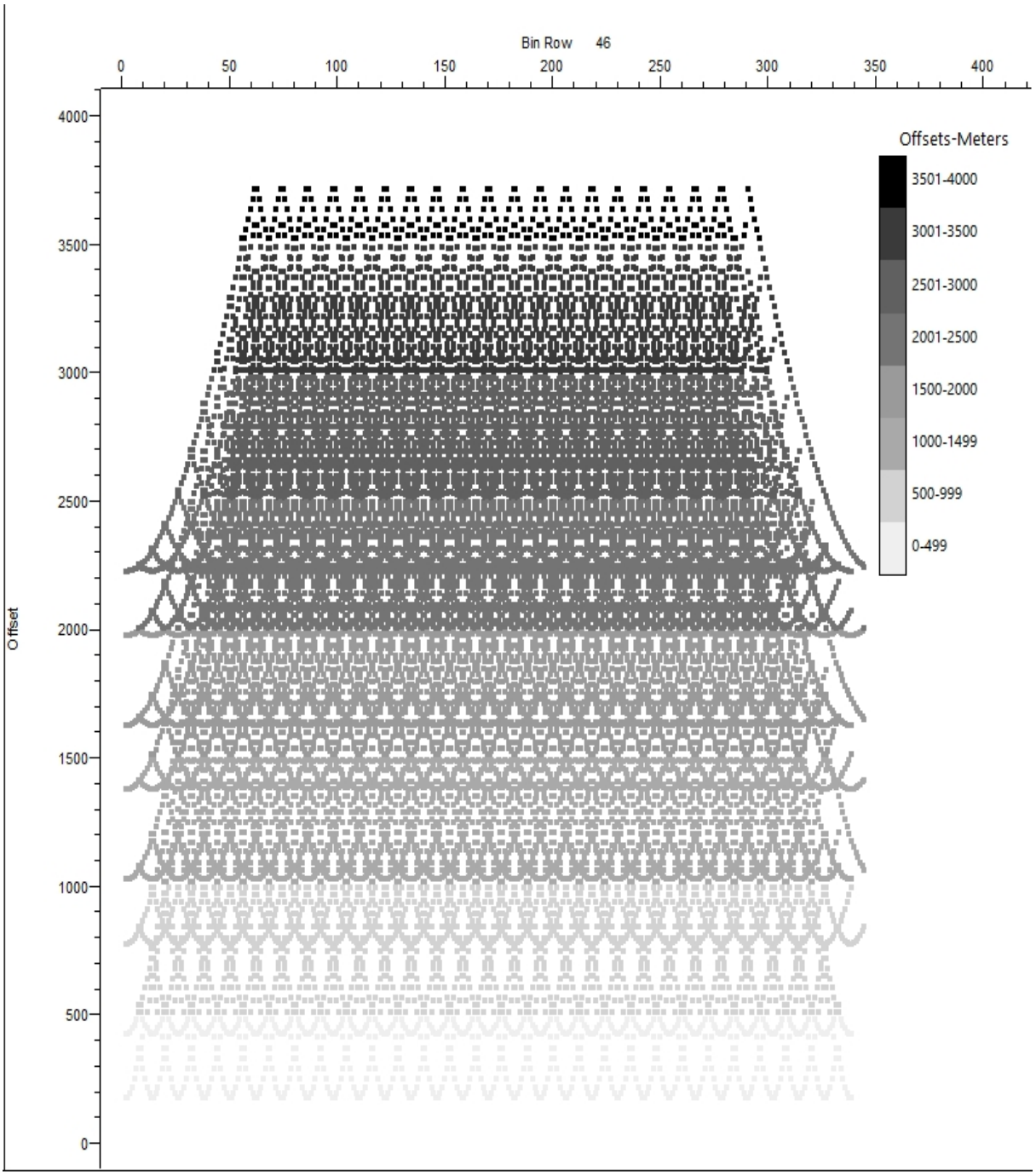


Рис.6,2. Распределение выносов в ряду бинов: по горизонтальной оси – номера бинов, по вертикальной оси - удаления в м, цветовая шкала – интервалы удалений (м)

По завершении всех итераций по расчету и выбору параметров системы наблюдений формируется окончательный набор данных: параметры съемки; карты атрибутов (кратности для различных удалений, азимутов, удалений) и их фрагменты в области снижения кратности, иллюстрирующие возможности съемки; статистические объемные показатели съемки (количество линий приема/возбуждения, пикетов приема/возбуждения, количество точек ОГТ, площадь участка полной

кратности/неполной кратности и т.д.). Эти материалы обосновывают возможность решения поставленных геологических задач при применении запроектированной системы наблюдений.

6.2. Пример расчета и анализа атрибутов съемки

Расчет и анализ атрибутов съемки дается для рассмотренного ранее примера. В примере приведены базовый набор атрибутов съемки, по усмотрению проектанта варианты компоновки атрибутов могут быть изменены. Возможности, предоставляемые программами проектирования для анализа атрибутов съемки, очень широки, и в каждом отдельном случае тип и форму изображения можно подобрать для подчеркивания тех или иных преимуществ или недостатков полученных проектных решений. Ниже представлены основные графические изображения атрибутов съемки, используемые при обосновании.

1) Карта кратности съемки на всей площади исследований с учетом всех удалений источник-приемник в диапазоне от *0* до *Xmax* (рис. 6.3).

На полученной карте область полной кратности однородна, для нее характерно номинальное значение кратности равное 100, соответствующее приведенным выше расчетам. Недостатком представленной съемки является относительно широкая по отношению к размерам участка работ область набора/сброса кратности (рис.6.4) равная 1350 м в направлении in line, 1350 м - в направлении cross-line. За счет этого общая площадь зоны набора кратности составляет 46,97 кв. км, а область полной кратности составляет 45.63 кв. км при общей площади съемки 92,6 кв. км. Таким образом, 50,1 % площади съемки будет иметь кратность ниже номинальной (100). Площадь, занятая бинами с кратностью, удовлетворяющей ключевому параметру $F_{3D} \geq 64$, составляет 61,2 кв. км (66%). Если ориентироваться на минимально допустимую кратность при имеющейся разрешающей способности ($F_{3D} \geq 47$), то получим, что площадь с кратностью от 47 до 100 равна 69.6 кв. км (75%). Таким образом, до 75 % площади

проектного участка можно изучить с кратностью, достаточной для решения поставленных геологических задач[2].

2) Карта кратности для минимальных удалений.

Карта предназначена оценить кратность прослеживания мелко залегающих горизонтов. В нашем примере удаления ограничены диапазоном от 0 до 900 метров. Фрагменты этой карты из середины проектного участка и его юго-западного угла приведены на рис. 6.5. Анализ фрагментов показывает, что в среднем кратность составляет 7, минимальная – 4 (центр клетки), максимальная - 9. На краях участка кратность снижается до 1, ширина области снижения кратности составляет 150 м как в направлении линий приема, так и в направлении линий источников. Приведенные показатели вполне приемлемы для отображения мелко залегающего горизонта на временных разрезах, поскольку он не является целевым, а в пределах площади исследований глубина его залегания мало меняется.

3). Распределение азимутов и удалений.

На рис. 6.6 приведены розы-диаграммы с распределением азимутов-удалений в области полной кратности 100, на рис. 6.7 - для участка набора кратности от 47 (минимально допустимой) до 100. Анализ рисунков показывает, что для рассматриваемой съемки в области полной кратности наблюдается широко азимутальное распределение, в области набора кратности происходит изменение характеристического отношения от 0.5 для кратности 50 к характеристическому отношению близкому к 1 для кратности 100. Анализ всей карты распределения азимутов показывает, что приемлемое распределение азимутов начинается с кратности равной 50. Фрагмент карты распределения азимутов с кратностью бинов от 10 до 50 (рис.6.8.) демонстрирует узко азимутальное распределение менее 40.

[2] Следует отметить, что для крупных съемок отношение площади с номинальной кратностью к общей площади участка работ будет иметь более приемлемые значения. Так для параметров съемки рассматриваемой в примере для площади 300 кв. км это площадь с номинальной кратностью составит 70%.

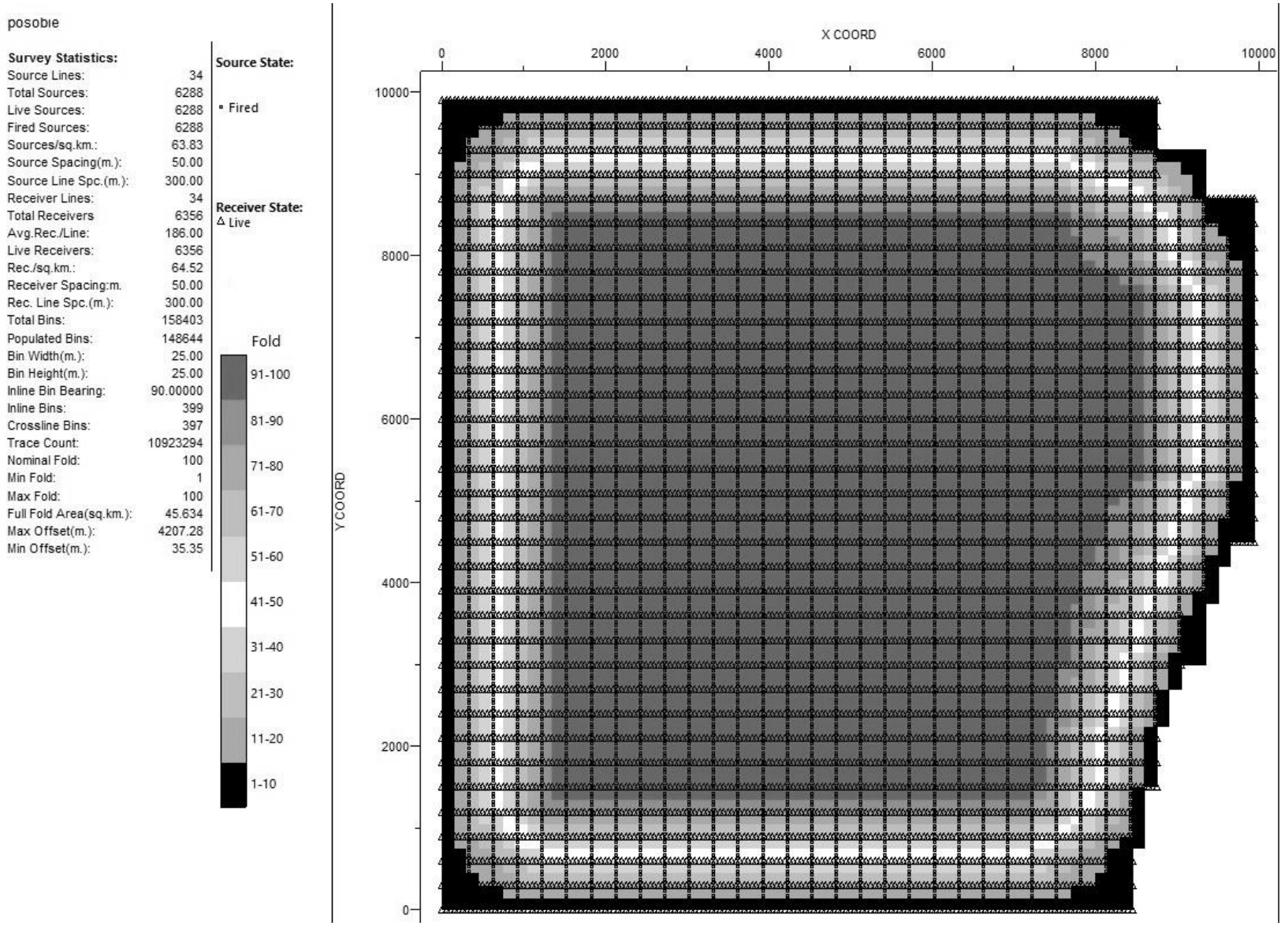


Рис. 6.3. Карта кратности для всех удалений

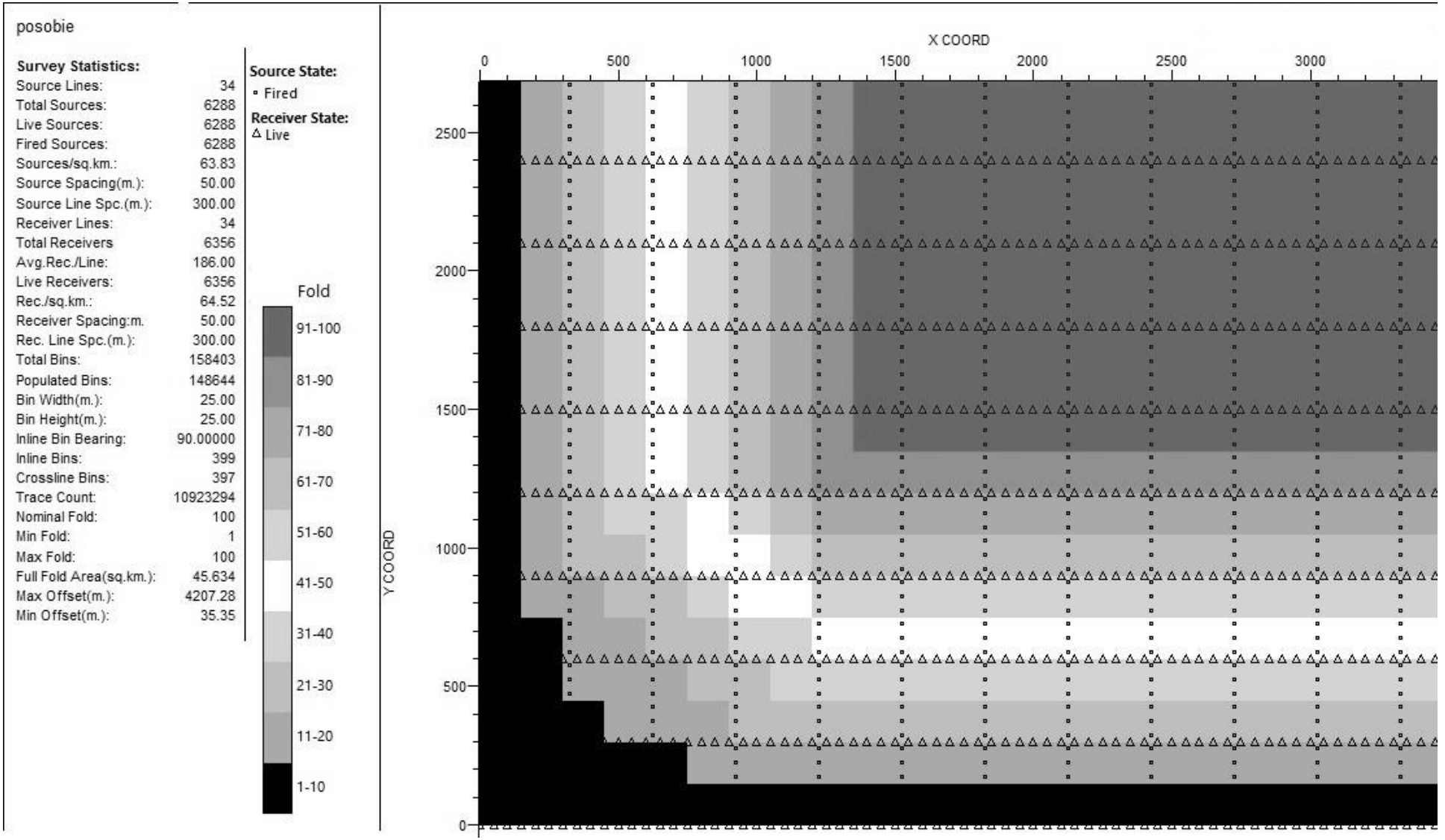


Рис.6.4. Фрагмент карты кратности на краю съемки: Область набора кратности по in line 1350 м, по cross line 1350 м

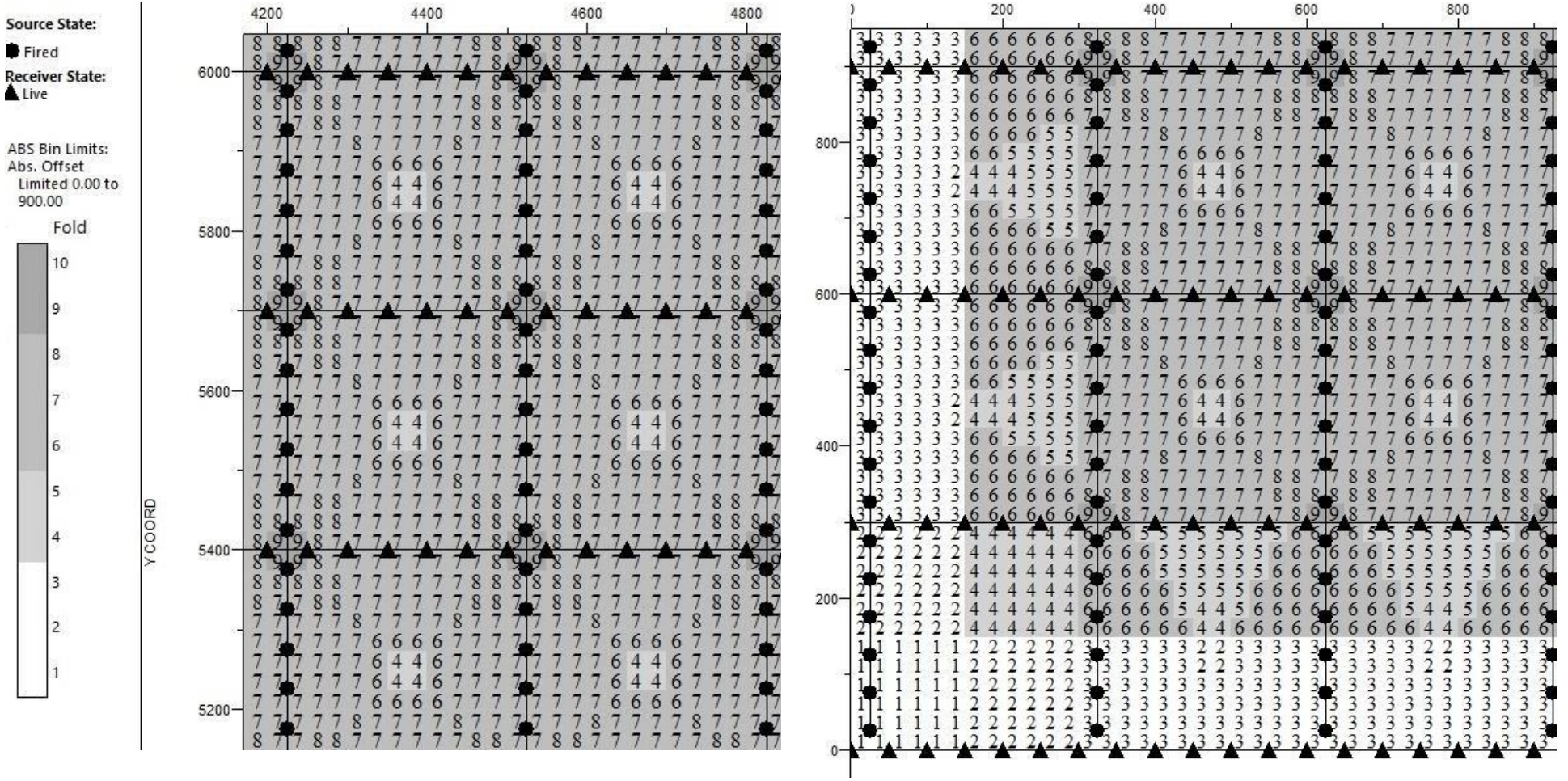


Рис. 6.5. Фрагменты карты кратности для диапазона удалений от 0 до 900:
левый из центра площади, правый – левый юго-западный угол площади

Розы-диаграммы для бинов с кратностью менее 50 имеют узко азимутальный вид и в связи с этим не являются полноценными.

Для анализа распределения удалений в центральных бинах клетки были построены штриховые диаграммы распределения выносов в области полной кратности. Фрагмент съемки, представленный на рис. 6.9, демонстрирует сгущение штрихов вблизи нескольких удалений для четырех центральных бинов и более равномерное распределение удалений для окружающих их бинов. В связи с этим следует ожидать эффект «foot print» (влияние геометрии съемки) на итоговые трехмерные построения. Уменьшение этих эффектов возможно на этапе обработки за счет смещения сетки бинов (Череповский А.В., 2016).

В целом за счет большой номинальной кратности распределение азимутов и выносов удовлетворяет требованиям к трехмерным съемкам хорошего качества. Это демонстрирует общая статистическая характеристика съемки распределения азимутов и удалений, приведенная на рис. 6.10. Представляя собой сводную характеристику всех бинов съемки, она показывает, что для удалений от 1000 до 3000 метров, соответствующих интервалу изучаемых глубин по целевым горизонтам М-Б, распределение азимутов равномерно. В этом интервале удалений достигается высокая кратность, представленная на этом графике количеством трасс. Для удалений до 1000 метров, кратность заметно снижена. Для удалений свыше 3000 м распределение азимутов не равномерно, представлены лишь отдельные направления близкие к 40°-50°, 130°-140°, 220°-230°, 320°-330°.

Анализ статистических показателей позволяет сделать вывод, что все атрибуты съемки для целевого интервала поиска удовлетворяют требованиям задач, которые стоят перед сейсмической съемкой.

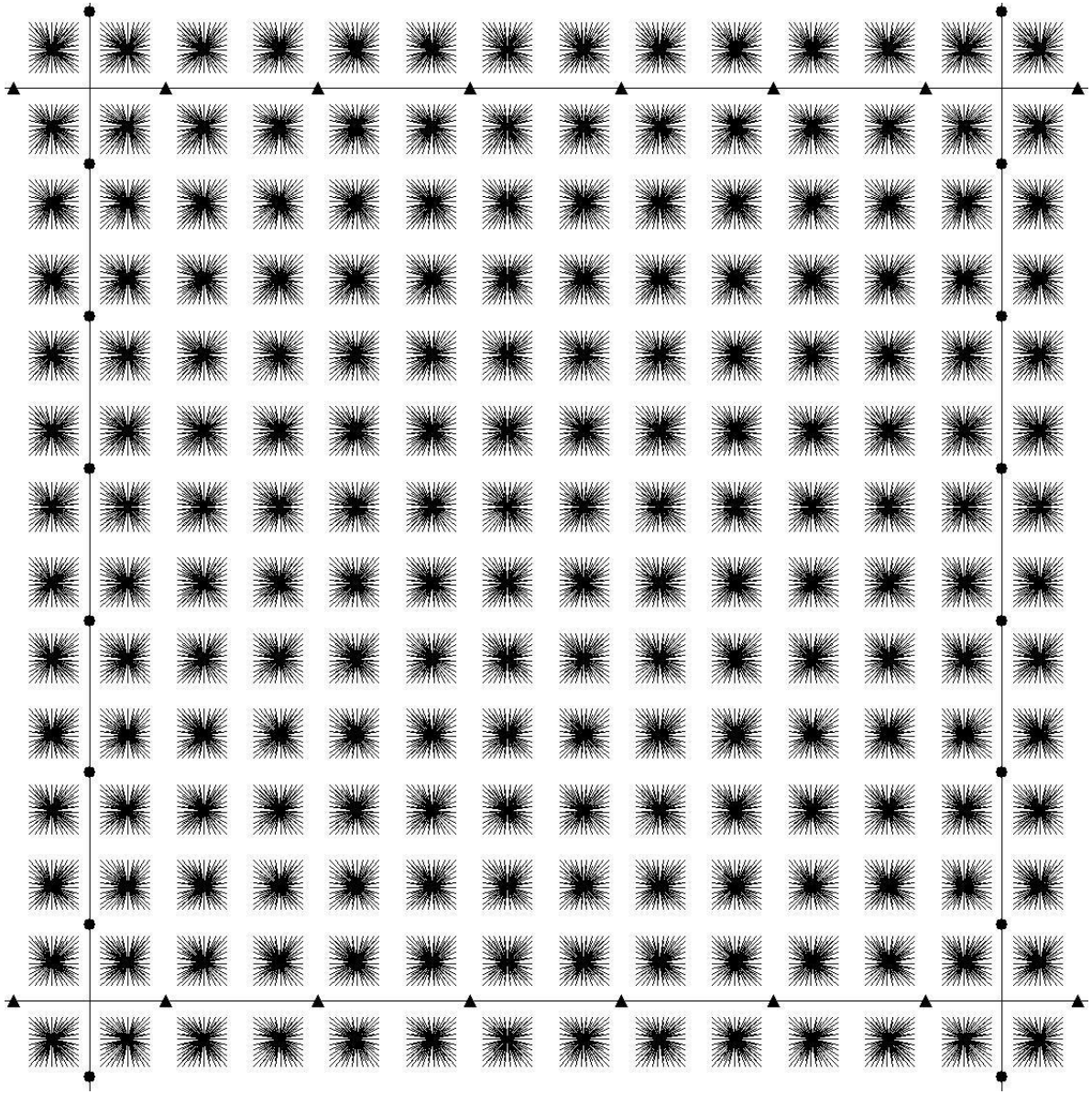


Рис. 6.6. Розы-диаграммы азимутов и удалений для одной из клеток проектного участка в области полной кратности

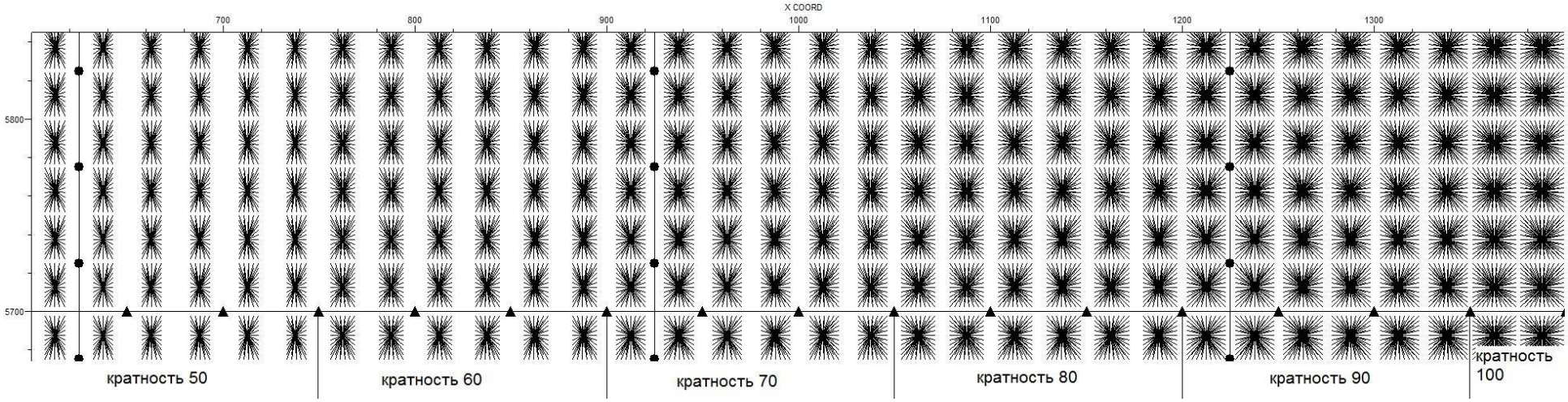


Рис. 6.7. Розы-диаграммы азимутов и удалений для участка в области набора кратности от 50 до 100

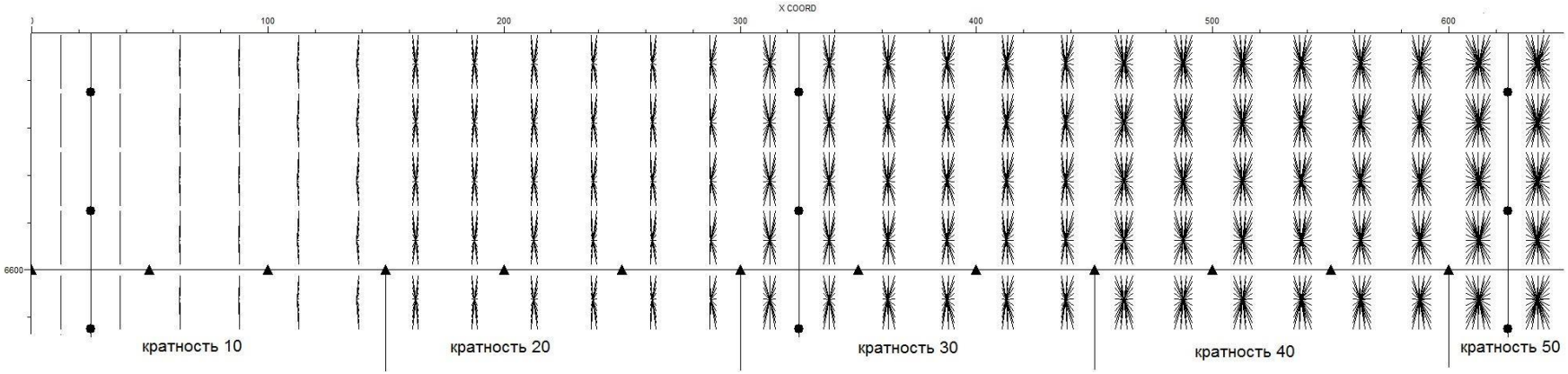


Рис. 6.8. Розы-диаграммы азимутов и удалений для участка в области набора кратности от 10 до 50

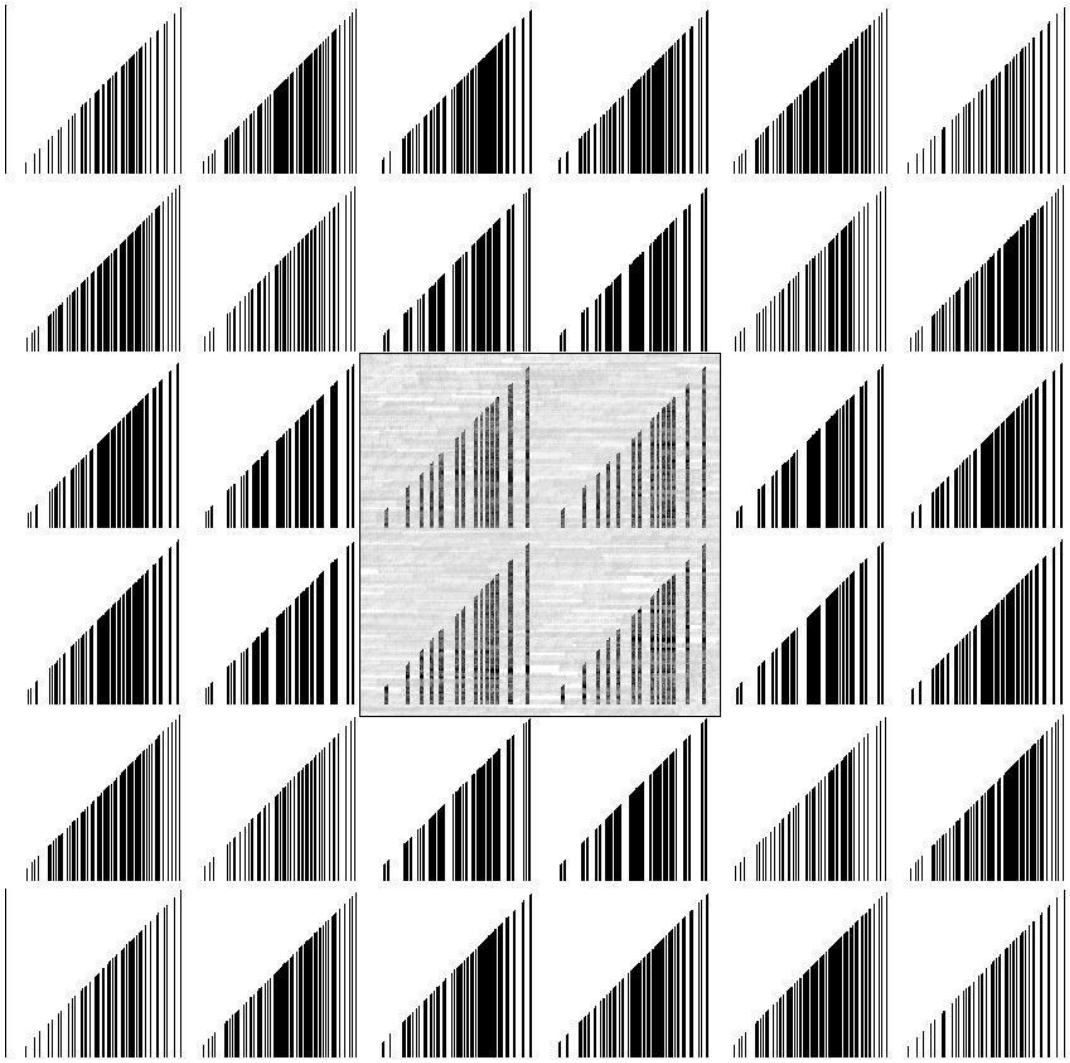


Рис.6.9. Штриховые диаграммы выносов в области полной кратности: серым прямоугольником выделены центральные бины в клетке

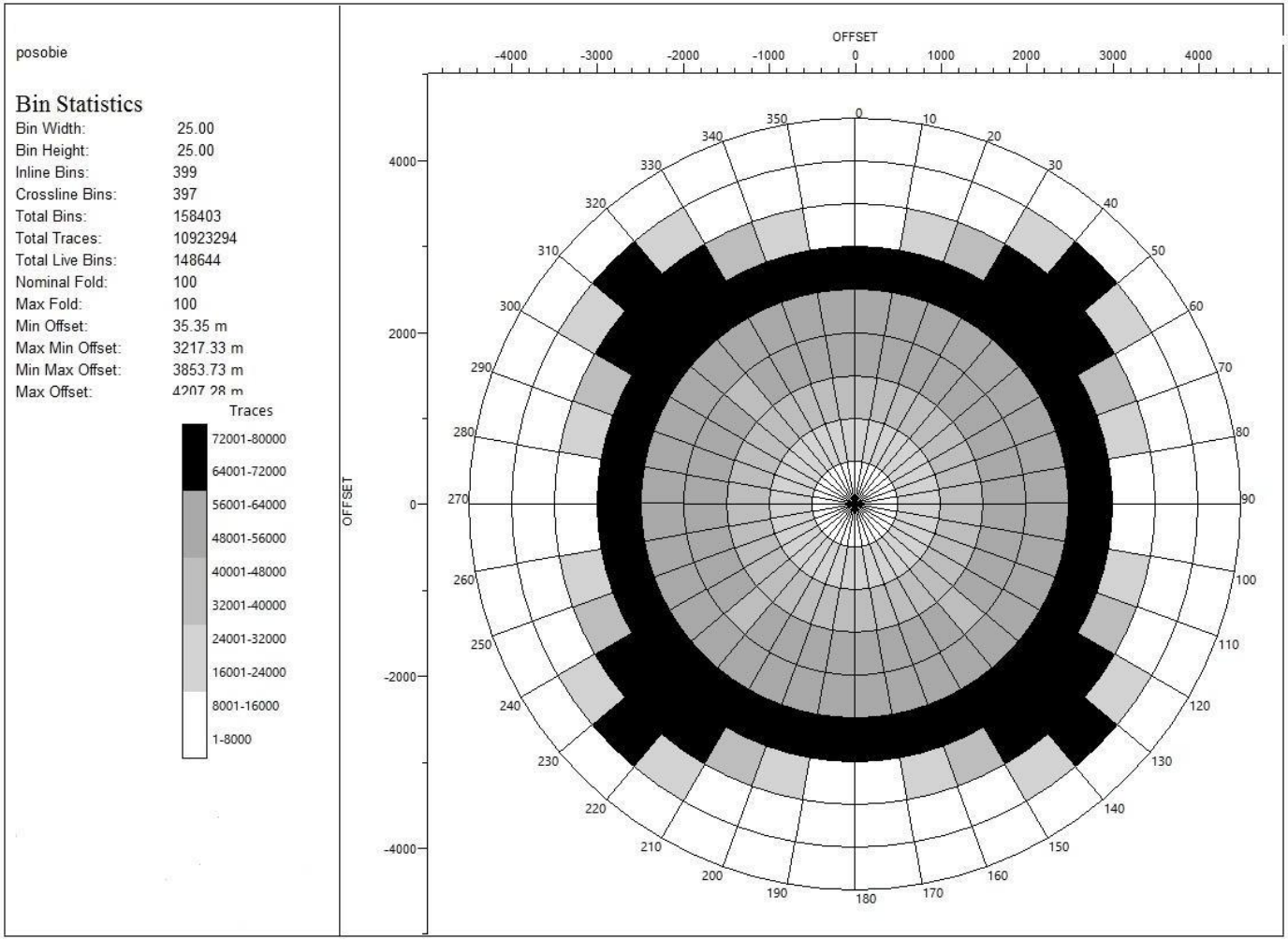


Рис. 6.10. Распределение азимутов и удалений, характеризующее съемку в целом

7. Технология сейсморазведочных работ

Технология производства трехмерных сейсморазведочных работ зависит от методики работ, условий производства, размеров участка съемки, оснащенности полевой сейсморазведочной партии. Она тесно связана с системой наблюдения, размерами шаблона, типом регистрирующей аппаратуры, ее комплектацией по числу приемных каналов, типом источников возбуждения, а также объемами и сроками выполнения планируемых работ. Выбранная технология должна быть целесообразной, высокопроизводительной, обладать хорошими экономическими и экологическими показателями.

Качественно спланированная технология должна обеспечивать непрерывный производственный процесс при отработке площади. Последовательность отработки пикетов возбуждения, шаблонов, и полос регистрации представляет собой сценарий отработки. В проекте на выполнение сейсморазведочных работ сценарий, согласно инструкции по сейсморазведке, рекомендуется давать в табличной форме. Дополнительно может быть составлена графическая схема, поясняющая логику оптимального перемещения сейсморазведочного оборудования в пределах участка съемки.

Исходными данными для планирования технологического процесса полевых работ являются основные параметры методики съемки.

Основные параметры методики

Основные параметры методики, а также характеристику аппаратуры и оборудования, которые планируется применять при производстве сейсморазведочных работ необходимо представить в виде таблицы. Пример заполнения производственных показателей для рассмотренных выше данных представлен в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Производственно-технические показатели

1	**Методика исследования**	**МОГТ 3**
2	**Тип используемых волн**	**продольные**
3	**Параметры методики наблюдений**	
	Система наблюдений	Ортогональная типа «крест»
	Кратность прослеживания (полная)	100
	Размеры бина, м	25×25
	Расстояние между ПП на линии, м	50
	Расстояние между ПВ на линии, м	50
	Расстояние между линиями ПП, м	300
	Расстояние между линиями ПВ, м	300
	Диапазон максимальных удалений, м	2410-3470
	Диапазон минимальных удалений, м	35-388
	Количество линий приема в шаблоне, шт.	20
	Число каналов на одной линии в шаблоне, шт.	120
	Количество ПВ в шаблоне, шт.	6
	Количество линий ПП на площади съемки, шт.	34
	Количество ПП на одной линии приема, шт.	200
	Количество линий ПВ на площади съемки, шт.	34
	Количество ПВ на одной линии приема, шт.	198
	Общая длина линий ПП на площади съемки, км	321,6
	Общая длина линий ПВ на площади съемки, км	318,05
	Плотность ПВ на 1 км^2	67
	Площадь съёмки, км^2	93,97

	Площадь съёмки полной кратности (90), км^2	48,68
4	**Аппаратура и оборудование**	
	Тип сейсмостанции	408UL
	Способ перемещения сейсмостанции	в балке на тракторе
	Количество активных каналов, шт.	2400
	Полевой регистрирующий модуль, тип, шт.	FDU, 4318
	Полевой линейный питающий модуль, шт.	LAUL, 100
	Модуль поперечных соединений, шт.	LAUX, 35
	Источник питания модулей, тип	Аккумуляторы 12 В
	Источник питания модулей, шт.	240-300
	Тип связи полевых модулей с сейсмостанцией	кабельный
	Тип магнитных носителей	NAS
	Количество магнитных носителей, шт.	2
	Тип сейсмоприёмников	DX
	Группирование сейсмоприемников, шт.	6
	Тип группирования	Линейное вдоль профилей приема
	Расстояние между приемниками, м	4
	База группирования, м	20
	Количество групп, шт.	4318
5	**Параметры регистрации**	
	Шаг квантования, мс	2
	Длина записи, с	4
	Граничная частота ФВЧ, Гц	3
	Граничная частота ФНЧ, Гц	125

	Предварительное усиление, дБ	нет
	Формат записи	SEG-8058
	Условия возбуждения	
	Тип источника	вибрационный
	Модель источника	CBC24/PC27
	Система управления вибратором	GEOSVIP VICONT-002
	Габариты источника, мм - длина - ширина	 8690 3800
	Параметры источника	
	- длина свипа, с	8
	- частотный диапазон, Гц	10-170
	Количество источников в группе	3
	Методика возбуждения –	двух позиционная
	Расстояние между источниками в одной позиции, м	10
	Интервал перемещения на вторую позицию, м	5
	Тип группирования	Линейное вдоль профилей возбуждения
	База группирования, м	25
7	**Объём работ, ф. н.**	6228

Последовательность отработки площади исследований

Сценарий отработки площади исследований составляется заранее до начала полевых работ. Стратегия отработки площади описывается в проекте в разделе «Методика сейсморазведочных работ». От качества созданного сценария зависит производительность труда сейсмического отряда, экономия топлива, снижение объемов вспомогательных работ, связанных с

прокладкой и обслуживанием профилей приема и возбуждения, негативное воздействие на окружающую среду сейсморазведочных работ и т.д.

Исходными данными для планирования технологии проведения сейсморазведочных работ являются: условия производства работ, размеры площади съемки, объемы работ, сроки выполнения работ, тип регистрирующей аппаратуры (кабельная или бескабельная), тип источников возбуждения (взрывной или невзрывной), наличие и вид группирования, геометрия шаблона, число активных каналов, число каналов регистрирующей сейсмостанции, тип геометрии съемки, величины перекрытия шаблонов в направлениях in-line и cross-line.

Обычно в качестве физического наблюдения при трехмерных сейсморазведочных работах рассматривается отработка одного пункта возбуждения в пределах шаблона при этом осуществляется запись одной многолинейной сейсмограммы.

В зависимости от количества доступных для регистрации сейсмических каналов и размеров площади съемки существует два варианта работы.

Первый вариант - когда все пикеты приема, расположенные на площади исследований, обеспечены сейсмическими каналами. В этом случае на все пикеты приема устанавливается полевое приемное оборудование, далее выполняется отстрел площади вдоль профилей возбуждения, по окончании работ выполняется смотка полевого оборудования. Такая ситуация встречается на малых площадях и (или) при значительных производственных мощностях (достаточном количестве сейсмических каналов). В подобных обстоятельствах может быть выгодно отказаться от понятия шаблон, и от каждого пункта возбуждения регистрировать сейсмограммы от всех пикетов приема одновременно.

Второй вариант - когда количество сейсмических каналов меньше, чем число пикетов приема на площади исследований. Ситуация характерна для больших площадей и (или) небольших производственных мощностей. В

этом варианте участок исследований гораздо больше, чем размеры участка, занятого сейсмическим оборудованием, и возникает необходимость перемещения оборудования для покрытия всей площади съемки. Таким образом требуется знать интервалы перемещения шаблона в направлении линий приема (*in-line*) и линий возбуждения (*cross-line*), обеспечивающие равномерное многократное перекрытие (кратность) участка работ активной расстановкой, а также выбрать технологию, наилучшим образом организующую проведение трехмерных сейсморазведочных работ. Первый шаг при определении этой технологии - выбор направления и последовательности отработки площади исследований.

Последовательность перемещений шаблона в пределах площади съемки (стратегия отработки) зависит от условий производства сейсморазведочных работ и типа источников возбуждения. На практике применяются две основные стратегии в зависимости от преимущественного направления перемещения шаблонов:

- в направлении линий приема (*in-line*);
- в направлении линий возбуждения (*cross-line*).

В первом случае (направление *in-line*) шаблон перемещается с шагом, равным расстоянию между профилями возбуждения в направлении профилей приема, образуя полосу регистрации. Эта полоса представляет собой протяженный участок съемки, ширина которого равна размерам шаблона в направлении *cross-line (Ly)*, а длина - размеру площади съемки в направлении *in-line*.

Во втором случае (направление *cross-line*) шаблон перемещается с шагом, равным (или кратным) расстоянию между профилями приема (*RLI*), в направлении профилей возбуждения, образуя полосу регистрации. В этом случае ширина полосы регистрации равна размерам шаблона по *in –line (Lx)*, а длина - размеру площади съемки в направлении *cross-line*.

Количество приемных каналов, необходимое для обеспечения непрерывного (конвейерного) производства полевых работ по обеим

стратегиям, должно быть по меньшей мере в 1,5-2 раза больше, чем в полной активной расстановке. При достаточном объеме полевого приемного оборудования выгодно размещать его по всей полосе регистрации с запасом на 1-2 интервала перемещения шаблона в направлении перехода на новую полосу регистрации.

В ортогональных съемках отработка площади может осуществляться как в направлении *in-line* (вдоль линий приема), так и в направлении *cross-line* (вдоль линий возбуждения).

Для не ортогональных съемок целесообразно вести отработку в направлении in-line. Для таких съемок, как «кирпичная кладка», «зигзаг» и т.п. в каждом конкретном случае требуется обосновать целесообразность той или иной стратегии.

Стратегия отработки в направлении in-line

Данная стратегия отстрела предполагает преимущественное перемещение шаблонов в направлении *in-line*. При перемещении шаблонов в направлении *in-line* с одного края площади исследований на другой образуется полоса отстрела в этом направлении. Как правило, шаг перемещения шаблонов в направлении *in-line* равен расстоянию между пунктами возбуждения в этом направлении, то есть расстоянию между профилями возбуждения (*SLI*). Откуда следует, что общее число шаблонов в полосе регистрации, включая неполные шаблоны на краях съемки, равно количеству профилей возбуждения, которые ее пересекают.

По достижении края съемки осуществляется переход в следующую полосу отстрела. Шаблон перемещают в направлении cross-line на расстояние равное интервалу, который занимают источники в шаблоне.

Для стандартных ортогональных съемок этот интервал равен расстоянию между линиями приема (*RLI*). При этом количество полных полос на площади исследований будет равно общему количеству профилей приема минус число линий приема в шаблоне минус 2. Общее количество полос, включая неполные полосы в области набора-сброса кратности, будет

равно количеству профилей приема минус один.

Для нестандартных съемок общее число полос, включая неполные, вычисляется следующим образом: количество профилей приема минус один разделить на число интервалов RLI, занятых источниками в шаблоне.

Во время перемещения шаблона в направлении линий приема источник (или группа источников) будет двигаться от участка, занятого источниками в одном шаблоне к аналогичному участку в соседнем шаблоне (рис.7.1). Такая схема предполагает, что для технологического транспорта, обслуживающего источник, должен быть обеспечен широкий проезд как по профилям приема, так и по профилям возбуждения.

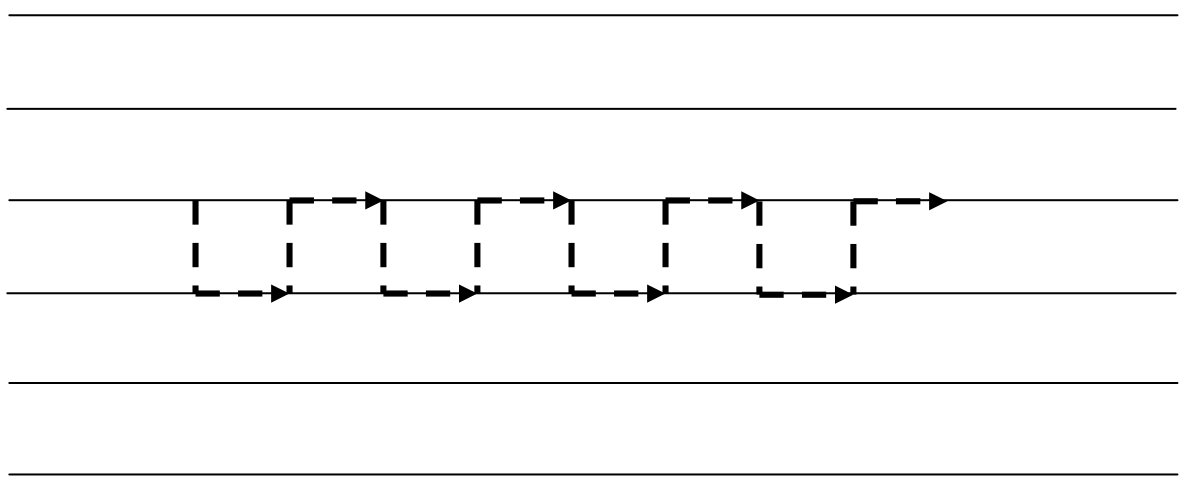


Рис.7.1. Схема перемещения источников в полосе отстрела по in-line с шаблоном, состоящим из 6 линий приема: стрелками показаны перемещения источников с одного профиля возбуждения на другой

При наличии достаточного запаса приемного оборудования, например, в 2 раза превышающего количество активных каналов в шаблоне, технологическая цепочка, обеспечивающая непрерывную работу в рамках рассматриваемой стратегии, выстраивается следующим образом. Все имеющееся приемное оборудование одновременно расставляется в полосе отстрела. Оператор последовательно, согласно сценарию отстрела коммутирует (выбирает) требуемую группу каналов, соответствующую текущей активной расстановке. Отработав все физические наблюдения в одном шаблоне, оператор дает команду на отработку источников в

следующем шаблоне. Источники перемещаются на соседний профиль возбуждения, а оператор коммутирует соответствующие им приемные каналы. Начинается регистрация физических наблюдений в новом положении шаблона. Таким образом, шаблон движется в пределах полосы отстрела. По мере освобождения части полевого оборудования из процесса регистрации рабочие сейсмического отряда по заданию оператора снимают освободившееся в начале полосы отстрела приемное оборудование с каждой приемной линии и перебрасывают вперед по направлению перемещения шаблона. Операции коммутации и смотки-размотки приемного оборудования повторяются до тех пор, пока шаблон не достигнет конца площади работ в направлении *in-line* (рис. 7.2, а). Для перехода в следующую полосу регистрации часть освободившегося оборудования переставляется на линии приема следующей полосы регистрации (рис. 7.2 б, в). Процесс регистрации продолжается в аналогичной последовательности, но в обратном направлении. Этот способ требует хорошей организации работы сейсмического отряда и относительно большой его численности.

При наличии значительного количества полевого приемного оборудования применяется более технологичная схема, обеспечивающая экономию времени, людских и транспортных ресурсов. Для работы по этой схеме приемное оборудование устанавливается во всей полосе отстрела и дополнительно еще на одном или нескольких профилях приема, что зависит от ширины перекрытия шаблонов в направлении cross-line. После отработки первой полосы формируется вторая полоса, для этого подключается резервная линия (или линии) приема, а источники передислоцируются в соответствующий интервал второй полосы. Освободившаяся линия (или линии) приема первой полосы, собирается по всему профилю приема и перемещается на новое место для отработки следующей, третьей, полосы отстрела и так далее (рис.7.3.). Удобство этой технологии заключается в том, что текущие процессы смотки и размотки происходят на целом

профиле приема, это не мешает регистрации, уменьшает транспортные расходы и не создает организационных трудностей.

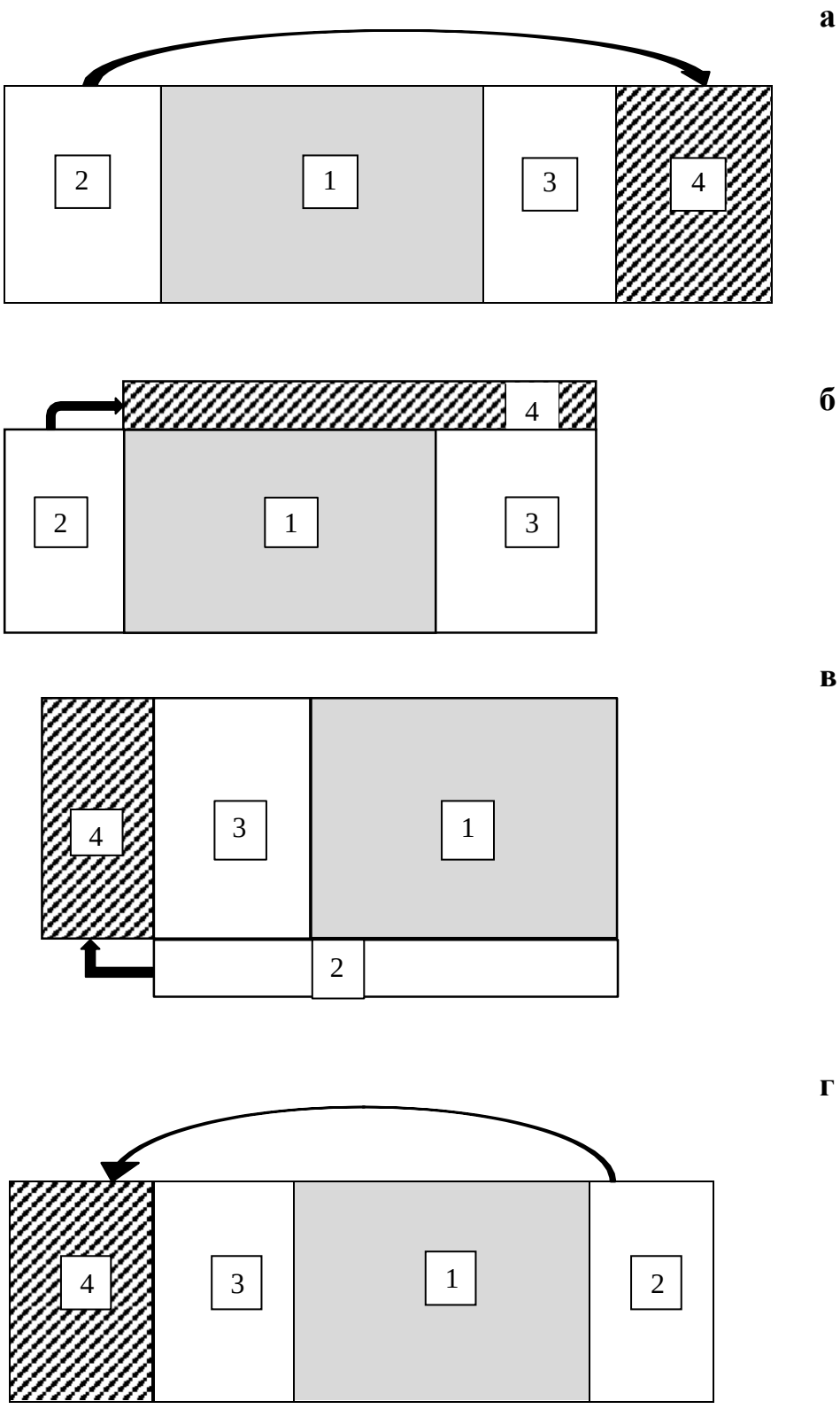


Рис.7.2. Схема смотки и размотки с минимальным запасом приемного оборудования: а) конвейер в первой полосе; б) в конце первой полосы отстрела; в) в начале второй полосы отстрела, г) конвейер во второй полосе. 1 – активная расстановка, 2 – отработанные каналы (смотка), 3 – не отработанные каналы, 4 – новое положение отработанных каналов

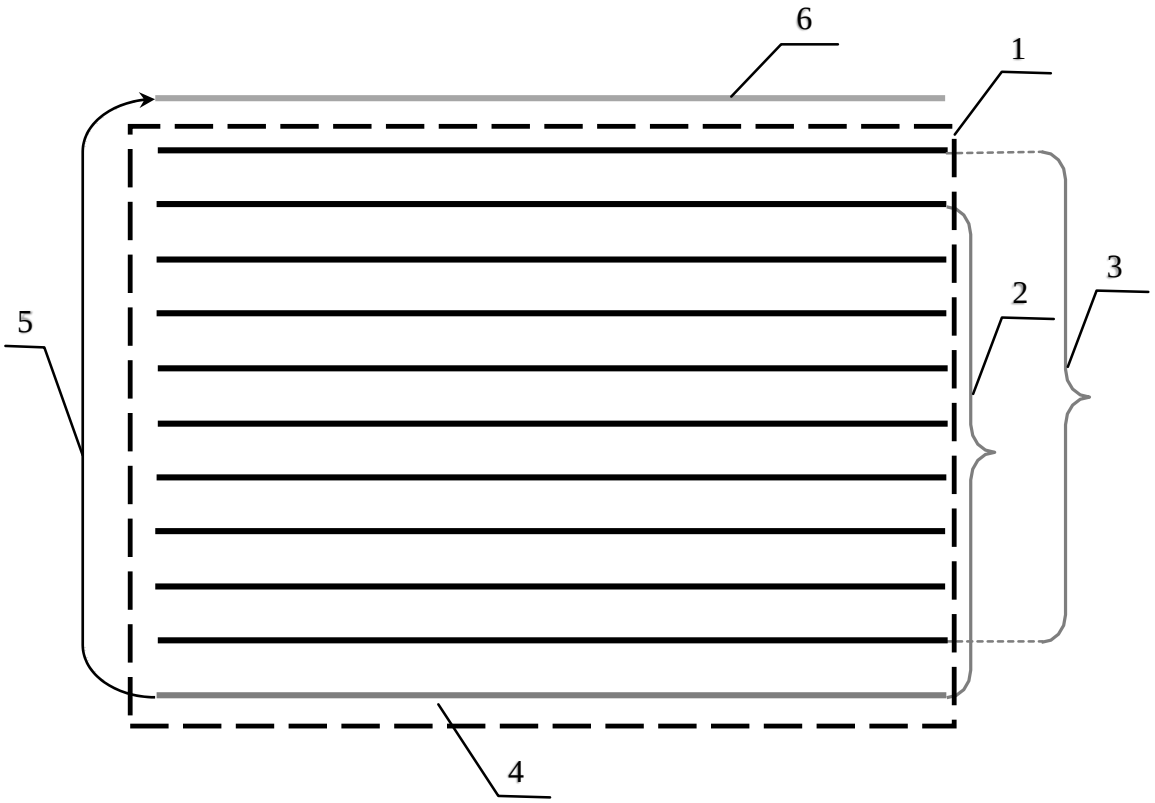


Рис.7.3. Схема смотки и размотки приемного оборудования, включающего одну полосу, состоящую из 8 приемных линий и 1 дополнительную линию: 1 – исходное положение приемного оборудования перед началом работы; 2, 3–положение линий приема в 1 и 2 полосе; соответственно; 4 – приемная линия, подлежащая смотке после отработки 1 полосы; 5 – направление перемещения освободившейся линии первой полосы; 6 – новое положение освободившейся приемной линии

Стратегия отработки в направлении cross-line

Если преимущественное направление перемещения шаблона происходит вдоль линий возбуждения, то источники будут перемещаться вдоль каждого профиля возбуждения последовательно по всей его длине. Такая схема предполагает, что для технологического транспорта, обслуживающего источники, должен быть обеспечен проезд по профилям возбуждения, например, шириной не менее 4 м, при этом профили приема могут иметь меньшую ширину, например, 1.5 м для выполнения смоточных и размоточных работ вручную или с помощью малогабаритного транспорта.

Для работы по этой схеме необходимо иметь минимум полуторный запас приемного оборудования, что гарантирует непрерывный процесс

регистрации сейсмограмм. При малом запасе полевого оборудования скорость смотки и размотки освободившегося приемного оборудования может отставать от скорости регистрации.

Рассматриваемая стратегия может реализовываться в следующем порядке. Источник (или группа источников) перемещается с шагом источников (*SI*) вдоль одного и того же профиля возбуждения. Оператор сейсмостанции в соответствии с местоположением источника осуществляет коммутацию и регистрацию активной расстановки. По мере продвижения шаблона в пределах полосы регистрации полевое оборудование с освободившихся приемных линий снимается и переставляется вперед на новые позиции по аналогии с тем, как показано на рис. 7.3. Создание следующей полосы регистрации сопровождается переносом части отработавшего приемного оборудования, занимающего интервал равный *SLI*, на новые позиции в направлении линий приема (рис. 7.4). После установки оборудования во второй полосе отстрела источник может работать на следующем профиле возбуждения. Далее цикл отработки полосы регистрации повторяется.

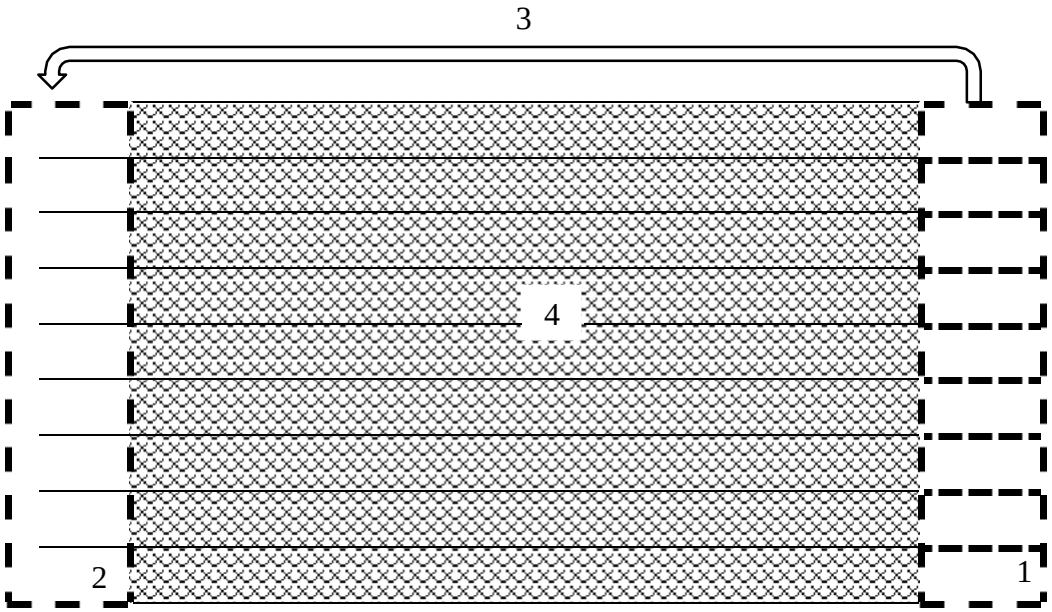


Рис.7.4. Схема смотки и размотки приемного оборудования в направлении in-line: 1 – освободившееся приемное оборудование; 2 – новое положение приемного оборудования; соответственно; 3 – направление транспортировки освободившегося приемного оборудования; 4 – текущая полоса отработки по cross-line

Работа в полной полосе регистрации с использованием стратегии *cross-line* выгодна, если число приемных профилей невелико, а имеющееся оборудование полностью занимает эту полосу и дополнительно участок, относящийся к следующей полосе регистрации. Например, если в съемке 25 профилей приема, а шаблон имеет 18 приемных линий, то можно выложить полевое оборудование в направлении *cross-line* на 1.5 шаблона, а в направлении *in-line* – на ширину, превышающую ширину шаблона в этом направлении на 1 интервал между профилями возбуждения. После отработки первой полосы, источник перемещается на следующий профиль. Отработавшее оборудование снимается с начальных пикетов, занимающих интервал, равный *SLI*, со всех линий приема и перекидывается в продолжение линий приема в направлении *in-line* (рис.7.4). При большом числе приемных линий, эта технология потребует большого сейсмического отряда.

Работа с двумя и более источниками или группами источников

Чтобы увеличить производительность труда, прибегают к технологии работы с двумя (и более) источниками (взрывными) или группами источников (невзрывными). Для работы по такой технология приемное оборудование размещают таким образом, чтобы вести отстрел на 2 и более профилях возбуждения или поочередно на одном профиле при значительном удалении источников друг от друга. В обоих случаях переезд технологического транспорта, сопровождающего источники, не должен мешать приему сейсмических сигналов. В задачу планировщика и оператора входит правильное задание геометрии шаблонов и логики перемещения источников.

Работа с несколькими источниками может выполняться при любой стратегии отстрела.

Области набора и сброса кратности

При создании сети наблюдений источники и приемники вблизи границ съемки располагают таким образом, чтобы область съемки с полной

кратностью была как можно шире. При равномерной сетке заполнения площади съемки пикетами приема и возбуждения эта же цель достигается за счет отработки неполных шаблонов на краях съемки. Минимальный размер шаблона для ортогональных стандартных шаблонов содержит *0,5×NCy+1* линий приема и имеет длину, равную половине полного шаблона. Набор кратности в этом случае происходит путем увеличения числа линий приема до значения *NCy* и увеличения количества каналов на каждой приемной линии до *NCx*. Количество каналов в направлении *in-line* наращивается группами, количество каналов в такой группе равно числу интервалов *RI*, содержащихся в интервале *SLI*. Ширина области набора сброса кратности, главным образом, зависит от размеров шаблона и равна примерно 1.4 его дины с в ответствующих направлениях.

В случаях, когда проектируемая съемка дополняет соседнюю съемку, полная кратность на краях участка работ определяется с учетом предыдущей съемки.

Для малоразмерных площадей применяются схемы наблюдений с прижатием к краям съемки пикетов возбуждения и выходом за пределы площади исследований пикетов приема при этом контуры участка работ по пикетам приема и возбуждения будут отличаться.

Работа в эксклюзивных зонах

При наличии на площади работ участков, недоступных для размещения ПВ и (или) ПП (эксклюзивных зон), необходимо описать способы по сохранению кратности (Шнеерсон М.Б., 2009). Целесообразно выбранную стратегию сохранения кратности смоделировать в программах проектирования трехмерных съемок с получением карты кратности.

Варианты сохранения кратности в эксклюзивных зонах весьма разнообразны: сгущение сетки профилей, смещение пикетов с линий профилей, увеличение размеров шаблона, и т.п. Выбор способов сохранения кратности зависит от размеров эксклюзивной зоны, сложности ландшафта, возможностей организовать дополнительные профили приема и

возбуждения, а также минимально допустимого значения кратности в области ее снижения.

Например, одним из вариантов сохранения кратности в эксклюзивной зоне в виде широкой (около 100 м) реки при условии запрета возбуждения в этой зоне может быть смещение ПВ из эксклюзивной зоны на расстояние, кратное шагу ПП (*RI*) и не превышающее половину интервала между линиями ПВ.

Важно, чтобы все мероприятия по сохранению кратности были организационно легко осуществимы в полевых условиях для всех подразделений сейсмической партии, участвующих в процессе сбора информации.

Рекомендации по выбору технологии

Выбор стратегии отработки площади базируется на возможности проезда технологического транспорта в пределах участка работ. Эта возможность зависит от вида транспорта, ландшафта изучаемой территории и климатических условий.

Производство сейсморазведочных работ всегда начинается с создания сети профилей. При прокладке профилей следует иметь в виду, что для передвижения крупногабаритного технологического транспорта, как правило, задействованного при возбуждении сейсмических колебаний: вибрационных источников, буровых на тракторной базе или на автомобилях высокой проходимости, необходимо обустройство широких проездов, обычно не менее 4 м. На приемных профилях, поскольку значительная часть работ по смотке и размотке приёмного оборудования может осуществляться вручную или с малогабаритным высоко проходимым транспортом, достаточно будет обустроить проходы шириной до 1.5 м.

На залесенных территориях для прокладки сейсмических профилей осуществляется рубка просек. Для оптимизации расходов на этот очень дорогой вид работ выгодно проводить рубку широких просек (4 м) по профилям возбуждения, и узких просек (1.5 м) - по профилям приема. Таким

образом, экономический и, не в последнюю очередь, экологический факторы предопределяют на залесенных территориях применение стратегии отработки в направлении линий возбуждения - *cross-line*.

На территориях, свободных от леса и разного рода препятствий целесообразно применять весьма простую в организационном отношении стратегию отработки в направлении *in-line* с расстановкой полевого оборудования в полной полосе регистрации.

Выбрав технологию отстрела, следует приступить к комплектации полевой партии необходимым оборудованием, определить способ смотки - размотки сейсмических кос, тип и количество транспортных средств, количество персонала, средств связи, необходимую производительность сейсморазведочных работ.

На следующем этапе составляются схемы смотки-размотки полевого приемного оборудования и переездов технологического транспорта, обслуживающего источники возбуждения. Приводится количество полевого оборудования, которое будет расставляться одновременно, и количество, которое будет «перекидываться» при смоточно-размоточных операциях в направлениях по линиям приема и (или) по линиям возбуждения. Рассчитывается число перестановок по линиям приема и (или) по линиям возбуждения, количество полос (блоков) отстрела.

Пример описания технологии сейсморазведочных работ

Шаблон для отработки площади исследований состоит из 20 линий приема, на каждой линии по 120 каналов (табл.6.1), при этом источники занимают интервал между 10 и 11 линиями приема в центре приемной расстановки. Общее число активных каналов - 2400. Требуемое количество дополнительных каналов - 1918. Общее количество каналов, задействованных при отработке участка работ - 4318.

Количество физических наблюдений (сейсмограмм) в каждом шаблоне 6. Схема шаблона приведена на рис. 5.3. Края съемки будут отрабатываться неполными шаблонами, чтобы прижать к границам

исследуемого участка, область «живых» бинов. Минимальная конфигурация юго-западного углового шаблона состоит из 11 приемных линий по 61 каналу на каждой линии и серии из 6 источников, расположенных между 1 и 2 линиями и между 1 и 2 каналами на линии. Эта конфигурация является исходной для набора кратности как в направлении *in-line*, так и в направлении *cross-line*. Смещение шаблона вдоль линий возбуждения - 300 м (интервал *RLI*), смещение шаблона вдоль приемных линий - 300 м (интервал *SLI*).

Поскольку объемы сейсморазведочных работ небольшие – 6228 физических наблюдений, то будет использоваться одна группа источников.

Группа состоит из 3 вибраторов, которые для каждого ПВ будут создавать сигнал на двух позициях, поэтому наиболее выгодна будет стратегия отработки в направлении *cross-line*. Этот вариант позволит минимизировать перемещение крупногабаритных вибрационных машин (8,68×3,8 м) и тем самым сэкономить на потреблении ими горючего.

Поскольку участок имеет небольшие размеры, целесообразно заполнить приемным оборудованием полосу регистрации, содержащую все 34 приемные линии. На каждой линии будут размещены 127 каналов (120 активных и 7 пассивных - запас для следующей полосы регистрации). Всего в полосе регистрации будет установлено 4318 приемных канала.

Сценарий отработки

Первый профиль возбуждения, расположенный на западном краю съемки, будет отработан, шаблонами минимальной длины по *in-line,* соответствующей половине длины приемной расстановки. Первый шаблон, расположенный в юго-западном углу участка, состоит из 671 канала (минимальная конфигурация). Набор кратности в направлении линий возбуждения будет происходить путем последовательного увеличения количества линий приема от 11 до 20. Каждый раз, когда будет отработана очередная серия из 6 ПВ, оператором будет подключаться новая линия приема. После достижения максимального числа линий приема в активной

расстановке – 20 каждое перемещение шаблона будет сопровождаться отключением одной линии приема со стороны пройденного участка и подключением одной новой линии с противоположной стороны, при этом источники всегда будут находиться между двумя центральными линиями шаблона. Когда 20 линия текущего шаблона окажется на последнем приемном профиле (№ 34) исследуемой площади, начнётся процесс сброса кратности в направлении *cross-line*. Он заключается в сокращении числа линий приема в активной расстановке с 20 до 11 (табл.6.2).

Отработка второго профиль возбуждения начинается с шаблона, длина которого по *in-line* больше предыдущего на один интервал между профилями возбуждения (*SLI=300 м*). Первый шаблон второй полосы будет состоять из 11 приемных линий по 67 каналов на каждой. Порядок отработки второго профиля возбуждения аналогичен первому, только в обратном направлении. При отработке следующих профилей возбуждения, имеющих номера 3-11, будет наращиваться длина шаблона по *in-line* (см. таблицу 6.3), за счет этого будет происходить набор кратности в направлении *in-line*. На 11 профиле возбуждения длина шаблона достигнет (проектного значения), что соответствует 120 приемным каналам, при этом будут задействованы каналы, расположенные на пикетах 2-121. Для профилей возбуждения с номерами 11-25 длина расстановки будет фиксированная (по 120 каналов). На этом участке съемки при переходе на соседний профиль возбуждения номера крайних пикетов приема, соответствующих границам шаблона, будут наращиваться на 6. Таким образом, для 12 профиля – это пикеты с 8 по 127, для 13 профиля - с 14 по 133 и так далее. Для профиля 25 последний канал окажется на предпоследнем пикете профиля приема - 199.

При последовательной отработке 12-25 профилей на каждой приемной линии будет производиться смотка (сбор) приемного оборудования, освободившегося из процесса регистрации, и его перемещение и размотка на новые позиции для следующих полос регистрации. Например, для

отработки 13 профиля возбуждения, регистрация физических наблюдений которого производится на пикетах приема 14-133, необходимо со всех линий приема собрать оборудование с 1-7 пикетов и установить его на пикетах 128-134.

Смотка и размотка каналов должна производиться таким образом, чтобы не было простоев в работе сейсмической партии. В циклическом режиме смотка и размотка происходит до 24 профиля возбуждения, всего 12 циклов. Начиная с 25 профиля возбуждения, оператор уменьшает размеры шаблона вдоль линий приема, происходит сброс кратности по *in-line*. Освободившееся оборудование подлежит окончательной смотке. Общее количество шаблонов в съемке, включая неполные шаблоны - 1048.

Для обслуживания 34 приемных линий при смоточно-размоточных работах предлагается задействовать 17 рабочих, по 1 рабочему на 2 линии приема. Для смены и зарядки 300 аккумуляторов потребуется 6 техников, каждый техник будет контролировать 50 аккумуляторов.

Транспортировка полевого сейсмического оборудования будет производиться по линиям возбуждения на 4 вездеходах, а затем вручную укладываться (сниматься) вдоль приемных профилей. Дополнительно планируется задействовать не менее 6 снегоходов «Буран», которые будут использоваться как для замены аккумуляторов питающих полевых модулей на профиле, так и для смоточно-размоточных работ.

С учетом водителей вездеходов сейсмический отряд будет состоять из 27 человек.

Для обеспечения оперативной связи между работниками сейсмоотряда потребуются рации для всех рабочих и техников (дальность связи до 10 км), всего 23 штуки; для связи сейсмического отряда, а также операторов вибрационных источников с базой партии и оператором сейсмостанции - радиостанции с дальностью связи до 50 км, установленные в кабине транспортных средств: 4 – на вездеходах сейсмоотряда, 3 – в кабинах сейсмовибраторов, 1 - в балке оператора сейсмостанции, всего 8 штук.

Таблица 7.2

Сценарий отработки в первой полосе регистрации в направлении cross-line

Номер шаблона в полосе регистрации	Номер линии ПВ	Положение источников между		Номера линий ПП	Число приемных линий в шаблоне	Число каналов на 1 линии приема в шаблоне
		линиями ПП (№)	каналами на линии ПП (№)			
1	1	1-2	1-2	1-11	11	61
2	1	2-3	1-2	1-12	12	61
3	1	3-4	1-2	1-13	13	61
…	…	…	…	…	…	…
8	1	8-9	1-2	1-18	18	61
9	1	9-10	1-2	1-19	19	61
10	1	10-11	1-2	1-20	20	61
11	1	11-12	1-2	2-21	20	61
12	1	12-13	1-2	3-22	20	61
…	…	…	…	…	…	…
23	1	23-24	1-2	14-33	20	61
24	1	24-25	1-2	15-34	20	61
25	1	25-26	1-2	16-34	19	61
26	1	26-27	1-2	16-34	18	61
27	1	27-28	1-2	17-34	17	61
..	…	…	…	…	…	..
32	1	32-33	1-2	22-34	12	61
33	1	33-34	1-2	23-34	11	61

Таблица 7.3

Комплектация первого шаблона в 1-35 полосах регистрации

Номер полосы регистрации	Номер линии ПВ	Положение источников между		Номера линий ПП	Число линий приема в шаблоне	Число каналов на 1 линии приема в шаблоне	Номера пикетов приема	
		линиями ПП (№)	ПП (№)				Начальный	Конечный
1	1	1-2	1-2	1-11	11	61	1	61
2	2	1-2	7-8	1-11	11	67	1	67
3	3	1-2	13-14	1-11	11	73	1	73
		…..						
9	9	1-2	49-50	1-11	11	109	1	109
10	10	1-2	55-56	1-11	11	115	1	115
11	11	1-2	61-62	1-11	11	120	2	121
		….						
24	24	1-2	139-140	1-11	11	120	80	199
25	25	1-2	145-146	1-11	11	120	86	205
26	25	1-2	151-152	1-11	11	115	92	206
		…..						
33	33	1-2	199-200	1-11	11	67	134	206
34	34	1-2	205-206	1-11	11	61	140	206

Список литературы

Основная

1. Бондарев В.И. Крылатков С.М. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Издание третье, дополненное. В двух томах. Т.1. Екатеринбург: Издательство УГГУ, 2012. – 472 с.

2. Череповский А.В. Наземная сейсморазведка нового технологического уровня. – М., ООО «ЕАГЕ Геомодель», 2016. – 230 с.

3. Шнеерсон М.Б., Жуков А.П., Белоусов А.В. Технология и методика пространственной сейсморазведки. М., ООО «Издательство «Спектр», 2009. – 112 с.

Дополнительная

1. Инструкция по сейсморазведке. Министерство геологии СССР. - Л., 1986 г., 80 с.

2. Инструкция по сейсморазведке. ГФУП ВНИИГеофизика, Москва, 2003 г., 149 с.

3. Кузнецов В.И. Элементы объемной (3D) сейсморазведки: учебное пособие для студентов вузов. Тюмень: Изд-во «Тюмень», 2004. – 272 с.

4. Урупов А.К. Основы трехмерной сейсморазведки: Учебное пособие для вузов. – М., ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004. – 584 с.

5. Череповский А.В. Сейсморазведка с одиночными приемниками и источниками: обзор современных технологий и проектирование съемок. – Тверь, ООО «Издательство ГЕРС», 2012. – 134 с.

6. Cordsen Andreas, Galbraith Mike and Peirce John. Planning land 3-D seismic surveys. Tulsa. Geophysical Developments Series No.9, SEG 2000. – 204 p.

7. Liner C.L. Elements of 3-D Seismology. Tulsa. PennWell, 1999. – 438 p.

8. Vermeer G., 3D symmetric sampling: Geophysics, 1998, 63(5), 1629-1647.

Учебное издание

Надежда Анатольевна Крылаткова
кандидат геолого-минералогических наук
доцент кафедры геофизики нефти и газа

ТРЕХМЕРНАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА

Учебное пособие по курсу «Трехмерная сейсморазведка»
для студентов специальности 21.05.03
«Технология геологической разведки»,
специализаций «Сейсморазведка» и «Геофизические методы поиска и разведки месторождений полезных ископаемых»

Редактор издательства XXXXXXXXXXXXXXXXX
Компьютерная верстка Н.А. Крылатковой

Подписано в печать xxxxxxxxxx
Бумага офсетная Формат xxxxxxxxxx .
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. Xxx. Уч. – изд. л. xxxx. Тираж 80. Заказ xx

620144, г.Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»
Отпечатано с оригинал-макета в лаборатории множительной техники

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УЧЕБНОЕ МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА

Специальность
21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация
Сейсморазведка

форма обучения: очная, заочная

Автор: Крылевская А.Н.

Екатеринбург
2022

Тема практической работы	Сопоставление упругих свойств горных пород

Задание:

А) Дайте определения, отражающие физический смысл следующих ключевых слов: *модуль сдвига, коэффициенты Ламе, коэффициент всестороннего сжатия, модуль Юнга, коэффициент Пуассона.*

Б) Выполните расчёты упругих свойств для следующих горных пород:

Тип грунта	Название	Состояние	V_p, м/с	V_s, м/с	V_s/V_p
Обломочно-песчаные	Галечники	Неводонасыщенное	400-800	250-500	0,65-0,70
		Водонасыщенное	2000-2700	250-500	0,10-0,20
		Мерзлое (-3^0 С)	3800-4800	2000-2600	0,50-0,60
	Пески	Неводонасыщенное	200-700	100-400	0,50-0,70
		Водонасыщенное	1500-2000	150-300	0,07-0,20
		Мерзлое (-3^0 С)	3400-4000	1800-2200	0,50-0,60
	Супеси	Неводонасыщенное	250-600	120-280	0,45-0,60
		Водонасыщенное	1450-1800	120-280	0,07-0,15
		Мерзлое (-3^0 С)	2800-3500	1500-1900	0,45-0,60
Глинистые	Суглинки	Неводонасыщенное	300-700	150-550	0,30-0,55
		Водонасыщенное	1500-1900	100-250	0,05-0,15
		Мерзлое (-3^0 С)	2200-2800	1200-1500	0,40-0,55
	Глины	Неводонасыщенное	400-1800	100-700	0,10-0,35
		Водонасыщенное	1800-2500	100-400	0,05-0,12
		Мерзлое (-3^0 С)	1900-2300	800-1200	0,40-0,50
Скальные	Песчаники	Неводонасыщенное	800-4000	500-2500	0,50-0,70
		Водонасыщенное	1800-4500	500-2500	0,40-0,60
		Мерзлое (-3^0 С)	3600-5000	1900-2800	0,50-0,60
	Известняки	Неводонасыщенное	1000-4500	500-2800	0,5-0,65
		Водонасыщенное	2000-5000	500-2800	0,35-0,55
		Мерзлое (-3^0 С)	3800-5500	2000-3000	0,50-0,60
	Граниты	Неводонасыщенное	1500-5000	800-3000	0,50-0,65
		Водонасыщенное	2500-5500	800-3000	0,40-0,60
		Мерзлое (-3^0 С)	4000-6000	2200-3200	0,50-0,60

Замечание: при выборе скоростей V_P и V_S следите за их соотношением; $V_S/V_P < 1/\sqrt{2} \approx 0{,}7$

Формулы расчёта упругих параметров

$$G = \rho \cdot V_S^2$$

$$\lambda = \rho \cdot V_p^2 - 2 \cdot G = K - 2 \cdot G/3$$

$$K = \rho \cdot V_p^2 - 4 \cdot G/3$$

$$E = \frac{G \cdot (3 \cdot \lambda + 2 \cdot G)}{\lambda + G}$$

$$\sigma = \frac{V_p^2 - 2 \cdot V_S^2}{2 \cdot (V_p^2 - V_S^2)}$$

(обозначения: G - модуль сдвига, λ – модуль Ламе, К – коэффициент всестороннего сжатия, Е – модуль Юнга, σ коэффициент Пуассона)

Пример заполнения таблицы упругих параметров:

Упругие свойства изверженных горных пород

Тип горной породы	*Vp, км/с*	*Vs, км/с*	ρ, *г/см^3*	*Vs/ Vp*	*λ, ГПа*	σ	*E, ГПа*	*K, ГПа*	*G, ГПа*
*Гранит**	*5,8*	*3,8*	*2,67*	*0,66*	*12,6*	*0,12*	*86,7*	*38,3*	*38,6*

В) Проанализируйте результаты расчетов как по отдельным типам горных пород (обломочные, глинистые, скальные), так и для разных состояний горных пород. Определите различия и наличие одинаковых тенденций и закономерностей изменения упругих параметров.

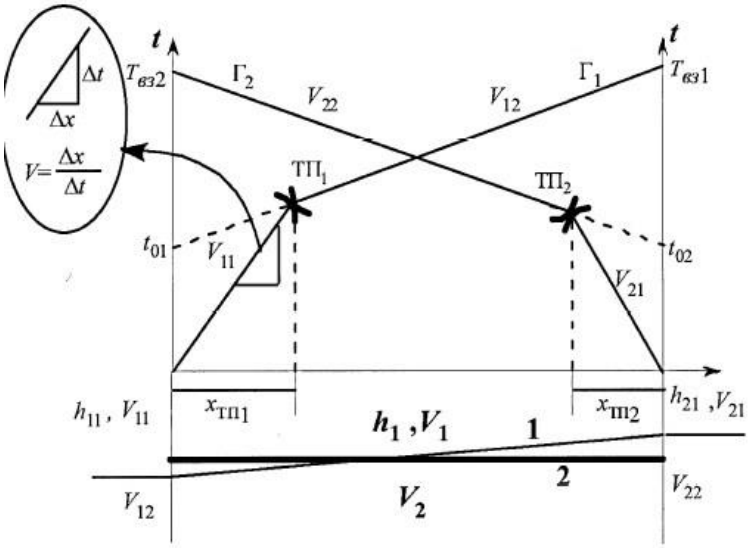
Тема практической работы	Интерпретация годографов головных волн на основе использования модели однородно-слоистой среды с плоскими границами раздела

Краткая теория:

Одна плоская горизонтальная граница раздела среды

Признаки соответствия наблюденных годографов данной модели среды являются:

1. Двухзвенное строение каждого из встречного годографа;
2. Прямолинейность всех звеньев прямого и встречного годографов;
3. Одинаковый угол наклона (в пределах допустимой погрешности) первых и вторых ветвей соответственно;
4. Равенство времен прихода головных волн во взаимных точках
5. Равенство времен t0, отсекаемых продолжением до оси времени прямого и встречного годографов



Интерпретация:

1. Проверяются условия Твз1=Твз2; V11=V21; t01=t02; V12=V22; Хтп1=Хтп2
2. Рассчитываются глубины до преломляющей границы на пунктах возбуждения

$$h_{11} = \frac{t_{01}V_{11}}{2\sqrt{1-(V_{11}/V_{21})^2}} \qquad h_{21} = \frac{t_{02}V_{21}}{2\sqrt{1-(V_{21}/V_{22})^2}}$$

3. Принимают окончательные осредненные расчетные параметры среды

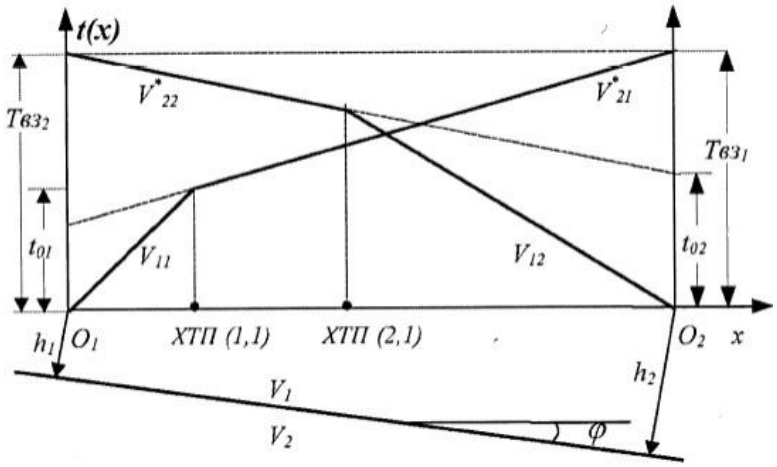
$$h_1 = \frac{h_{11}+h_{21}}{2} \qquad V_1 = \frac{V_{11}+V_{21}}{2} \qquad V_2 = \frac{V_{12}+V_{22}}{2}$$

Одна плоская наклонная преломляющая граница

Признаки соответствия наблюденных годографов данной модели среды являются:

1. Каждая из двух встречных годографов является двухзвенником, а форма этих звеньев – прямые линии
2. Кажущиеся скорости, определяемы по первым элементам обоих годографов, одинаковы (в пределах допустимой погрешности)

3. Кажущиеся скорости, определяемы по вторым элементам обоих годографов, различны



Интерпретация:

1. Вычисляем усредненное значение для скорости в первом слое

$$V_1 = \frac{V_{11} + V_{21}}{2}$$

2. Определяем угол наклона границы φ и критический угол i

$$\varphi = \frac{1}{2}\left(\arcsin\frac{V_1}{V_{21}^*} - \arcsin\frac{V_1}{V_{22}^*}\right) \qquad i = \frac{1}{2}\left(\arcsin\frac{V_1}{V_{21}^*} + \arcsin\frac{V_1}{V_{22}^*}\right)$$

3 Находится граничная скорость во второй среде

$$\frac{1}{V_2} = -\left|\frac{1}{2}\left(\frac{1}{V_{21}^*} + \frac{1}{V_{22}^*}\right)\right|$$

4. Вычисляем глубины дл преломляющей границы по нормали

$$h_1 = \frac{t_{01}V_1}{2\cos i} \qquad h_2 = \frac{t_{02}V_1}{2\cos i}$$

5. Определяем глубину по вертикали под пунктами возбуждения

$$z_1 = \frac{h_1}{\cos\varphi} \qquad z_2 = \frac{h_2}{\cos\varphi}$$

Исходные данные: Пункты взрыва О1 и О2 расположены на концах расстановки из 16 сейсмоприёмников, имеющей длину 225м. Значения полученных времен приведены в таблицы (см. задание по вариантам).

Задание*:*

1. Постройте полученные годографы (прямой и встречный)
2. Найдите скорости, угол падения и глубину преломляющей границы
3. Постройте модель среды

Список литературы:

Бондарев В.И., Крылатков С.М., Сейсморазведка, том 2, 2011 г.

Темы практической работы	Интерпретация годографов головных волн методом $t_0(x)$, соответствующих одной криволинейной границы раздела двух однородных сред

Признаки соответствия наблюденных встречных годографов данной модели среды являются:

6. Каждая из двух встречных годографов является двухзвенниками. Форма этих звеньев – прямые линии, для плоской горизонтальной или наклонной границы. Для криволинейной границы годограф состоит из первого прямолинейного звена и второго – криволинейного.
7. Кажущиеся скорости, определяемы по первым элементам обоих годографов, одинаковы (в пределах допустимой погрешности)

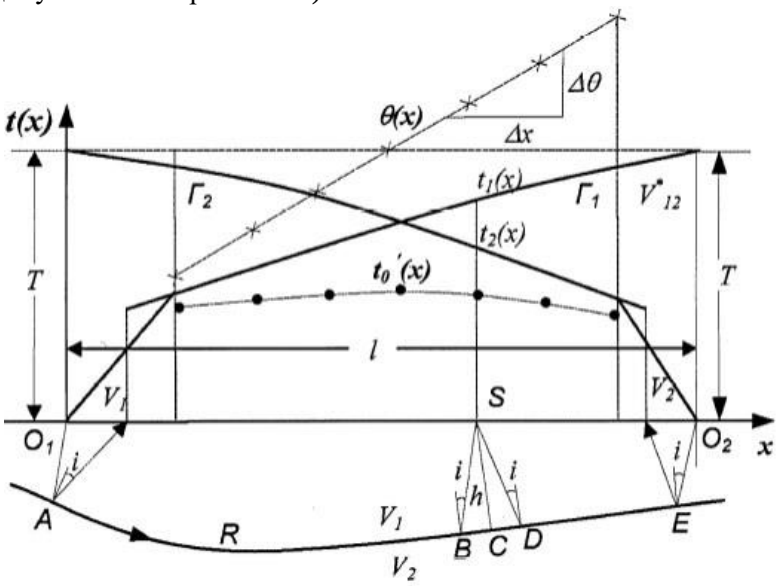


Рис.1 Схема обозначений, используемых в расчетах при построении преломляющей границы способом $t_0(x)$

Интерпретация:

Рассмотрим встречные годографы $Г_1$ и $Г_2$, соответствующие пунктам возбуждения O_1 и O_2. Наблюденные годографы увязаны между собой во взаимных точках, где время равно T.

1. Вычисляем усредненное значение для скорости в первом слое $V_1 = \dfrac{V_1^* + V_2^*}{2}$
2. Вычисляем граничную скорость - скорость во второй среде
   - для этого необходимо построить разностный годограф θ(x)
   $$\theta(x) = t_1(x) + (T - t_2(x))$$
   - по наклону разностного годографа вычисляем V_2
   $$V_2 = V_{\Gamma} = 2\frac{\Delta x}{\Delta \theta}$$
3. Строим линию $t_0(x)$ $\quad t_0(x) = t_1(x) + t_2(x) - T$
4. Находим глубину до преломляющей границы

$$z(x) = K * t_0(x) \qquad K = \frac{V_1}{2 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2}}$$

Исходные данные: Пункты взрыва О1 и О2 расположены на концах расстановки из 16 сейсмоприёмников, имеющей длину 225м. Значения полученных времен приведены в таблицы (см. задание по вариантам).

Задание:

4. Проинтерпретируйте полученные годографы

Список литературы:

1. Бондарев В.И., Крылатков С.М., Сейсморазведка, том 2, 2011 г.
2. Шерифф Р., Гелдарт Л., Сейсморазведка, 1987 г.

Тема практической работы	Интерпретация сейсморазведочных данных МПВ способом Чибисова и Кондратьева

Исходные данные: Даны значения времени встречных годографов.

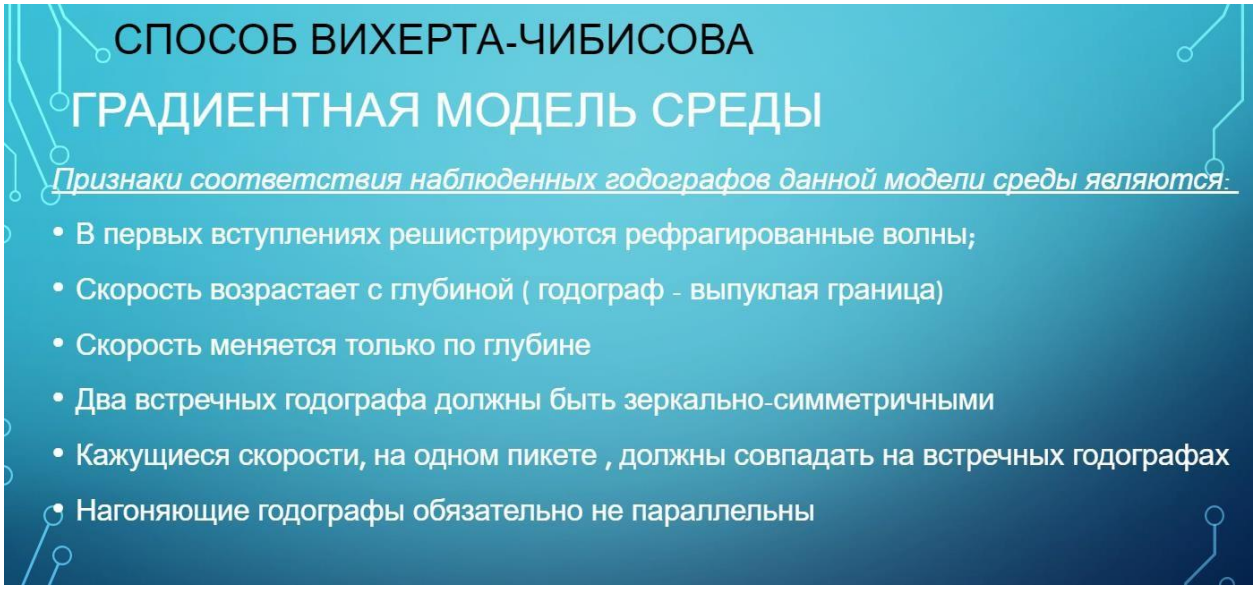
1				2			
X	t1	X	t2	X	t1	X	t2
0	0,01	200	0,004449	0	0,01	0	0,01
10	0,05	190	0,049052	10	0,07	10	0,06
20	0,06	180	0,062676	20	0,09	20	0,09
30	0,08	170	0,073985	30	0,10	30	0,10
40	0,09	160	0,092405	40	0,11	40	0,12
50	0,10	150	0,097247	50	0,11	50	0,12
60	0,10	140	0,104959	60	0,12	60	0,13
70	0,11	130	0,110347	70	0,13	70	0,13
80	0,11	120	0,109695	80	0,14	80	0,13
90	0,12	110	0,117106	90	0,13	90	0,13
100	0,12	100	0,116143	100	0,14	100	0,14
110	0,12	90	0,118881	110	0,14	110	0,14
120	0,12	80	0,124861	120	0,14	120	0,15
130	0,13	70	0,129257	130	0,15	130	0,15
140	0,13	60	0,1265	140	0,15	140	0,15
150	0,13	50	0,127108	150	0,16	150	0,16
160	0,13	40	0,132106	160	0,16	160	0,16
170	0,14	30	0,133753	170	0,16	170	0,16
180	0,14	20	0,142782	180	0,16	180	0,16
190	0,14	10	0,138808	190	0,16	190	0,16
200	0,14	0	0,14	200	0,16	200	0,16

Задание:

1. Построить встречные годографы от двух ПВ, находящихся друг от друга на расстоянии 200 м. Шаг между ПП 10м.

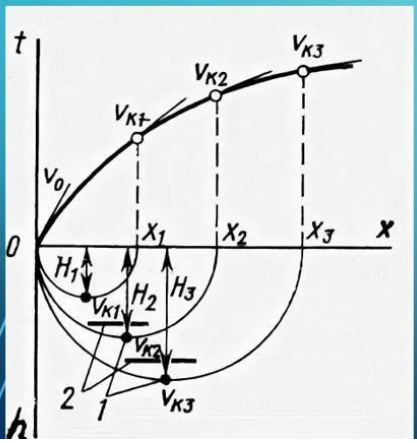
2. Проинтерпретировать годографы методом Чибисова и Кондратьева. Построить скоростную модель среды.

3. Провести сравнительный анализ полученных данных



СПОСОБ ВИХЕРТА-ЧИБИСОВА

- По годографу рефрагированной волны в точке выхода ее луча можно определить кажущую скорость, которая будет равна истинной скорости в точке максимального проникновения луча.



$$V(z_{max}) = V^*(x_{max})$$

$$z_{max} = \frac{1}{\pi}\int_0^{z_{max}} arch\frac{V^*(x_{max})}{V^*(x_i)} \cdot \Delta x_i$$

Способ Кондратьева

$$V^*(x) = \Delta x / \Delta t, \quad V_{ср}(x) = x / t(x),$$

$$z_m = \frac{x}{2} \cdot \sqrt{\frac{V^*(x) - V_{ср}(x)}{V^*(x) + V_{ср}(x)}}$$

$$V_{ср} = \frac{1}{2} \cdot \left(x / t(x) + \sqrt{x \cdot V^* / t(x)} \right)$$

Учебное пособие
“Обработка данных сейсморазведки в программном комплексе SPS-PC. Лабораторный практикум”
В.В Рябков, А.Н. Крылевская, Н.А. Крылаткова

«Обработка данных сейсморазведки» входит в цикл дисциплин учебного специализиции “Сейсморазведка” специальности 21.05.03 “Технологии геологической разведки”.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

1.Организация процесса цифровой обработки сейсморазведочных данных 4

2.Загрузка сейсмограмм в программный комплекс 11

Лабораторная работа №1.Структура волнового поля на сейсмограмме общей точки возбуждения (ОТВ) 14

Лабораторная работа №2. Получение первичных суммарных временных разрезов 17

Лабораторная работа №3. Коррекция кинематических поправок 22

Лабораторная работа №3. Коррекция статических поправок 32

Лабораторная работа №5. Деконволюция 36

Лабораторная работа №6. Проектирование 2D сейсморазведочных работ с помощью SPS-PC 42

Лабораторная работа №7. Ввод априорных статических поправок 49

Список литературы 50

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее пособие “Обработка данных сейсморазведки в программном комплексе SPS-PC. Лабораторный практикум” представляет собой методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине С3.Б.С2 «Обработка данных сейсморазведки» входит в цикл дисциплин учебного специализиции “Сейсморазведка” специальности 21.05.03 “Технологии геологической разведки”. Цель выполнения работ - закрепление лекционного материала, освоение основных процедур обработки сейсморазведочных данных в программном комплексе SPS-PC (**Seismic Processing System for PC)**, получение навыков и умений в области обработки данных сейсморазведки.

Практикум включает описания лабораторных работ, методические указания по их выполнению, необходимый теоретический материал и требования к отчётам по дисциплине «Обработка данных сейсморазведки». Лабораторный практикум построен на программном комплексе **SPS-PC** и ориентирован на самостоятельное выполнение работ на персональном компьютере.

Обрабатывающий комплекс SPS-PC, разработанный кандидатом физико-математических наук Голярчуком Николаем Алексеевичем, безвозмездно передан им для учебных целей на кафедру геофизики нефти и газа УГГУ. Программа обеспечивает полную цифровую обработку двумерных и экспресс-обработку трехмерных данных сейсморазведки.

1. Организация процесса цифровой обработки сейсморазведочных данных

Под цифровой обработкой сейсморазведочных данных МОВ ОГТ понимают преобразование полевых многоканальных сейсмограмм во временные разрезы или кубы, представляющие собой сейсмические изображения среды, которые передаются для структурной (кинематической) интерпретации и прогнозирования геологического разреза (динамической интерпретации). Регистрируемое в сейсморазведке волновое поле представляет сумму полезных волн (сигналов) и волн-помех. Сущность процесса обработки - выделение сигнальной части записи с наименьшими искажениями и максимальное подавление регулярных и нерегулярных волн-помех. Таким образом, в результате обработки данных МОВ ОГТ должны быть получены записи полезных волн, которыми являются однократно отражённые волны, и подавлены все остальные.

Для обработки полевых сейсмограмм составляется граф, представляющий собой последовательность процедур преобразования и анализа сейсмической информации. В зависимости от степени обработки и дальнейшего использования ее результатов могут быть составлены следующие графы:

- предварительной обработки (препроцессинг);
- стандартной обработки;
- детальной (полной) обработки;
- нестандартной (динамической) обработки.

Граф предварительной обработки в настоящее время выполняется на базе сейсмической партии. Все последующие графы выполняются в условиях стационарного вычислительного центра.

Основная задача предварительной обработки – получение предварительного временного разреза с целью оперативной оценки методики полевых работ и качества полученного сейсмического материала.

Основная задача графа стандартной обработки – получение *оптимального временного разреза*. Это временной разрез, для которого достигнуто высокое соотношение сигнал/помеха, увеличена разрешающая способность за счет расширения спектра полевой записи, решены проблемы влияния ВЧР.

Граф детальной обработки, в отличие от графа стандартной обработки, дополнительно содержит процедуры детального изучения скоростной модели среды и компенсации сейсмического сноса (процедура миграции). В результате его применения должен быть получен временной разрез, на котором основные отражающие элементы отображаются на истинных позициях.

Графы нестандартной обработки решают различные задачи, в том числе задачи прогнозирования геологического разреза. Наиболее распространенным вариантом нестандартной обработки является динамическая обработка, направленная на извлечение из волнового поля количественных и качественных сейсмических атрибутов.

Геометрия наблюдений

Полевые сейсморазведочные работы в методе отраженных волн, как правило, проводятся по методике общей средней (глубинной) точки (МОГТ). При проведении работ в профильном варианте регистрация многоканальных записей – сейсмограмм общей точки возбуждения ведется линейной расстановкой пунктов приема (рис.3). Чтобы получить данные многократных перекрытий для одних и тех же участков отражающих границ, расстояния между пикетами возбуждения (ΔПВ) берутся сопоставимыми с расстояниями между пикетами приема (ΔПП): ΔПВ = (1÷2) ΔПП.

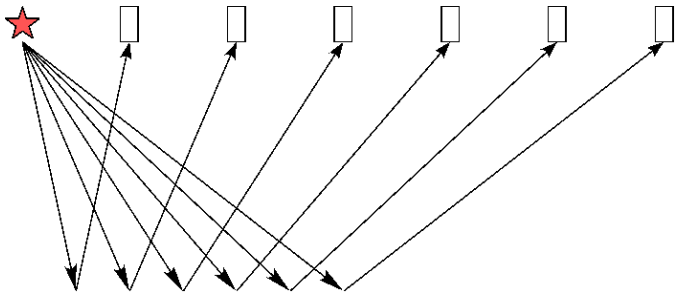
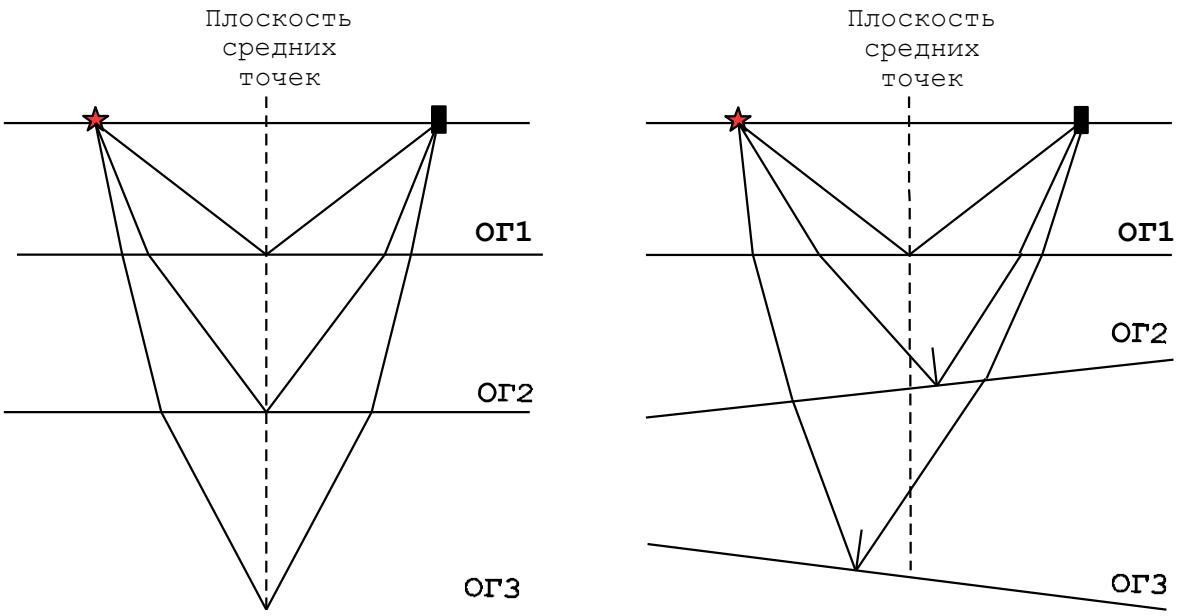


Рис. 3. Схема регистрации сейсмограммы общего пункта возбуждения (ОПВ) и лучевая схема распространения отраженных волн: звёздочкой показаны ПВ, прямоугольником – ПП, горизонтальной линией - отражающая граница

В МОГТ предполагается, что для любого отражающего горизонта точка отражения лежит в середине пути от источника до приемника. Это означает, что, согласно закону Снеллиуса, среда является однородно-слоистой с плоскими горизонтальными границами раздела (рис.4). В случае наклонных границ точки отражения расположены вне плоскости средних точек. Поскольку при регистрации полевых сейсмограмм расстояние ПВ-ПП мало по сравнению с глубиной исследования, то смещение точек отражения будет незначительным при условии небольших углов наклона отражающих границ. Идея о положении средних точек на одной плоскости дает возможность выполнить две значимые задачи: повысить степень подавления помех регулярных и нерегулярных и определить скорости распространения волн в среде.



а б

Рис.4. Траектории лучей в однородно-слоистой среде с учетом закона Снеллиуса:
а – с горизонтальными границами раздела, б – с наклонными границами

Из всей совокупности полевых сейсмограмм общей точки возбуждения (ОТВ), полученных на профиле, путем сортировки можно создать набор сейсмических трасс, удовлетворяющий принципу ОСТ. Схема, изображенная на рис.5, показывает, что одной средней точке соответствует несколько сейсмических трасс, зарегистрированных от разных пунктов возбуждения. Таким образом, из каждой сейсмограммы ОТВ, зарегистрированной вблизи ОСТ, выбирается одна трасса, для которой расстояние ПВ-ОСТ и ОСТ-ПП равны. Следует отметить, что все трассы в сейсмограмме ОСТ соответствую различным удалениям ПВ – ПП. Количество трасс в сейсмограмме ОСТ соответствует кратности наблюдений.

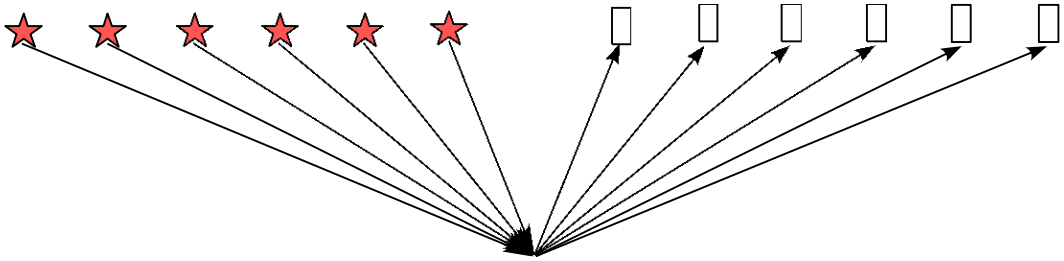


Рис. 5. Схема сортировки сейсмограммы общей средней (глубинной) точки ОСТ/ОГТ

Для оценки кратности в пределах профиля полезно построить графическое изображение системы наблюдений. На такой схеме для каждого ПВ должны легко определяться как положение интервала регистрации, так и интервала, в котором находятся ОСТ.

Элемент такой системы показан на рис.6. На этой схеме концы наклонных линий, проведенных под углом 45°, показывают в зависимости от угла проекции на линию профиля интервал регистрации и интервал с ОСТ для заданного ПВ. Изображение центральной

системы наблюдений по профилю дано на рис.7. Кратность на этом изображении определяется по числу пересечений перпендикуляра, проведенного к линии профиля, с линиями наблюдения. Такие изображения удобны для определения кратности на участках, где отсутствуют ПВ. В программном комплексе SPS PC предусмотрена возможность автоматического построения системы наблюдений (рис.8).

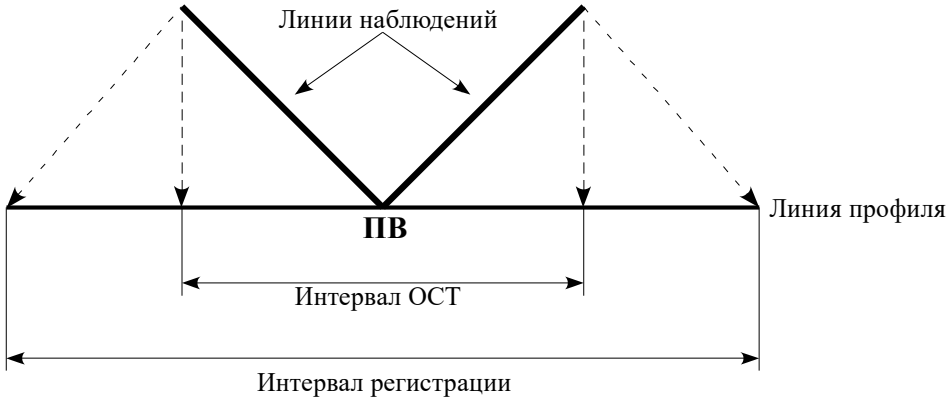


Рис.6. Элемент системы наблюдений с центральным положением ПВ на интервале регистрации (в пределах приемной расстановки):

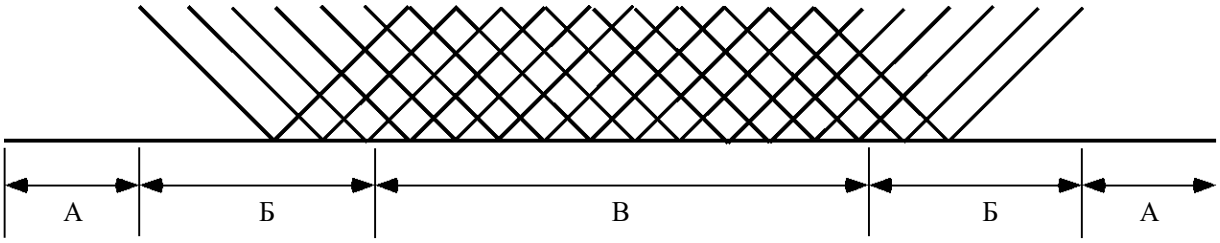


Рис.7. Центральная система наблюдений с кратностью 6:
А - область отсутствия кратности,
Б - область неполной кратности (менее 6),
В – область полной кратности

Кроме сейсмограмм ОТВ и ОСТ, процедуры обработки сейсмической информации могут оперировать с данными отсортированными по ОТП - общей точке приема (рис. 9) и по ОУ - одинаковым удалениям ПВ-ПП (рис.10)

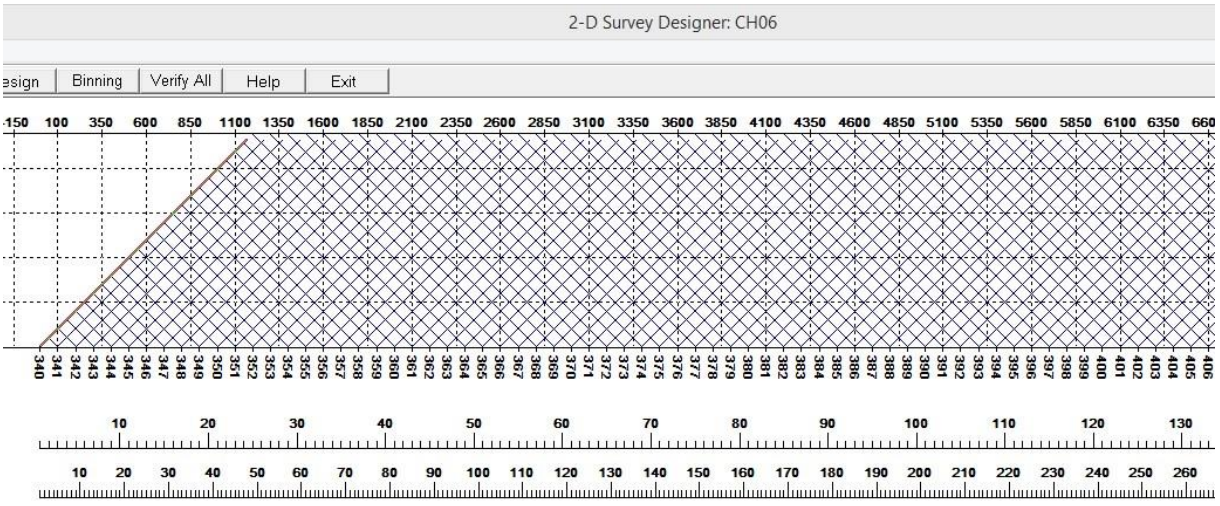


Рис.8. Центральная система наблюдений (кратность 24), построенная автоматически в комплексе SPS PC

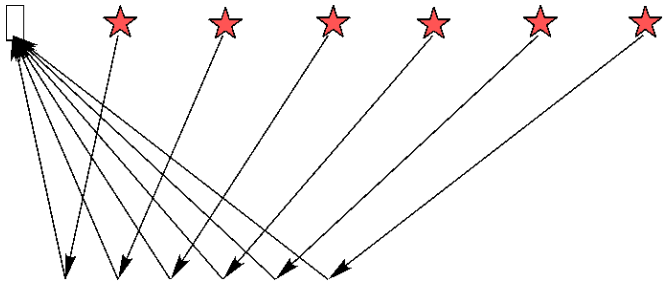


Рис. 9 Схема сортировки сейсмограммы общей точки приема (ОТП)

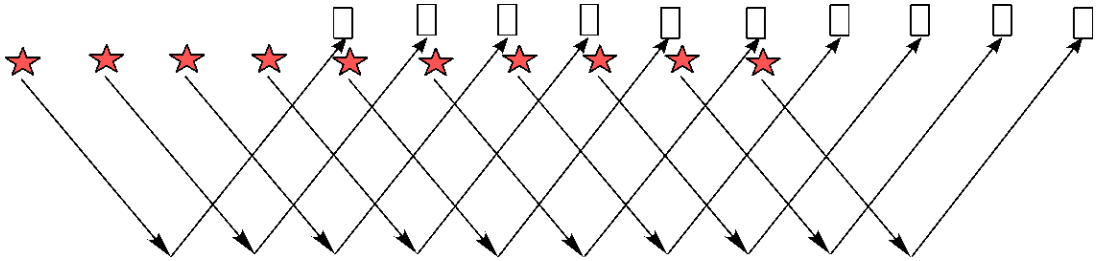


Рис. 10 Схема сортировки сейсмограммы общих (одинаковых) удалений (ОУ)

Анализ волнового поля сейсмограммы общего пункта возбуждения

Исходными данными обработки для первых трех графов являются сейсмограммы общего пункта возбуждения (ОПВ), полученные в полевых условиях. Сейсмограммой ОПВ называется набор сейсмических трасс, зарегистрированных от одного и того же пункта возбуждения. Перед составлением графа обработки выполняется визуальная и количественная оценка сейсмограмм с целью выбора параметров для процедур обработки. При визуализации сейсмограмм сейсмические трассы располагаются по горизонтали в порядке следования пикетов приема при этом по вертикали проходит ось времен (рис.2). Расстояния между трассами и амплитуды сейсмических волн подбирают таким образом, чтобы можно было распознать оси синфазности, соответствующие вступлениям регулярных волн.

Сейсмические трассы наряду с целевыми однократными отражениями (сигналами) содержат мешающие компоненты:

- многократные отражения (полнократные, частично-кратные, обменные, волны-спутники см. рис.2),

- регулярные волны-помехи (прямые, преломленные, дифрагированные, вибрационные, от сторонних источников),

- нерегулярные (случайные) помехи (микросейсмы).

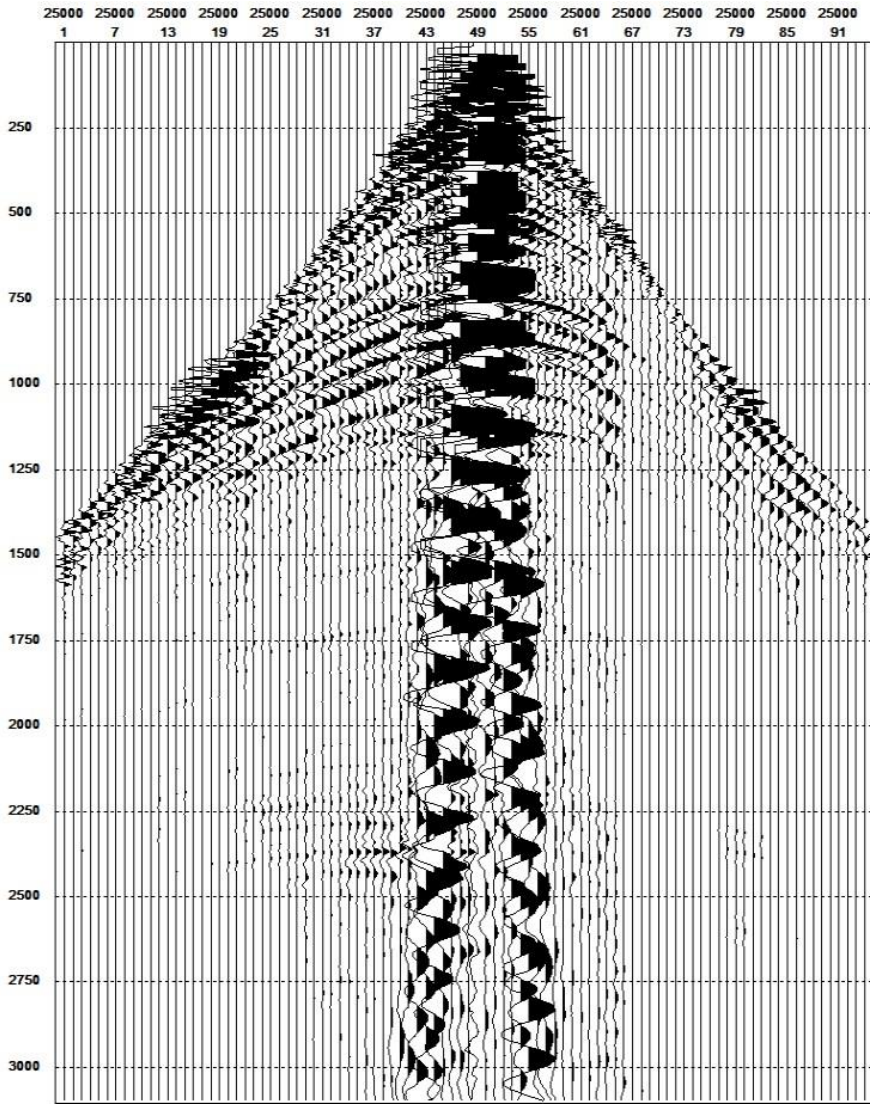


Рис.2 Визуализация сейсмограммы общего пикета возбуждения (ОПВ) в программном комплексе SPS PC

Пользуясь знанием геометрии системы наблюдений и подобием геологических характеристик в пределах базы регистрации сейсмограммы можно оценить форму годографов сейсмических волн по форме осей синфазности, складывающуюся из вступлений волны определенного типа. Полевая сейсмограмма ОПВ характеризуется тем, что гиперболические оси синфазности, соответствующие годографам отраженных волн, как правило, не являются доминирующими на волновой картине (рис. 2). Многочисленные волны-помехи регулярного и случайного типа существенно превосходят их по интенсивности. Кроме того, на сейсмограмме наблюдается заметное уменьшение амплитуды со временем, обусловленное различными эффектами затухания, которые воздействуют на сейсмический импульс при его распространении в среде. Диапазон амплитуд сейсмической записи между самым слабым и самым интенсивным сигналом может составлять 80-140 дБ. Наиболее значимыми факторами затухания считаются: геометрическое расхождение, потери энергии при прохождении границ, поглощение в

неупругих средах, рассеяние на локальных неоднородностях, размеры которых меньше длины волны.

Таким образом, задача обработки сейсмограмм - выделить однократные отражения, являющиеся целевыми волнами при построении временных разрезов и кубов для всего диапазона изучаемых глубин. Для ее решения необходимо выполнить ряд преобразований, в значительной степени ослабляющих фон помех, а также эффекты затухания амплитуды сейсмических волн.

Начало работы в обрабатывающем комплексе SPS-PC

Работа с программой SPS-PC начинается с вызова соответствующей пиктограммы, после чего на экране компьютера появляется панель инструментов (рис.1)

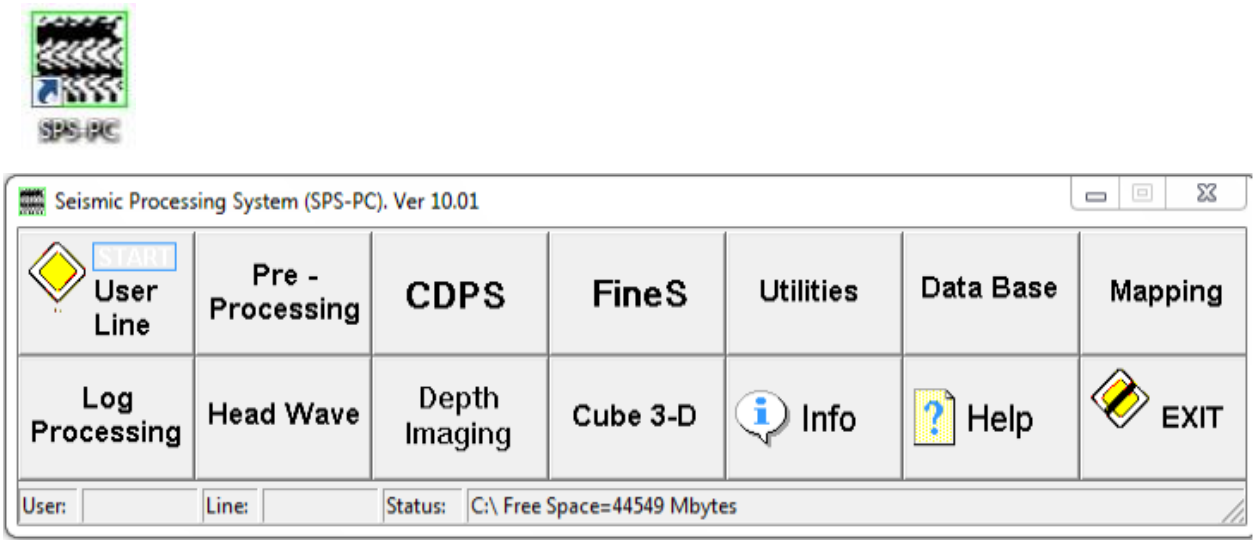


Рис. 1 Пиктограмма вызова комплекса SPS-PC (вверху) и панель его инструментов

Модуль ***User Line***. С этого модуля начинается вся работа в комплексе. В нем определяется пользователь и задается номер сейсмического профиля, который будет обрабатываться.

Модуль Pre-Processing. В рамках этого модуля осуществляется предварительная обработка и описание геометрии систем наблюдения. В этом блоке возможен расчет синтетических сейсмограмм, просмотр и редактирование паспорта профиля, переформатирование и сортировка сейсмограмм.

Модуль CDPS. Основной модуль, в котором производится цифровая обработка сейсмограмм. В результате обработки можно получить временные разрезы.

Модуль FineS. Входными данными модуля являются суммарные временные разрезы и кубы. Модуль позволяет вести их цифровую обработку, корреляцию отражающих горизонтов и тектонических нарушений.

Модуль Utilities. Включает вспомогательные программы, обеспечивающие комплекса SPS-PC

Модуль Data Base. Формирование и ведение геолого-геофизического банка данных

Модуль Mapping. Картопостроение 2D по результатам обработки.

Модуль Log Processing – Модуль обеспечивает обработку и корреляцию данных глубокого бурения и каротажа.

Модуль Head Wave – Модуль обработки данных преломленных волн в первых вступлениях и определение статических поправок по этим данным.

Модуль Depth Imaging - Построение динамических глубинных разрезов и анализ пластовых скоростей.

Help - Вызов подсказки.

Exit - Завершение работы.

Info Информация о запущенных процессах

В лабораторном практикуме будут задействованы в основном первые пять модулей. Более подробно о назначении каждого модуля и как с ним работать, можно прочитать на сайте разработчика http://sps-pc.narod.ru и в модуле ***Help*** самой программы.

2. Загрузка сейсмограмм в программный комплекс SPS-PC

Обработка будет проводиться по учебному профилю с именем CHIRP 24.

Для начала необходимо загрузить сейсмограммы ОТВ, полученные по профилю в программу. Для этого в модуле ***User Line*** необходимо задать имя пользователя и имя профиля. ***User & Line → Host*** (режим управления программой SPS-PC). В окне ***Host → New→*** в открывшемся окне вводим имя пользователя (для удобства мы зададим имя пользователя аналогичное названию профиля CHIRP24) ***→OK***. После этого в окошке ***USER*** появится имя пользователя, которое вы указали. Для добавления профилей необходимо выделить в окне ***USER*** пользователя → ***New→*** в открывшемся окне задаём имя профиля (имя профиля зададим такое же как название профиля CHIRP24).

Если всё задано правильно, то в папке ***SPS-PC→DATAZ*** появится папка с названием нового пользователя. В эту папку необходимо поместить следующие файлы:

- файл описания геометрии профиля ***CHIRP24.LDF***
- паспорт профиля ***CHIRP24.PAS***
- сейсмограммы профиля ***CHIRP24.S06***

Следующий шаг ввод информации о профиле. Всю важную информацию о профиле (название площади и профиля исследования, описание стандартной расстановки и системы наблюдения), мы можем узнать, войдя в модуль ***Pre-Processing.***

Порядок выполнения работы

1. Войти в программный комплекс **SPSPC** с параметрами: пользователь ***(USER)*** → ***CHIRP24***, профиль ***(LINE)*** → ***CHIRP24→OK***
2. Войти в модуль ***Pre-Processing***(рис.2) →***2-D Survey Design***

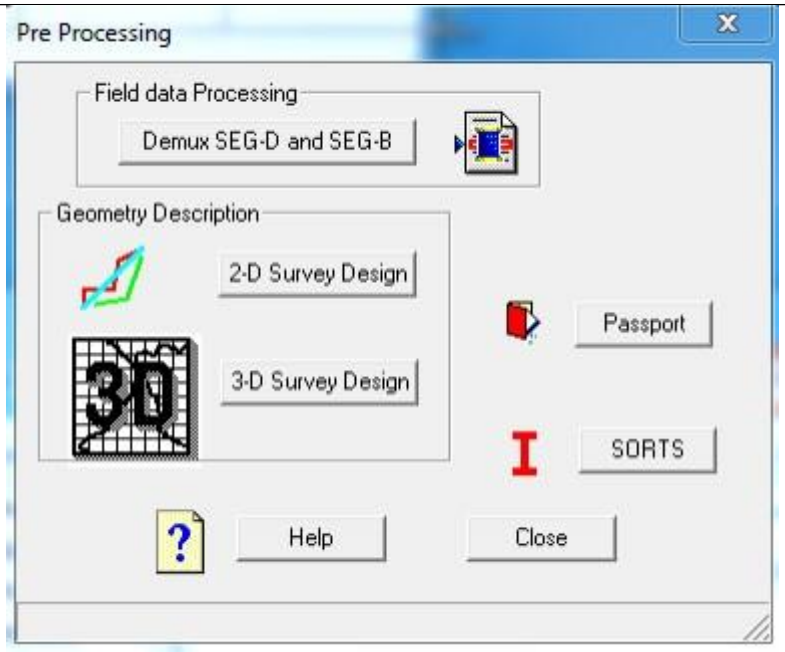


Рис. 2 Предварительная обработка

В меню ***Edit →Define Line and Area*** можно посмотреть:

Line Name - Имя профиля

Area Name - Название площади

Crew Name - Название полевой партии

User Name - Имя обработчика

В окне Area указаны координаты X, Y площади, в пределах которой расположен профиль. Ось X ориентирована на север, ось Y на восток.Эти параметры имеют значения только для рисования и никоим образом не влияют на геометрию профиля.

В окне-списке ***Source Type*** указан тип источника возбуждения. Параметр ***Maximum offset*** определяет максимально возможное абсолютное значение выноса (удаления) приемника от проекции источника на профиль наблюдения. В окнах ***Shots Pickets in meters*** и ***Receivers Pickets in meters*** указываются минимальный и максимальный пикеты и шаг пикетажа для профилей приема и профиля наблюдений.

В меню ***Edit →Set Cable*** можно посмотреть описание стандартной расстановки:

Max Number of Records per Shot Points - Максимально возможное количество магнитограмм, отработанных от одного Пункта возбуждения.

Number of Traces per Record - количество трасс в одной магнитограмме (канальность сейсмостанции). ***First Trace Number*** - номер канала сейсмостанции, на котором

заканчивается первый регулярный шаг пунктов приема. Если расстановка в пределах одной магнитограммы регулярная, то этот параметр должен быть равен количеству трасс в сейсмограмме, а параметры ***Second Trace Number и Third Trace Number*** должны быть нулевыми. ***Offset*** - расстояние этого канала от первого канала сейсмостанции. Если этот параметр имеет отрицательное значение, то расстановка ориентирована в обратном направлении (инверсная коммутация каналов).

В меню ***Edit →Survey Design*** можно посмотреть и отредактировать описание профиля: ***Define and Edit Receive Line*** - описание положения профиля приема на местности в декартовых координатах, ***Define and Edit Shot Line*** - описание положения профиля взрыва на местности в декартовых координатах. Эта кнопка доступна только для непродольных профилей.

В меню ***SeisOut →Create Passport*** в строчке ***Passport Name*** при необходимости нужно уточнить файл паспорта.

В меню **View →*Line on Area* –** изображение профиля на площади исследования

В меню **View →*Line Scheme* –** изображение системы наблюдения

Лабораторная работа №1

Структура волнового поля на сейсмограмме общей точки возбуждения (ОТВ)

Цель работы: на полевой сейсмограмме выделить участки прослеживания основных типов сейсмических волн и определить их видимые (кажущиеся) кинематические и спектральные характеристики. На этой основе определить параметры для процедур обработки, направленных на подавление волн-помех, и опробовать их эффективность.

Материал для анализа: полевые сейсмограммы ОТВ, зарегистрированные от взрывного источника вертикальными сейсмоприемниками по профилю, отработанному по системе наблюдений МОГТ 2D.

Программное обеспечение: Обрабатывающий сейсмический комплекс SPS-PC

Порядок выполнения работы

I. Подготовительные работы

1. Войти в программный комплекс – SPS-PC. Войти в режим User/Line. Выбрать в списке User List - CHIRP24, в списке Line List- CHIRP24. Выход – ОК

2. Войти в режим **Pre Processing** (предварительной обработки), подрежим **2-D Survey Disign** (описание системы наблюдений МОГТ 2D). Выбрать файл геометрии профиля - **CHIRP24.ldf.** Выход – ОК.

Из окна **Line Area** (определение профиля и площади) выписать параметры системы наблюдений: максимальное удаление источник приемник (**Maximum offset**) и шаг источников и приемников по профилю - параметр **increment** в окошках **Shots Pickets in meters** и **Receivers Pickets in meters**,

Из окна **Cable** (определить стандартную расстановку) выписать количество каналов в сейсмостанции – параметр **Number of Traces per Record**, и базу регистрации - **Offset.**

В окне **View scheme** ознакомиться с изображением системы наблюдений МОГТ 2D.

Войти в меню **SeisOut**, подменю **Creat Passport** и выписать значения длины записи – параметр **trace length** и шага дискретизации по времени – **sampling rate**.

Выйти из режима предварительной обработки - **exit**

3. Войти в режим **CDPS** (обработка сейсмограмм до стадии суммирования).

Выбрать файл командный файл - **CHIRP24.nam.** Выход из окна списка – ОК.

В меню **file** выбрать опцию **edit.** В окне параметров командного файла внести следующие исправления; Выходной файл (**output file**) назначить **CHIRP24.s16.** Тип сортировки по пунктам возбуждения – **SP.** Количество каналов (**Number of trace**), длина записи **(stop time) –** соответствии с выписанными в пункте 2 параметрами. В списке параметров **Plot** выбрать вертикальную ориентацию сейсмограмм. Кнопкой **Processing** вызвать окно процедур обработки, где все активные процедуры сделать неактивными

(убрать галочку в окошке активации). Выход – ОК. Сохранить заданную конфигурацию **Save JOB.** Выход из режима редактирования – ОК. Должно появиться окно с сейсмограммой.

II. Анализ сейсмограмм

Для записи результатов анализа сейсмограмм и формирования отчета подготовить:

- чертеж, представляющий собой схему сейсмограммы ОТВ (см. рис.1), на который нанести: номер пикета возбуждения, номера первого и последнего каналов, параметры системы наблюдений, метки времени. На этот чертеж будет наноситься схема осей синфазности наиболее интенсивных волн, зарегистрированных на сейсмограмме с обозначением типа волн;

- таблицу для записи данных о кинематических и динамических характеристиках основных типов волн (см. табл.1).

Кинематические и динамические характеристики
основных типов волн на сейсмограмме ОТВ (пример заполнения)

Таблица 1

Номер на схеме	Тип волны	Кажущиеся скорости, м/с		Форма годографа	Частоты, Гц			Амплитуда
		левый фланг	правый фланг		дом.	min	max	
1	Первые вступления а) прямая	1500-1600	1600-1700	Линейная	36	20	60	высокая
	б) головная	1900-2200	1950-2250	Линейная	30	15	50	высокая

Инструменты анализа.

Подготовить сейсмограмму для анализа, выполнив регулировку амплитуд, устраняющую эффекты поглощения и сферического расхождения. С этой целью в списке процедур - вызов окошка **PROC** активировать процедуру **BGNREC.**

В меню инструментов выбрать процедуру **Analis.** Выделить прямоугольный участок сейсмограммы, содержащий определенный тип волн с помощью левой клавишей мыши. Закончить выделение, нажав правую клавишу мыши.

Для определения кажущихся скоростей выбрать инструмент **line** (определение наклона линейных фрагментов годографа). В окошке **LINE** проложить вдоль одинаковых фаз волны прямую линию и записать появившуюся в окошке кажущуюся скорость в таблицу.

Для определения частот выбрать инструмент **frec** (спектральный анализ). В окошке спектрального анализа появятся спектры сигналов, имеющихся в выбранном ранее прямоугольном фрагменте. На спектре сигнала снять минимальное и максимальное

значения, а из числовых определений выписать значение доминирующей частоты **Dominant frequency.**

Проанализировать характеристики сейсмических волн, описанных в таблице. Определить характеристики, по которым волны-помехи отличаются от полезных волн (однократно-отраженных).

III. Формирование параметров процедур обработки,

получение сейсмического разреза

Процедуры обработки сейсмических данных в МОГТ 2D, предназначенные для подавления волн-помех не кратно-отраженного типа, тестируются на материале сейсмограмм ОТВ,

STAT – ввод априорных статических поправок;

BGNREC – выравнивание амплитуд, ввод поправок за поглощение и расхождение;

MUT – обрезка первых вступлений и зоны их интерференции с отраженными волнами;

FILTER – фильтрация помех поверхностного типа;

NORM - нормировка сигнала (калибровка каналов);

ARU – автоматическая регулировка усиления;

DECONR – деконволюция (сжатие сигнала) - увеличение доли высокочастотной составляющей.

Процедуры обработки, направленные на подавление кратно отраженных волн на сейсмограммах, отсортированных по ОГТ:

NMOGRK – ввод кинематических поправок

STACK – суммирование по общей глубинной точке.

END

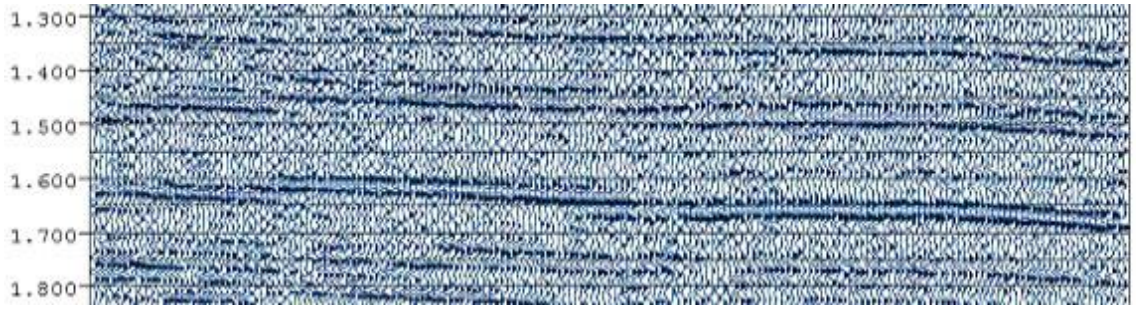
Лабораторная работа №2

Основные начальные процедуры обработки сейсмической информации. Получение первичных суммарных временных разрезов

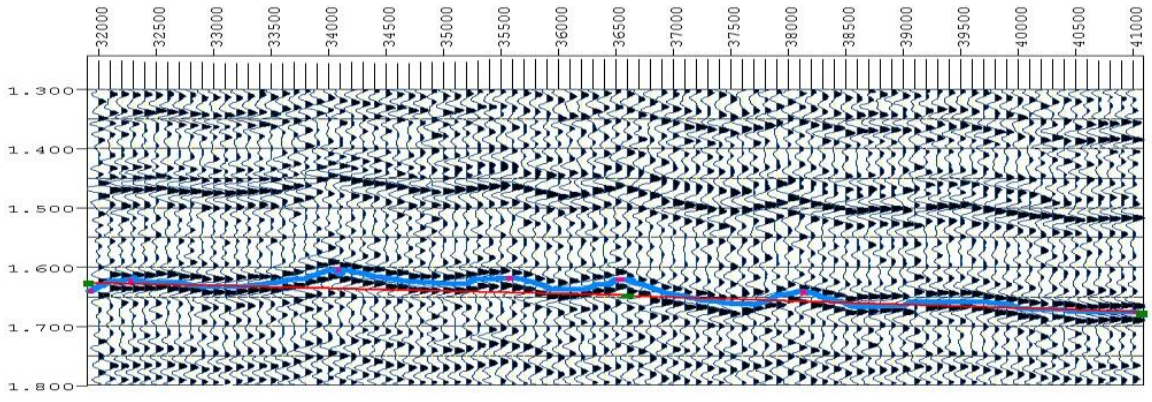
Цели и задачи - получение и анализ временных разрезов ОГТ, ОПВ, ОПП

Кратка теория

Получение суммарных временных разрезов в начале процесса обработки необходимо для оценки априорных статпоправок, качества исходных данных на разных участках профиля и для более обоснованного проектирования последующей обработки. Помимо основного разреза ОГТ рекомендуется рассчитывать суммарные временные разрезы ОПВ и ОПП, необходимые для оценки точности априорных статических поправок и выявления неудачных пикетов взрыва и приёма. На рис.3 приводятся два разреза по одному из профилей в Западной Сибири.



А



Б

Рис.3 Временные разрезы ОГТ (А) и ОПВ (Б)

На разрезе ОГТ наблюдается при прослеживании горизонтов переходы с фазы на фазу. Причина становится понятной при рассмотрении разреза ОПВ. Большие флуктуации отражающих горизонтов обусловлены в основном погрешностями статических поправок за пункты взрыва.

Первые разрезы являются также контрольными для оценки эффективности применения различных процедур на последующих стадиях обработки: фильтрации,

коррекции поправок и др. Путём сопоставления вновь получаемых разрезов выявляются и возможные искажения основных отражающих горизонтов (например, «уход» линии t0 после коррекции статпоправок).

Порядок выполнения работы

3. Войти в программный комплекс **SPSPC** с параметрами: пользователь ***(USER)*** → ***CHIRP24***, профиль ***(LINE)*** → ***CHIRP24***

2. К исходным данным должна быть применена процедура ***SORT***, для того чтобы создать индексный файл, необходимый для реализации сортировки сейсмических трасс системой. Это реализуется в разделе ***Pre-Processing*** (главное меню).

Pre-Processing → SORTS→выбираете файл CHIRP24.S06 → Start Sort (рис.4)

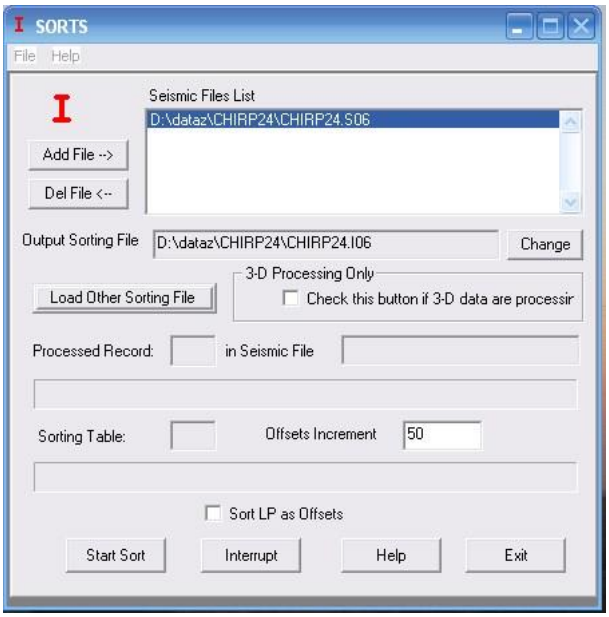


Рис.4 Меню SORTS

3. Для того чтобы начать просмотр или обработку сейсмограмм необходимо создать задание. Для этого войти в режим обработки сейсмических трасс ***CDPS,*** выбрать файл задания ***CHIRP24.NAM*** и используя в меню ***File→Edit Current Job*** вызвать панель редактирования параметров (рис.5). Заполнить её в соответствии со своими данными, (СМОТРИТЕ ИНСТРУКЦИЮ HELP на этой панели):

- входной (***input***) файл – ***CHIRP24.S06***,
- выходной (***output***) файл – ***CHIRP24.S07***, (файл куда сохранится временной разрез)
- файл паспорта (***passport***) – ***CHIRP24.PAS***,

В правом верхнем углу окна редактирования задания нажать кнопку ***Processing*** (обработка) и очистить список процедур обработки с помощью опции ***delete***, задавая параметр ***Sorting DP, SP или OP*** **осуществляется соответственно сортировка исходных трасс по ОГТ, ОПВ или ОПП.** После редактирования нажать – ***OK*** **и на экране появится**

необработанная сейсмограмма (Рис.6). Параметры рисовки могут быть уточнены на панели, вызываемой ***Seismogramme – Plot Options***

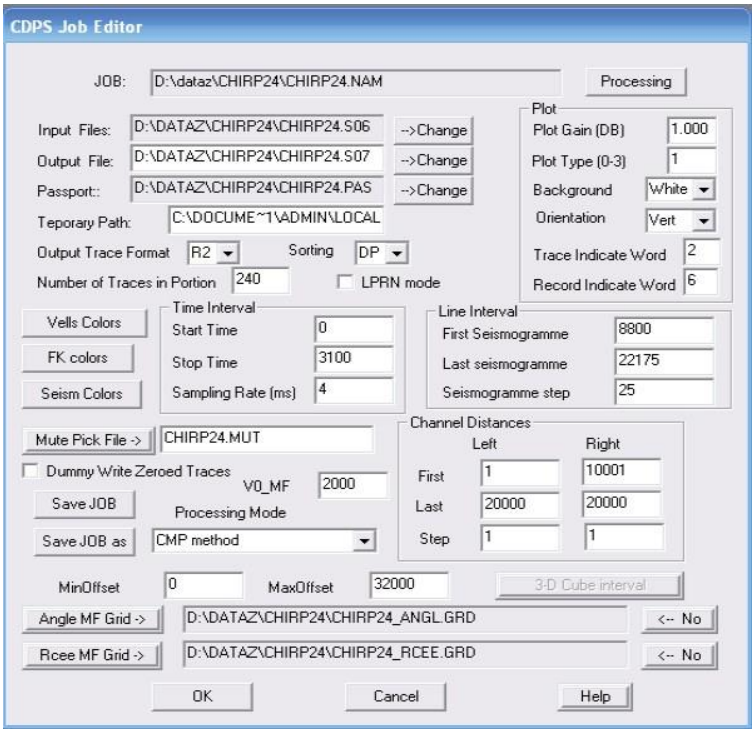


Рис.5 Меню редактирования задания

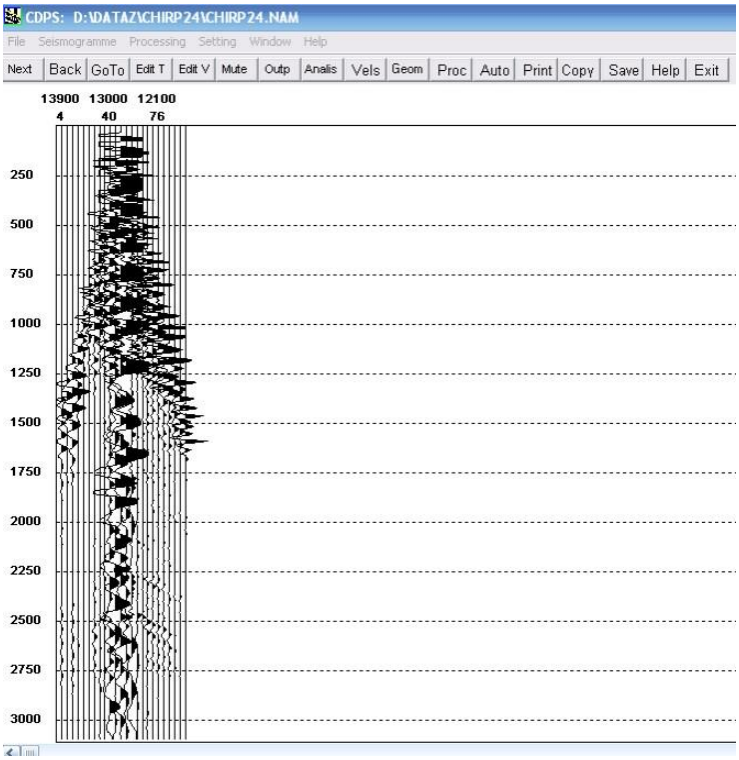
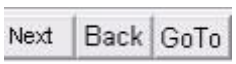


Рис. 6 Сейсмограмма ОГТ

Для просмотра сейсмограмм и оценки их качества, используйте кнопки



4. Составить задание на обработку (кнопка ***PROC*** и читайте ***Help*)**, состоящее из следующих процедур:

- ***Фильтрация***
- ***Регулировка амплитуд***
- ***Ввод априорных статпоправок***
- ***Ввод априорных кинематических поправок***
- ***Суммирование***
- ***Нормировка***

Процедуры добавляются кнопкой ***Ins→выбор необходимой процедуры→для корректировки параметров необходимо два раза нажать на процедуру.*** На рис.7 показано окно, где составляется граф обработки и сейсмограмма после введения процедур с a – d, о которых говорится выше.

На рис.8 показан примерный граф обработки. Параметры процедур могут отличаться, они зависят от качества сейсмограмм.

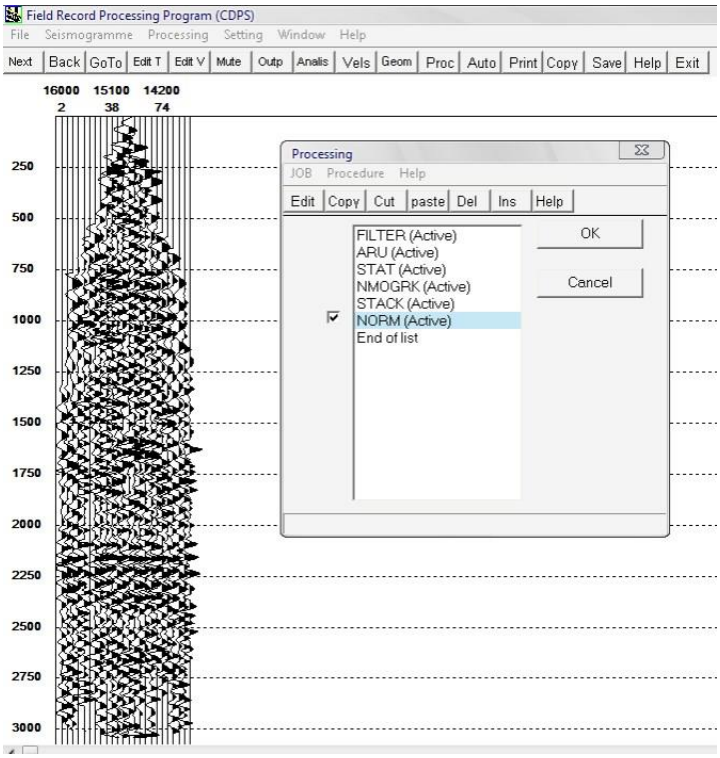


Рис.7 Окно редактирования процедур обработки и сейсмограмма ОГТ после введения фильтрации, регулировки амплитуд и априорных кинематических и статических поправок

```
InFileName=C:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.S06
OutFileName=C:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.S07
PassName=C:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.PAS
WorkPath=C:\WINDOWS\TEMP\
MuteFile=CHIRP24.MUT
MF_GRDFILE=C:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24_ANGL.GRD
CE_GRDFILE=C:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24_RCEE.GRD
PaletteVelocity=C:\#SPS-PC\cdpsColor.clr
PaletteFK=C:\#SPS-PC\cdpsColor.clr
PaletteSeism=C:\#SPS-PC\cdpsColor.clr
LPRN=0
HeadwMode=0
V0_MF=2000
DUMMYWRITEZEROEDTRACES=0
FTR=R2
OutMode=DP
QTR=240
DT=4
INTX=8800,22175,25
INTT=0,3100
INTL=1,10000,1
INTR=10001,20000,1
OFFSETS=0,32000
JOBS=
FILTER=Y,101,15,80
ARU=Y,1000,400,5
STAT=Y,1,1
NMOGRK=Y,20,0,0.500000,1
STACK=Y,50
NORM=Y,1000,0,3100
END
```

Рис.8 Граф обработки сейсмограмм сортировки ОГТ, для получения первичного временного разреза

Перед запуском пакетного режима ***AUTO*** необходимо в качестве текущего пикета установить первый пикет профиля с помощью опции ***GoTo***. После этого запустить режим ***AUTO***. По окончанию расчета выйти из модуля ***CDPS*** **(**не забыв сохранить задание обработки кнопкой ***Save***) , нажав кнопку ***Exit.***

5. Просмотреть полученный временной разрез ОГТ ***CHIRP24.S07*** в модуле ***FineS*** (работа с временными разрезами).

6. Корректируя задание обработки (выходной файл и тип сортировки) получите временные разрезы ОПВ и ОПП с аналогичным графом обработки.

ОТЧЁТНОСТЬ

Отчёт о проделанной работе должен содержать следующие положения:

1. краткая теория
2. описание о проделанной работе (описание всех действий и используемых процедур графа обработки);
3. Полученные временные разрезы сортировки ОГТ, ОПВ, ОПП;
4. оценка качества априорных кинематических и статических поправок;
5. оценка качества исходных данных по профилю и полученных временных разрезов.

Лабораторная работа №3

Основные начальные процедуры обработки сейсмической информации. Коррекция кинематических поправок

Цели и задачи - изучение и освоение процедур сканирования скоростей и вычисления вертикального спектра скорости. Редактирование полученных скоростных законов вдоль профиля путём построения и анализа скоростных разрезов.

Краткая теория

Кинематические поправки и скорости. Одной из основных задач МОГТ является построение временных разрезов, представляющих совокупность равномерно распределённых вдоль профиля сейсмотрасс (суммотрасс) с нулевым удалением. Исходные данные представлены в виде сейсмограммы ОПВ, т.е. набора сейсмотрасс с различными удалениями пункта приёма от пункта взрыва. Поэтому центральной процедурой в графе получения временного разреза будет исправление суммируемых сейсмотрасс за нулевое удаление путём ввода динамических (кинематических) поправок, точность которых зависит от правильности задания скоростной зависимости V(t0). Наиболее распространённым применением МОГТ является выделение однократно отражённых волн и подавление других (многократных, поперечных, обменных и др.). Здесь выбор V(t0) должен быть оптимальным для «спрямления» гиперболических осей синфазности однократных отражений. В простейшем случае плоской горизонтальной границы и однородной среды в выражении (1) используется скорость в покрывающей толще. В реальности ситуация более сложная, т.к. скоростная зависимость, используемая для расчёта кинематических поправок, зависит не только от физических свойств пород, но и от слоистости разреза, углов наклона и геометрии границ. На практике, чтобы избежать путаницы, используемые для расчёта кинематических поправок скорости принято называть скоростями суммирования или скоростями ОГТ. Ниже в таблице 1 приведены варианты скоростей суммирования в реальной ситуации

Таблица 1

Модели разреза	**Значение Vогт – скорости суммирования**
Наклонная отражающая граница, однородная среда	**V/cosα** V – скорость в покрывающей толще α - угол наклона границы
Горизонтально-слоистая среда	**Vrms** – среднеквадратичная скорость
Слоистая среда, различные углы наклона	**Vrms** - при условии малых углов наклона (меньше 10 градусов) и удалений меньше двух глубин
Наклонная отражающая граница, слоистая покрывающая толща	**Vrms/ cosα** удаления меньше двух глубин углы падения границ в покрывающей толще меньше 10 градусов, α - угол падения отражающей границы

На практике скорости суммирования определяются в процессе обработки. Используются в основном три процедуры: сканирование (подбор) скоростей, расчёт вертикальных и горизонтальных спектров скорости. Во всех случаях для выделения осей синфазности на сейсмограмме используется гипербола,

$$t = \sqrt{t_0^{\,2} + \frac{x^2}{v^2}} - t_0$$

которая одинаково хорошо аппроксимирует годографы однократных, многократных, обменных, дифрагированных волн.

Сканирование (подбор) скоростей заключается в вычислении нескольких временных разрезов с различными скоростными законами по одним и тем же исходным данным и последующим анализом результатов. На практике часто вместо скоростных зависимостей V(t0) используется перебор V=const. Иногда достаточно обработать одну сейсмограмму ОГТ (ввод кинематических поправок с различными скоростями), чтобы получить скоростной закон. На рис.9 показаны варианты обработки сейсмограммы ОГТ – ввод кинематических поправок с различными скоростями.

При анализе данных с целью уточнения значения скорости для конкретного времени необходимо выбирать вариант наилучшего спрямления годографа. Качество анализируемой сейсмограммы достаточно хорошее, отчётливо видно, что в случае занижения скорости годографы переспрямляются и, наоборот, при завышенных значениях скорости оси синфазности остаются недоспрямлёнными. Так, для отражения на времени 2130 мс скорость суммирования равна 2150 м/с. Для более сложного материала (помехи, плохое прослеживание и т.п.) предпочтительнее провести расчёт временных разрезов на характерном участке (участках) профиля при различных значениях Vогт, выбранных с необходимым шагом в заведомо более широком диапазоне (рис.10).

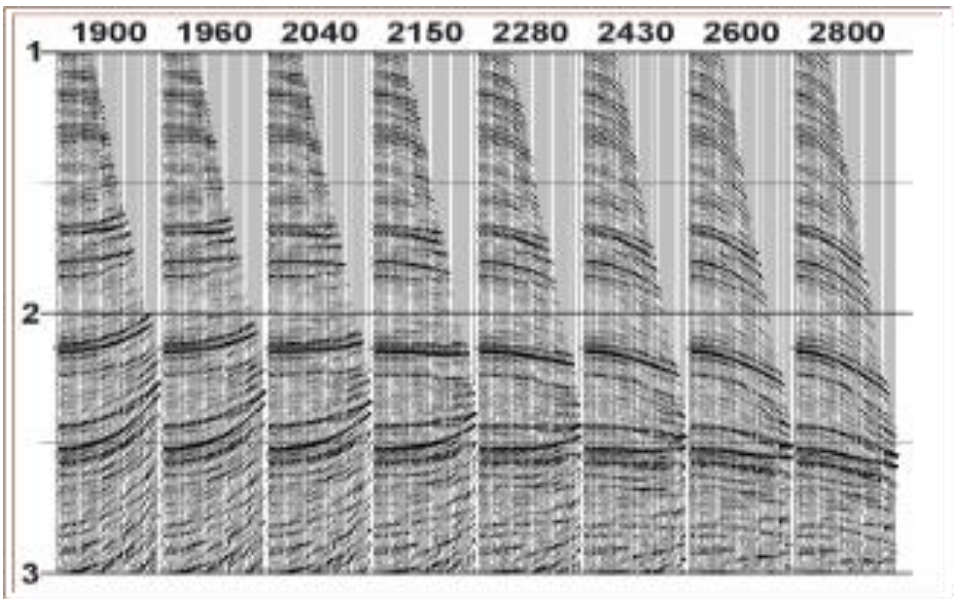


Рис.9 ввод кинематических поправок с различными скоростями

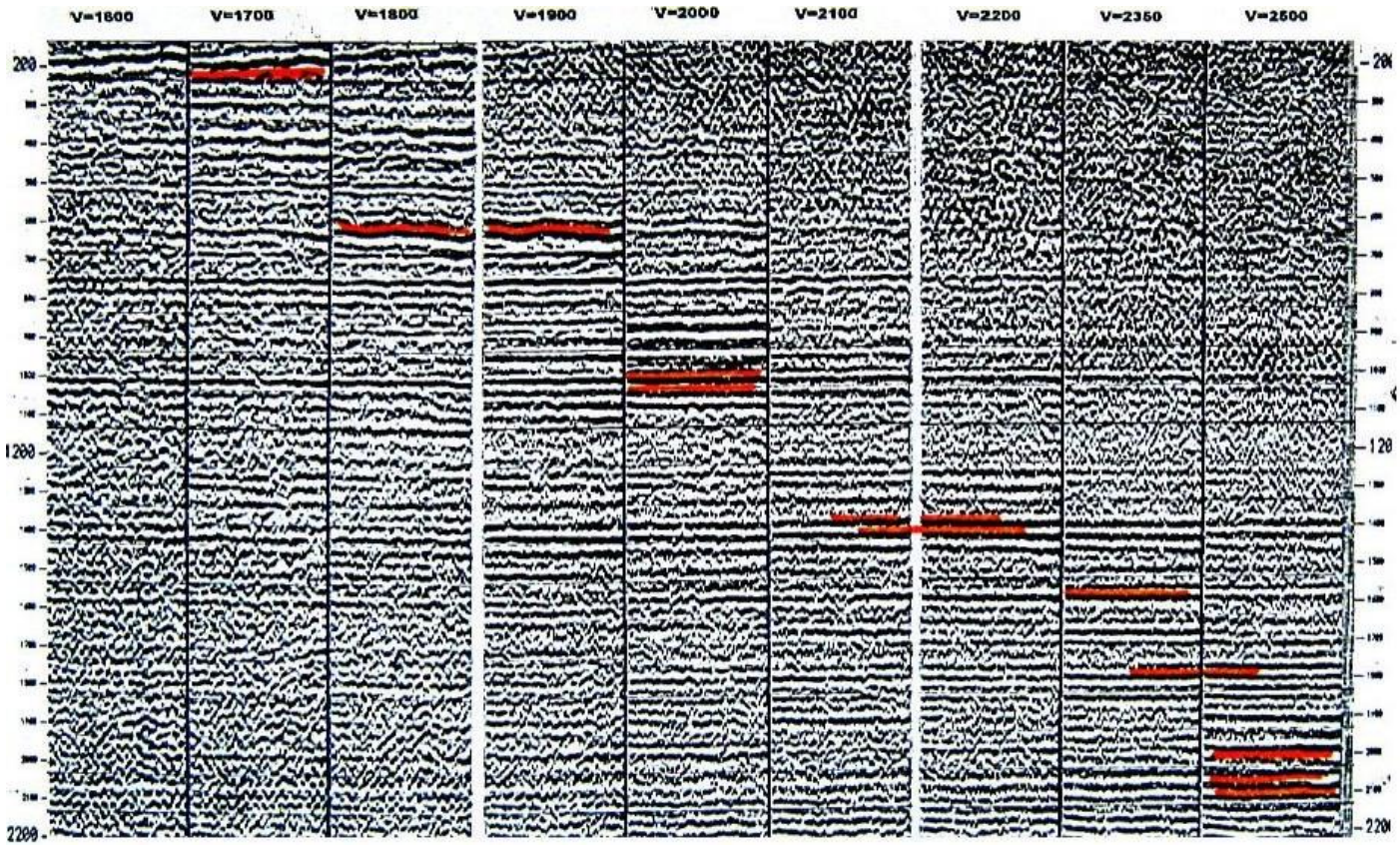


Рис.10 Фрагмент временного разреза с различными скоростями суммирования

Анализируя результаты сканирования (рис.10), можно приближённо определить закон V(t0):

t0, мс	300-2150	300	600	1000	1400	1600	1800	2150
V, м/с	1700-2500	1700	1900	2000	2100	2350	2400	2500

Одномерный спектр скорости - распределение энергии на конкретном времени t0 в зависимости от скорости. Вычисление одномерного спектра сейсмограммы ОГТ осуществляется по обработанной сейсмограмме ОГТ с введёнными статистическими поправками путём выборки и суммирования амплитуд вдоль рассчитанных с различными значениями скоростей (рис.11).

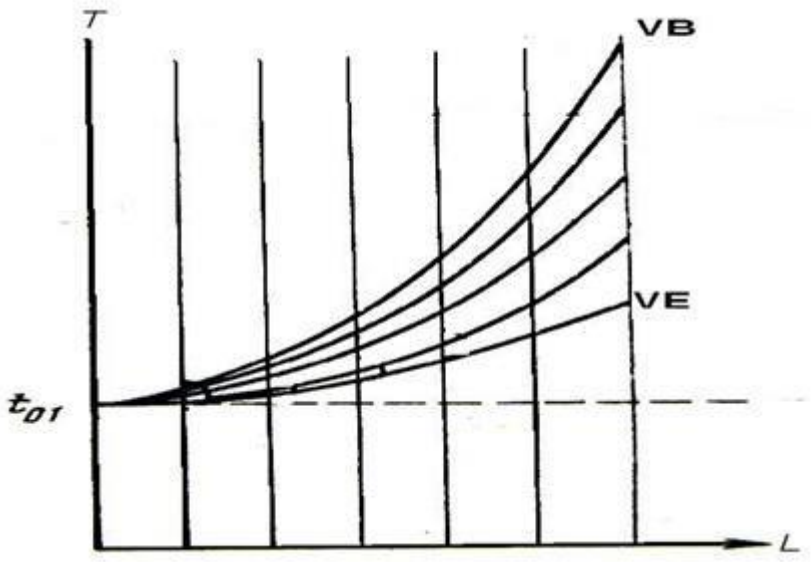


Рис.11 Набор гиперболических траекторий выборки и суммирования отсчётов сейсмограммы ОГТ, рассчитанных на времени *t01* для разных значений скорости

Вычисление энергии для каждой гиперболы производится по формуле:

$$E(v_k) = \left[\sum_{m=1}^{M} S_m(t_m)\right]^2 \qquad t_m = \sqrt{t_{01}^2 + \frac{L_m^2}{v_k^2}} \qquad v_k = V_{min}, V_{min}+\Delta V, V_{max}$$

M – общее число сейсмотрасс ОГТ

Vk – скорость суммирования

L – удаление

t_{01} – время, для которого рассчитывается спектр

Примеры расчёта одномерного спектра скорости показаны на рис.12 Возможны различные варианты:

А - наличие на времени t_{01} двух регулярных волн.

Б - отсутствие регулярной волны на времени t_{01} с гиперболической осью синфазности

В - наличие одной регулярной волны с гиперболическим годографом

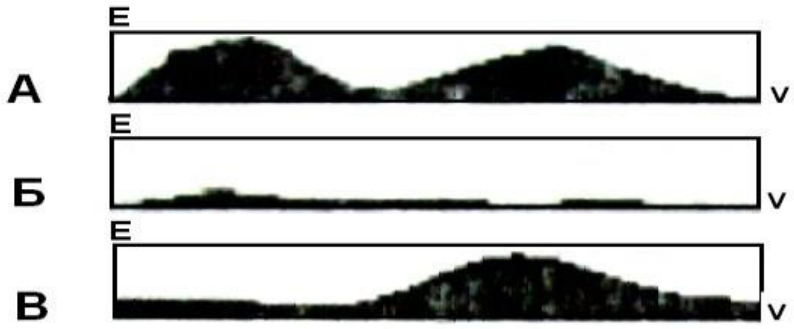


Рис.12 Возможные варианты одномерного спектра скорости

Качество (точность) расчёта одномерного спектра скорости зависит от соотношения сигнал/помеха, точности ввода статпоправок, прослеживаемости регулярной волны. Для повышения точности вычисления применяются следующие приёмы:

1. С каждой сейсмотрассы для суммирования выбирается не один отсчёт, а несколько в заданном окне 2W, т.е. суммирование осуществляется вдоль гиперболического коридора

$$E(v_k) = \sum_{n=-w}^{n=w} \left[\sum_{m=1}^{M} S_m(t_m + n) \right]^2 \qquad t_{0m} = \sqrt{t_{0m}^2 + \frac{L_m^2}{v_k^2}} \qquad v_k = V_{min}, V_{min} + \Delta V, V_{min} + 2\Delta V, \ldots V_{max}$$

2. В качестве оператора суммирования используется коэффициент когерентности (когерентное суммирование). Этот приём позволяет существенно повысить помехоустойчивость и разрешённость.

$$E(v_k) = \frac{\left[\sum_{m=1}^{M} S_m(t_m) \right]^2}{M \sum_{m=1}^{M} S^2{}_m(t_m)}$$

3. Для расчёта скоростного спектра используется сводная сейсмограмма, получаемая из соседних сейсмограмм ОГТ (4÷16) путём суммирования сейсмотрасс с равным удалением.

Вертикальный спектр скорости – набор одномерных спектров скорости, рассчитанных вдоль оси времени с заданным шагом. Эта процедура является основной для определения и коррекции скоростей суммирования. Работа выполняется в диалоговом режиме: расчёт вертикальных спектров и визуализация результатов осуществляется компьютером, а анализ и окончательная интерпретация – геофизиком. Программная реализация операции вычисления вертикальных спектров может быть различной. Внешние отличия заключаются в объёме информации, выдаваемой на мониторы для последующей интерпретации. Наиболее сложные программы выдают на экран не только двухмерную

функцию E(V,t0) в виде цветокодированной карты, но и исходную сводную сейсмограмму ОГТ и результаты по сканированию скоростей (рис13).

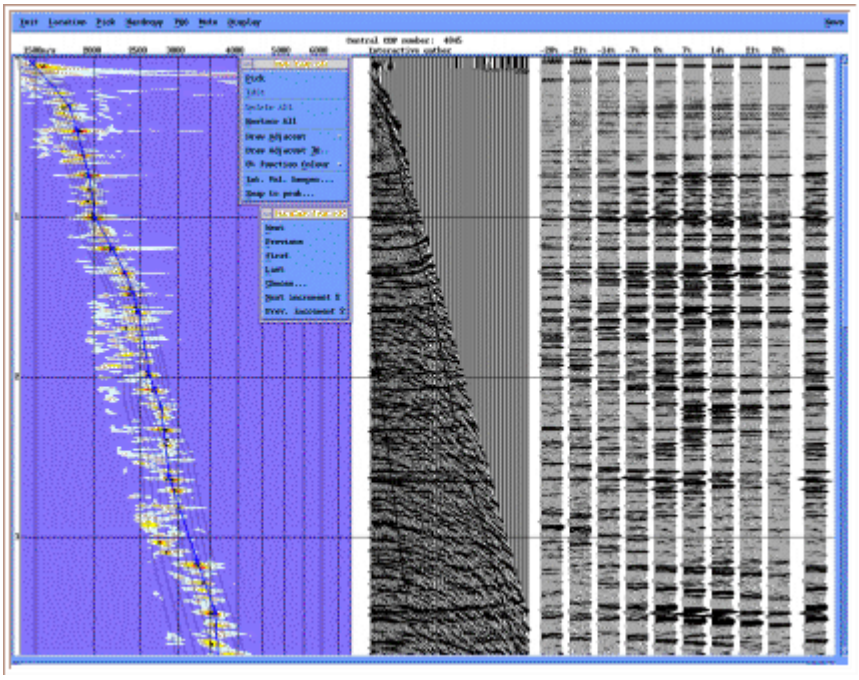


Рис.13 Результаты расчета вертикального спектра скорости.

Более простые, и соответственно, более быстрые и экономичные программы ограничиваются выдачей вертикального спектра в виде карты изолиний и исходной сейсмограммы (рис.14)

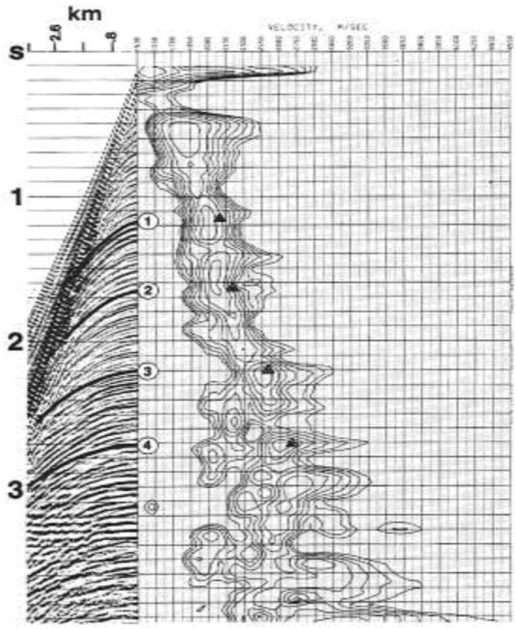


Рис.14 Результаты расчета вертикального спектра скорости

Горизонтальный спектр скорости – набор одномерных спектров скорости, рассчитанных с заданным шагом DX вдоль отражающего горизонта. Исходными данными являются обработанные сейсмограммы ОГТ с введёнными статпоправками и линия t0(x)

отражающего горизонта. Расчёт горизонтальных спектров обычно выполняется на заключительной стадии обработки, когда уже получен временной разрез хорошего качества и прокоррелированы основные отражающие горизонты (рис15). Результаты выдаются на монитор в виде двухмерной функции E(X, Vi) в цветокодированном (рис.16) или другом виде.

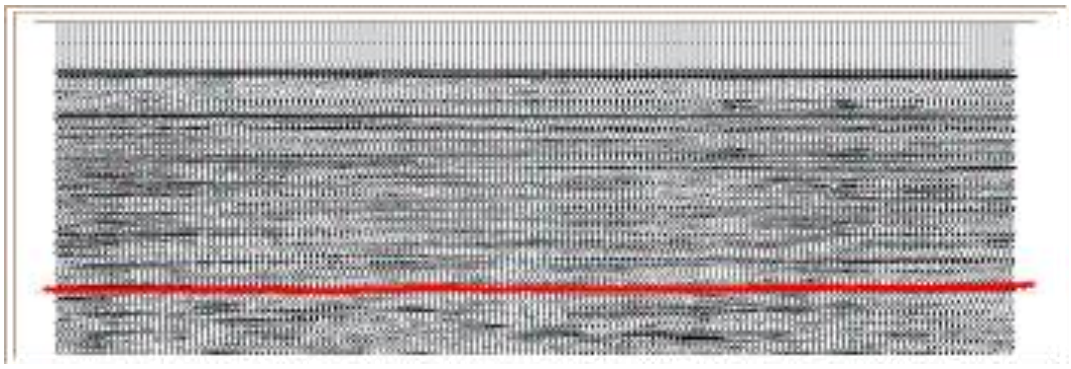


Рис.15 Вертикальный разрез с прокоррелированным отражающим горизонтом для расчёта горизонтального спектра скорости

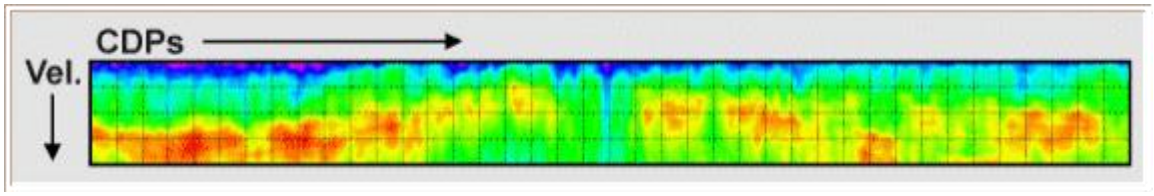


Рис. 16 Горизонтальный спектр скорости по выделенному горизонту

Окончательная интерпретация выполняется геофизиком. Результаты расчётов горизонтальных спектров имеют хорошую разрешающую способность по горизонтали, более высокую точность и используются в основном для решения интерпретационных задач.

Порядок работы

1. Сформировать задание в режиме CDPS. Исходные данные должны быть представлены в виде обработанных сейсмограмм ОГТ с введёнными статпоправками.

Внимание. Кинематические поправки не вводить.

2. Составить задание на обработку, если на входе – необработанные сейсмограммы (фильтрация, регулировка амплитуд, ввод априорных статпоправок).

3. На панели ***CDPS*** нажать кнопку ***VELS*** и на всплывающей панели выбрать ***Tsumx*** (скоростной анализ методом перебора постоянных скоростей).

4. На открывшейся панели ***Tsumx*** ознакомиться с заданием параметров, прочитав ***Help***

5. По предварительному разрезу ОГТ выбрать для изучения работы программы участок с хорошим качеством (15-20 точек ОГТ) например, 11000-11500.

6. Учитывая общую геолого-геофизическую характеристику района, задать диапазон перебора скоростей: VB=1500, VE=3000, DV=100м/сек. (рис.17)

7. Выполнить перебор скоростей по заданному участку для окна 60мс, нажав ***OK***. Результат проинтерпретировать (см. ***Help***).

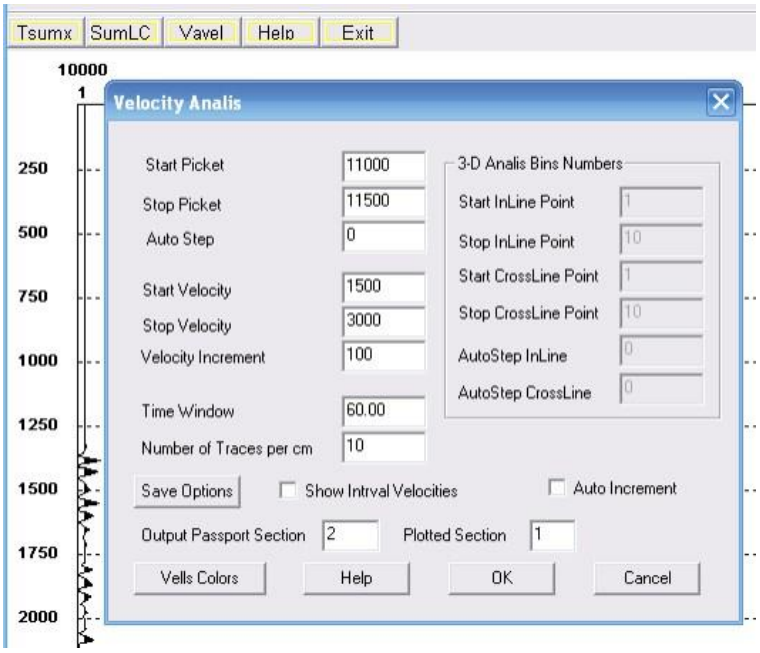


Рис.17 Пример задания параметров скоростного анализа

8. С выбранными параметрами выполнить подбор скоростей вдоль профиля с шагом 2000м (рис.18). Полученные скоростные законы записать в паспорт.

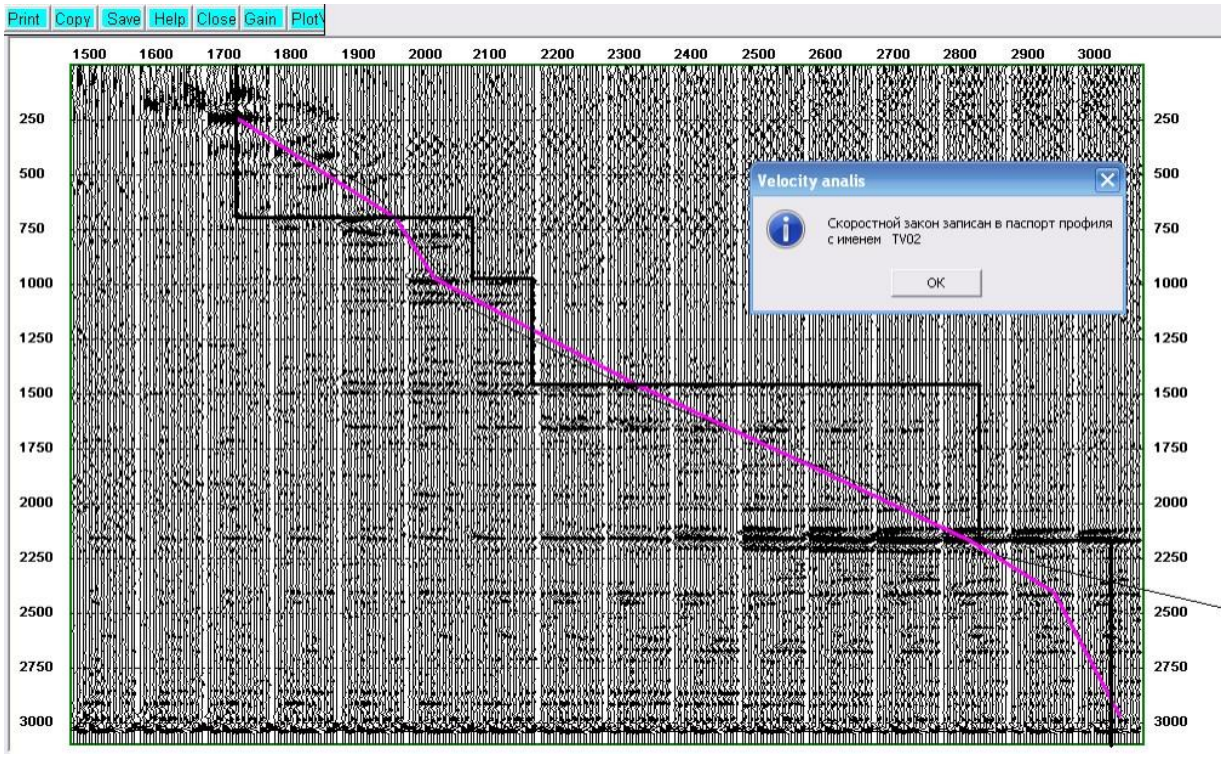


Рис.18 Фрагмент временного разреза с различными скоростями суммирования

9. В режиме ***Pre-Processing*** (работа с паспортом) построить скоростной разрез по полученным в п. 8 скоростным законам. Выявить аномальные значения и отредактировать их (рис. 19). Если есть необходимость можно их вручную откорректировать. Для этого режим View (графический просмотр разделов) заменить на Edit (редактирование существующего раздела). Выбрать необходимый номер закона и скорректировать численные значения. В режимеView посмотреть, как изменились поправки.

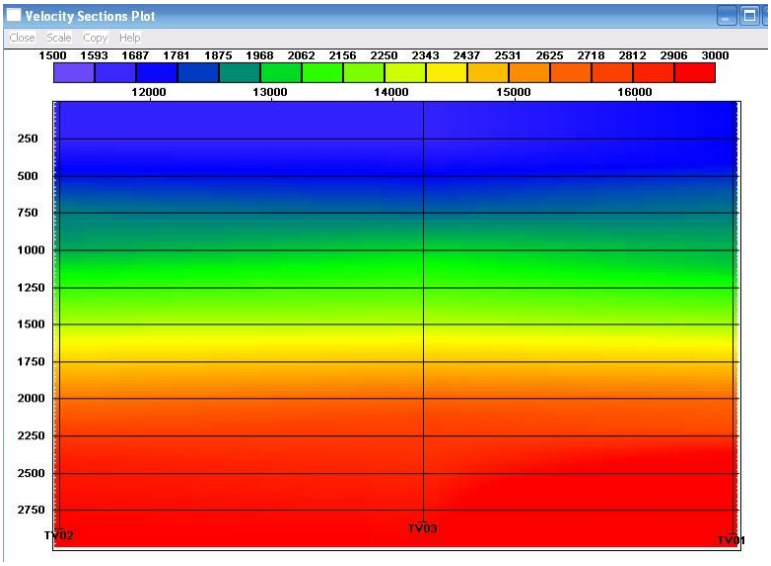


Рис.19 Скоростной разрез

10. Дополнительно. Получить временной разрез ОГТ с уточнёнными значениями скорости. Ниже приведён граф обработки (рис.20).

INFILENAME=D:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.S06
OUTFILENAME=D:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.S10
PASSNAME=D:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.PAS
WORKPATH=C:\DOCUME~1\ADMIN\LOCALS~1\TEMP\
OUTMODE=DP
QTR=240
DT=4
INTX=8800,22175,25
INTT=0,3100
INTL=1,20000,1
INTR=10001,20000,1
OFFSETS=0,32000
JOBS=
FILTER=Y,101,15,80
ARU=Y,1000,400,5
STAT=Y,1,1
NMOGRK=Y,20,0,0.500000,1,2,3,4,6 *вводим номера полученных скоростных законов*
STACK=Y,50
NORM=Y,1000,400,2500

END

Расчет вертикальных спектров скорости

11. Зайти в меню ***VELS*** и на всплывающей панели выбрать ***VAVEL***

12. Откорректируйте задание аналогично, как и при методе ***Tsumx (n.5 – n.7)*** С помощью задания ***Start Picket*** и ***Stop Picket*** задать базу формирования сводной сейсмограммы, равной 10-и соседним сейсмограммам ОГТ (рис.21).

13. С выбранными параметрами (база, окно, шаг перебора скоростей) выполнить расчёт скоростных спектров на том участке профиля, где это необходимо. Полученные скоростные законы записать в паспорт. Подробнее смотрите ***Help.***

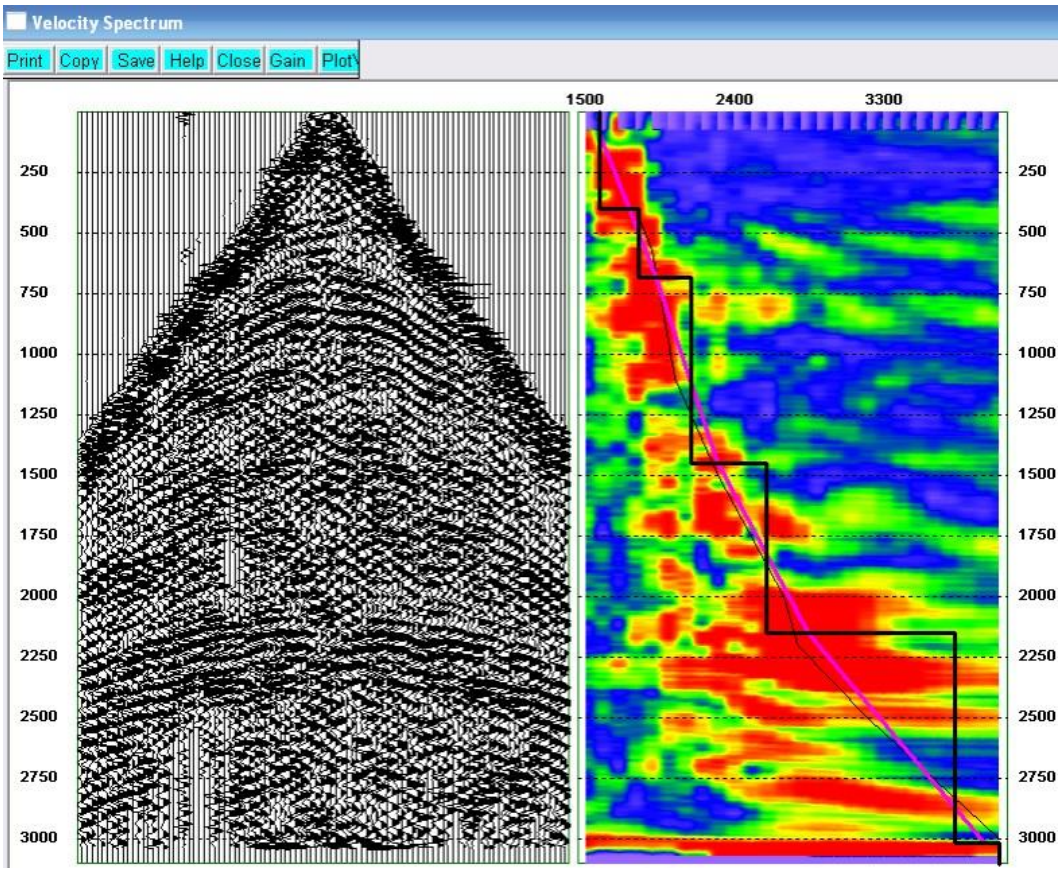


Рис. 21 Расчёт вертикального спектра скоростей

14. В режиме ***Pre-Processing*** (работа с паспортом) просмотреть полученные скоростные разрезы и откорректировать.

15. Дополнительно. Получить временной разрез ОГТ с уточнёнными значениями

Лабораторная работа №4

Основные начальные процедуры обработки сейсмической информации.

Коррекция статических поправок

Цель работы

Изучение и освоение процедур ручной и автоматической коррекции статических поправок. Получение временных разрезов после коррекции статических поправок.

Порядок работы

Ручная коррекция статических поправок

1. Получить временные разрезы сортировки ОПП и ОПВ, с полученными скоростными законами (см. лабораторную работу №2) (рис.22)

```
INFILENAME=D:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.S06
OUTFILENAME=D:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.S12
PASSNAME=D:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.PAS
WORKPATH=C:\DOCUME~1\ADMIN\LOCALS~1\TEMP\
OUTMODE=OP                                  сортировка по ОПП
QTR=240
DT=4
INTX=7600,23350,50
INTT=0,3100
INTL=1,20000,1
INTR=10001,20000,1
OFFSETS=0,32000
JOBS=
FILTER=Y,101,15,80
ARU=Y,1000,400,5
STAT=Y,1,1
NMOGRK=Y,20,0,0.500000,1,2,3,4,6
STACK=Y,50
NORM=Y,1000,400,2500
END
```

Рис.22 Граф обработки сейсмограмм сортировки ОПП, с отредактированными скоростными законами

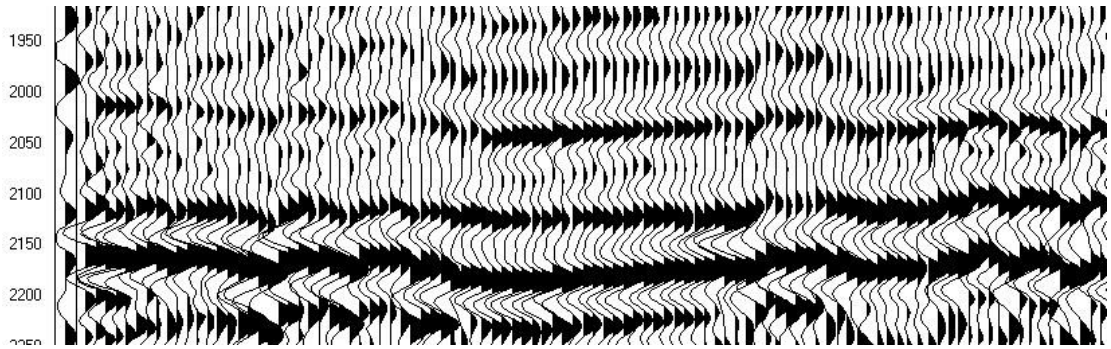
2. Открыть полученный временной разрез. Отредактировать визуализацию разреза. **Options – Edit**

3. Произвести ручную коррекцию статических поправок **Statics – Manual.** В открывшемся окне уточнить номер раздела для статических поправок для сохранения в паспорте.

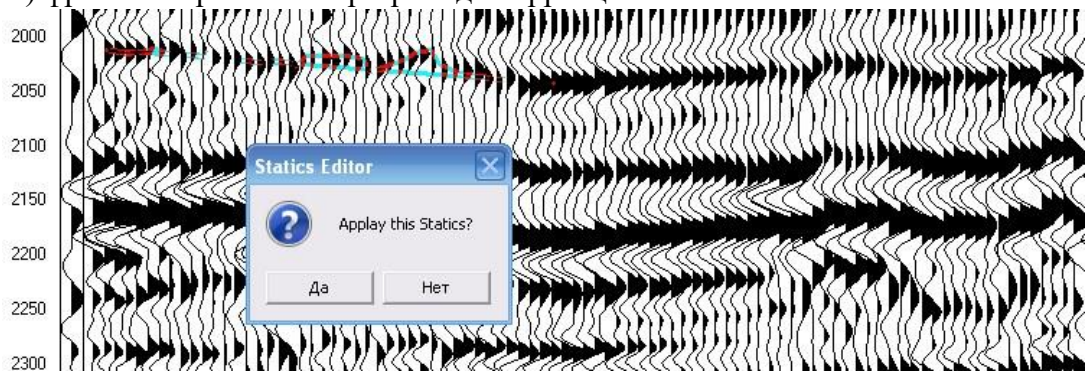
4. В **Help** ознакомиться с ручной коррекцией статических поправок. На рисунке 23 показано пошагово как проводится коррекция.

5. Произвести коррекцию статических поправок по всему профилю на временных разрезах сортировки ОПП и ОПВ.

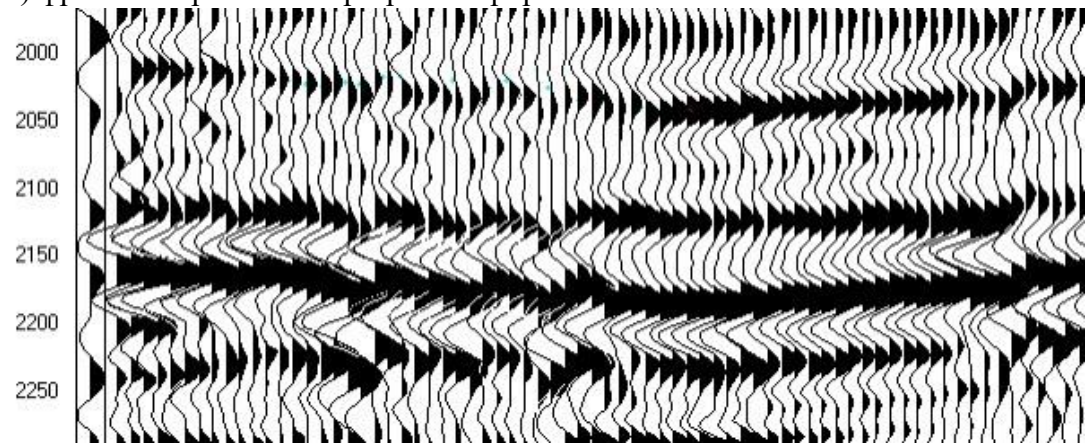
6. В режиме ***Pre-Processing*** (работа с паспортом) просмотреть график статических поправок рис.24



А) фрагмент временного разреза до коррекции статики



Б) фрагмент временного разреза с прорисованной аномалией



В) фрагмент временного разреза после коррекции

Рис. 23 Фрагмент временного разреза до и после коррекции статических поправок

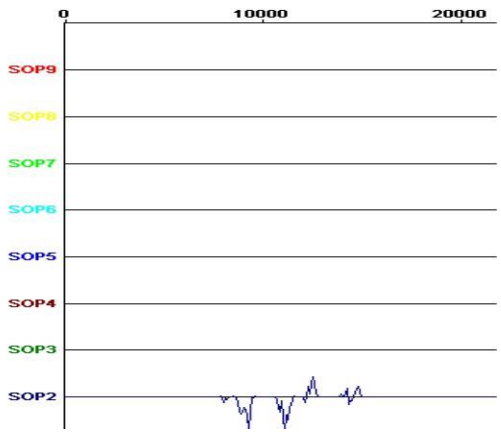


Рис.24 График статических поправок

7. Получить временной разрез сортировки ОГТ после коррекции статических поправок. Для этого в графе обработке добавить STAT с полученным статическим законом рис.25.

```
INFILENAME=D:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.S06
OUTFILENAME=D:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.S13
PASSNAME=D:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.PAS
WORKPATH=C:\DOCUME~1\ADMIN\LOCALS~1\TEMP\
OUTMODE=DP                                   сортировка по ОГТ
QTR=240
DT=4
INTX=8800,22175,25
INTT=0,3100
INTL=1,20000,1
INTR=10001,20000,1
OFFSETS=0,32000
JOBS=
FILTER=Y,101,15,80
ARU=Y,1000,400,5
STAT=Y,1,1
STAT=Y,2,2                                   закон корректирующей статпоравки
NMOGRK=Y,20,0,0.500000,1,2,3,4,6
STACK=Y,50
NORM=Y,1000,400,2500
END
```

Рис. 25 Граф обработки сейсмограмм с отредактированными статическими поправками, для получения временного разреза сортировки ОГТ

Автоматическая коррекция статических поправок

1. Просмотреть временной разрез с отредактированными кинематическими и статическими поправками. Определить временной диапазон, где наиболее четко и по всему профилю (где набрана полная кратность) прослеживается граница.

2. Открыть сейсмограммы сортировки ОГТ. Там же указать удаления с лева с 24 по 48 канал, с права с 49 по 72. В графе обработке ввести фильтрацию, регулировку усиления, статику и кинематику. Добавить процедуру AKSP (коррекция остаточных статических поправок). Ознакомиться с ней в Help. Окно корреляции задать, как диапазон который был определён в п.1.(рис.26)

```
INFILENAME=D:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.S06
OUTFILENAME=D:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.S14
PASSNAME=D:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.PAS
OUTMODE=DP                                   Сортировка о ОГТ
QTR=240
DT=4
INTX=8800,22175,25
INTT=0,3100
INTL=24,48,1                                 Удаления с лева
INTR=49,72,1                                 Удаления с права
OFFSETS=0,32000
JOBS=
```

FILTER=Y,101,15,80
ARU=Y,1000,400,5
STAT=Y,1,1
STAT=Y,3,3
NMOGRK=Y,20,0,0.500000,1,2,3,4,6
AKSP=Y,100,2100,2250,16,0 *Коррекция остаточных статических поправок*
END

Рис. 26 Граф обработки сейсмограмм для расчета остаточных статических поправок

3. Когда всё введено запустить пакетный режим обработки **Auto**

4. В задание вернуть обратно группы удалений, INTL 1,48; INTR 49,96.

5. На линейке сверху Processing –Residual statics AKSP указать раздел в паспорте, где сохранятся поправки за ПП и ПВ рис.27

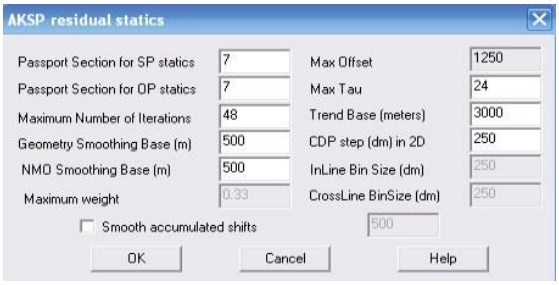


Рис. 27 Окно ввода номера раздела в паспорт

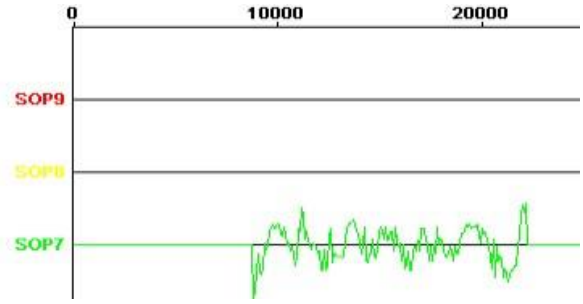


Рис. 28 График полученных статических поправок

6. После сохранения посмотреть в паспорте график статических поправок рис.28.

7. Если есть необходимость можно их вручную откорректировать. Для этого режим View (графический просмотр разделов) заменить на Edit (редактирование существующего раздела). Выбрать необходимый номер закона и скорректировать численные значения. В режиме View посмотреть, как изменились поправки.

8. Получить временной разрез сортировки ОГТ после коррекции статических поправок. Для этого в графе обработке добавить STAT с полученным статическим законом (см. п.7 ручной коррекции статических поправок). Не забыв отключить процедуру AKSP и включить STACK.

Лабораторная работа №5

Основные процедуры обработки данных сейсмической разведки

Деконволюция

Термин «деконволюция» объединяет большой класс самонастраивающихся фильтров, предназначенных для коррекции частотного состава сейсмозаписей. В практике сейсморазведочных работ наиболее используемыми являются импульсная, предсказывающая и корректирующая деконволюции. Цель настоящей лабораторной работы – изучение и практическое освоение импульсной деконволюции (фильтра сжатия), которая входит в стандартный граф обработки данных сейсморазведки во многих регионах.

Краткая теория

Теория импульсной деконволюции (ИД) базируется на сверточной модели сейсмотрассы:

$$S(t) = U(t) \otimes k(t) \qquad (1)$$

U(t) - импульс от взрыва

k(t) – функция коэффициентов отражения в зависимости от двойного времени пробега.

Основное назначение ИД - преобразование оптимальным образом сейсмотрассы в функцию коэффициентов отражения, т.е. сжатие импульса взрыва до единичного импульса.

Из формулы (1) вытекают две основополагающие гипотезы.

Статистическая гипотеза. Функция коэффициентов отражения, а следовательно и сейсмотрасса, является стационарной случайной функцией. Разумеется, реальная сейсмотрасса не является таковой, но может быть легко преобразована к стационарной функции (не меняющей своих свойств со временем) с помощью процедур регулировки амплитуд.

Детерминистская гипотеза. Импульс, распространяющийся от источника возбуждения, имеет определённую форму, которая не меняется во времени. Для сейсмозаписей большой длительности это условие может не соблюдаться, что необходимо учитывать при обработке данных.

В основе теории импульсной деконволюции лежит известное уравнение Колмогорова-Винера. Применительно к обработке сейсмических материалов это уравнение в дискретном виде представлено системой линейных уравнений:

$$\begin{vmatrix} (\varphi_0+\lambda) & \varphi_1 & \cdot\ \cdot\ \cdot & \varphi_n \\ \varphi_1 & (\varphi_0+\lambda) & \cdot\ \cdot\ \cdot & \varphi_{n-1} \\ \cdot & \cdot & \cdot\ \cdot\ \cdot & \cdot \\ \varphi_n & \cdot & \cdot\ \cdot\ \cdot & (\varphi_0+\lambda) \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} h_0 \\ h_1 \\ \cdot \\ h_n \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \cdot \\ C_n \end{vmatrix} \qquad (2)$$

φ - матрица автокорреляционной функции обрабатываемой сейсмотрассы;

λ - энергия случайного шума;

h - искомый оператор фильтра;

C -вектор-столбец, представленный импульсом взрыва, инвертированным во времени.

На практике в большинстве случаев форма исходного импульса и энергия случайного шума неизвестны. Правая часть системы уравнений задаётся как идеализированный минимально-фазовый или нуль-фазовый единичный импульс. Отсюда различаются два варианта фильтрации: минимально-фазовая, наиболее пригодная для обработки полевых сейсмотрасс, и нуль-фазовая, применяемая к сейсмотрассам временного разреза или к сейсмотрассам, ранее обработанным минимально-фазовой деконволюцией. Для расчета оператора фильтра по формуле (2) необходимо задать временной интервал для вычисления функции автокорреляции, желаемый вид фильтра (минимальнофазовая или нуль-фазовая) и значение энергии наложившегося случайного шума.

Чтобы понять физический смысл импульсной деконволюции, рассмотрим уравнение для оператора в частотной области:

$$H(i\omega) = \frac{U^*(i\omega)}{U(i\omega)U^*(i\omega) + \lambda} \qquad (3)$$

$H(i\omega)$ - комплексный спектр искомого оператора фильтра;

$U(i\omega)$, $U^*(i\omega)$ - спектр и комплексно сопряжённый спектр входной сейсмотрассы;

λ - энергия случайного шума.

При $\lambda = 0$ амплитудная частотная характеристика оператора нашего фильтра будет обратной по отношению к частотной характеристике исходного импульса от взрыва, т. е. будет иметь место восстановление ослабленных частот и расширение частотного диапазона сейсмозаписи (рис.29). Отсюда следует и другое название импульсной деконволюции – обратная фильтрация.

Заданием параметра λ обеспечивается устойчивость решения, при расчете оператора, т. к. исключается деление на 0 (см. рис.30). Значение этого параметра подбирается

тестированием. С увеличением параметра снижается эффективность ИД, а при малых значениях возрастают шумы.

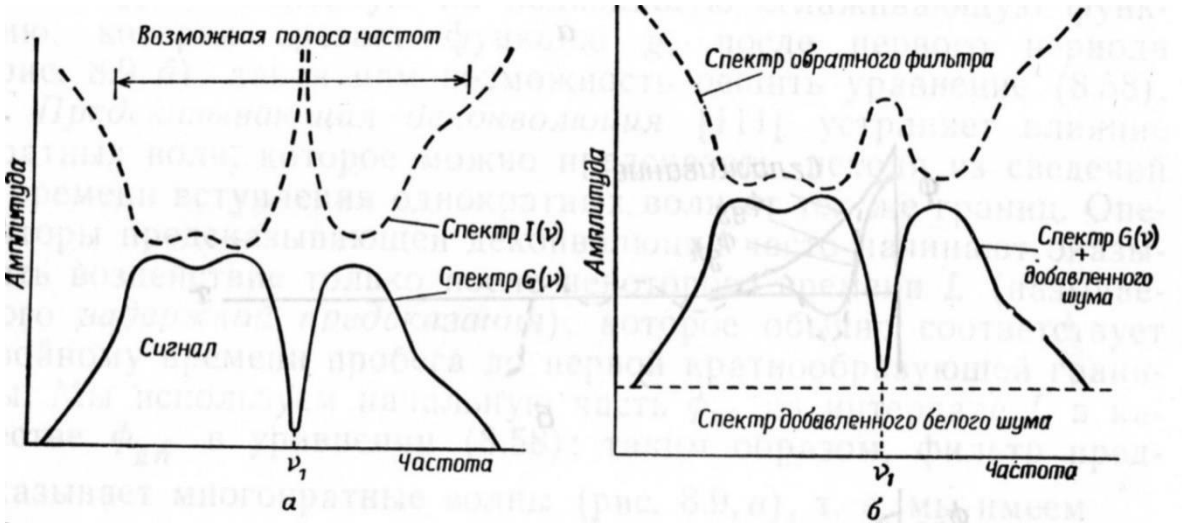


Рис.29 Амплитудные спектры сейсмотрассы и обратного фильтра

Импульсная деконволюция является самонастраивающейся фильтрацией, оператор рассчитывается для каждой сейсмотрассы, и поэтому окончательные результаты во многом определяются входными параметрами, задаваемыми геофизиком. На рис.30 даётся пример обработки сейсмограмм ОПВ деконволюцией с целью повышения разрешённости записи и исправления сейсмограмм за неидентичность взрыва.

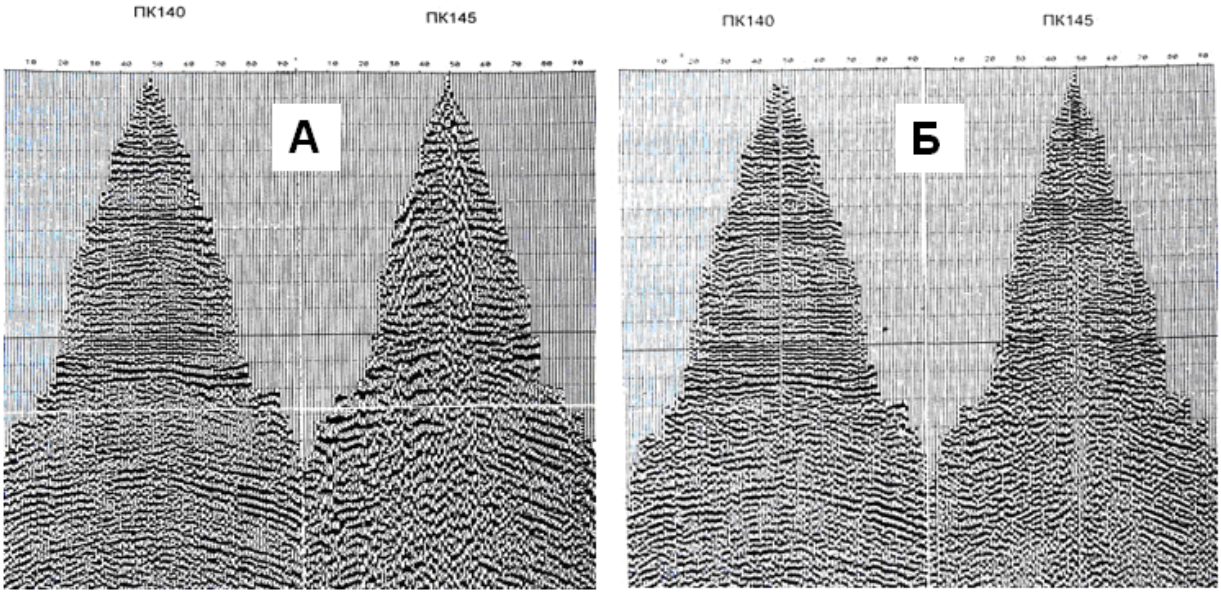


Рис.30 Сейсмограммы до (а) и после (б) обработки деконволюцией

Некоторые аспекты практического применения импульсной деконволюции

1. Основное назначение ИД – повышение разрешенности в результате расширения частотного состава сейсмозаписи. В сочетании с полосовым фильтром (восстановление частотного состава в заданном диапазоне) импульсная деконволюция достаточно

эффективно используется для исправления сейсмотрасс за неидентичность условий возбуждения и приёма упругих колебаний.

2. Основными входными параметрами программы ИД являются:

TB-TE - временной интервал обрабатываемой сейсмотрассы, рекомендуется задавать не менее 0,8 сек; N - длина оператора фильтра (обычно 100-150т); KEY - ключ режима(минимально- или максимально-фазовый); λ - интенсивность случайного шума (микросейсм) на трассе; подбирается опытным путём (обычно в диапазоне от 1 до10%).

3. При обработке записей большой длительности (свыше 3-х сек.) желательно использовать различные обратные фильтры для малых и больших времён (см. детерминистскую гипотезу).

4. Учитывая статистическую гипотезу, амплитуда сейсмотрасс должна быть выровнена во времени перед применением деконволюции.

5. Из всего вышесказанного следует, что перед применением ИД (импульсной

6. деконволюции) необходимо провести пробные (тестовые) рассчёты

с различными параметрами на сейсмограммах хорошего и плохого качества.

Порядок выполнения работы

1. Оценить частотный состав исходных сейсмотрасс.
2. Выровнять амплитуду сейсмотрасс во времени, используя линейные процедуры регулировки усиления.
3. На сейсмограммах различного качества протестировать работу программы ИД с различным значением λ (1,5 и 10%)
4. Сравнивая результаты обработки с исходными данными выбрать входные параметры и выполнить обработку сейсмограмм для всего профиля (рис.31).

```
INFILENAME=D:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.S06
OUTFILENAME=D:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.S16
PASSNAME=D:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.PAS
WORKPATH=C:\DOCUME~1\ADMIN\LOCALS~1\TEMP\
MUTEFILE=CHIRP24.MUT
OUTMODE=SP
QTR=240
DT=4
INTX=10000,21000,100
INTT=0,3100
INTL=1,48,1
INTR=49,96,1
OFFSETS=0,32000
JOBS=
ARU=Y,1000,400,5
STAT=Y,1,1
STAT=Y,3,3
```

```
NMOGRK=Y,20,0,0.500000,1,2,3,4,6
DECON=Y,1,5,51,400,2000,0
MUT=Y,-9999999,9999999,CHIRP24.MUT
FILTER=Y,101,20,70
END
```

Рис. 31 Примерный граф обработки сейсмограмм

5. Оценить частотный состав обработанных сейсмограмм.

6. Выбрать на профиле 3 сейсмограммы, существенно отличающиеся по частотному составу, и обработать их программой деконволюции с последующей полосовой фильтрацией (f=20÷70Гц). Применяя частотный анализ качественно оценить неидентичность сейсмограмм по частотному составу до, и после обработки.

7. Получить временной разрез сортировки ОГТ после деконволюции (рис.32).

```
INFILENAME=D:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.S06
OUTFILENAME=D:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.S16
PASSNAME=D:\DATAZ\CHIRP24\CHIRP24.PAS
WORKPATH=C:\DOCUME~1\ADMIN\LOCALS~1\TEMP\
MUTEFILE=CHIRP24.MUT
OUTMODE=SP
QTR=240
DT=4
INTX=10000,21000,100
INTT=0,3100
INTL=1,48,1
INTR=49,96,1
OFFSETS=0,32000
JOBS=
ARU=Y,1000,400,5
STAT=Y,1,1
STAT=Y,3,3
NMOGRK=Y,20,0,0.500000,1,2,3,4,6
DECON=Y,1,5,51,400,2000,0
MUT=Y,-9999999,9999999,CHIRP24.MUT
FILTER=Y,101,20,70
STACK=Y,50
NORM=Y,1000,400,2500
END
```

Рис. 32 Граф обработки сейсмограмм после деконволюции

Отчётность

Текстовая часть отчёта содержит краткое описание физического смысла ИД, её применение для обработки данных сейсморазведки, обоснование графа обработки и выбранных параметров. Графическая часть должна быть представлена результатами обработки двух-трёх сейсмограмм различного качества в сопоставлении с исходными данными.

Самостоятельная работа для закрепления материала 1-4 лабораторных работ

Цель – закрепление лекционного и практического материала

Задание – обработать заданный по вариантам профиль

Отчёт

отчёт должен включать:

- информацию о профиле (описание расстановки, тип системы наблюдения, длина профиля, количество сейсмограмм)

- ход работы и описание всех используемых процедур

- полученные разрезы

1) первичные временные разрезы сортировки ОПВ, ОПП, ОГТ

2) временной разрез сортировки ОГТ после коррекции кинематических поправок

3) временной разрез сортировки ОГТ после ручной коррекции статических поправок

4) временной разрез ОГТ с уточненными кинематическими поправками

5) временной разрез ОГТ после автоматической коррекции статических поправок

6) временной разрез ОГТ с деконволюцией

7) окончательный временной разрез сортировки ОГТ с процедурой CORWIN

Размеры вывода разрезов на бумагу – формат А4

- краткие заключения по каждому разрезу.

Лабораторная работа 5

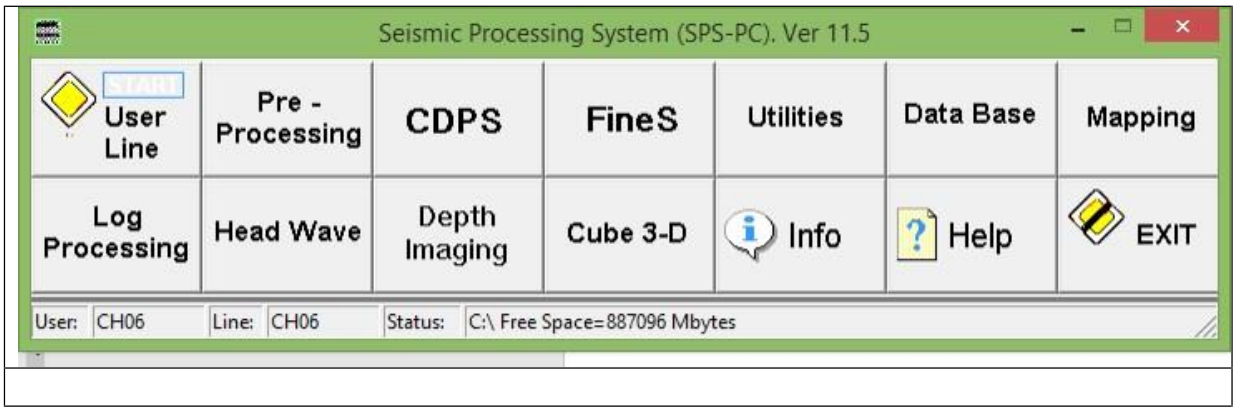
Изображение системы наблюдений МОГТ 2D в SPS_PC

1. Порядок построения системы наблюдений МОГТ2D в обрабатывающей системе SPS_PC

Входные параметры: имя пользователя название профиля координаты площади, название площади исследований, тип профиля, тип источника, параметры системы наблюдения (интервал ПП и ПВ, количество активных каналов, максимальное удаление источник – приемник, положение ПВ в регистрирующей расстановке, наличие или отсутствие области профиля без точек ОСТ

Выходные данные: графическое изображение системы наблюдений для заданного профиля.

Для построения системы наблюдений МОГТ2D запускается модуль PreProcessing из главного меню программы:



В окне модуля PreProcessing в разделе описания геометрии - Geometry Description выбирается опция съемки МОГТ2D – 2D Survey Design. В открывшейся панели «Планирование и расчет наблюдений 2D создается (кнопка Create) новый файл, который следует выделить в списке файлов, как показано на рис.

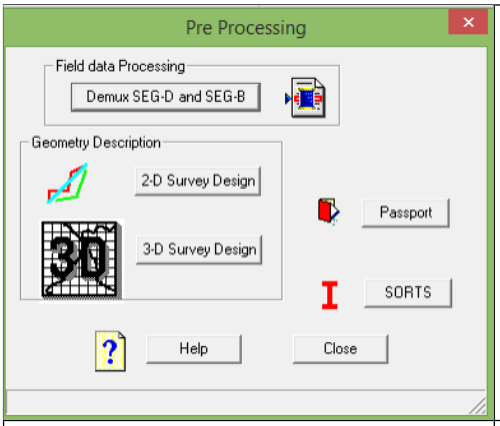
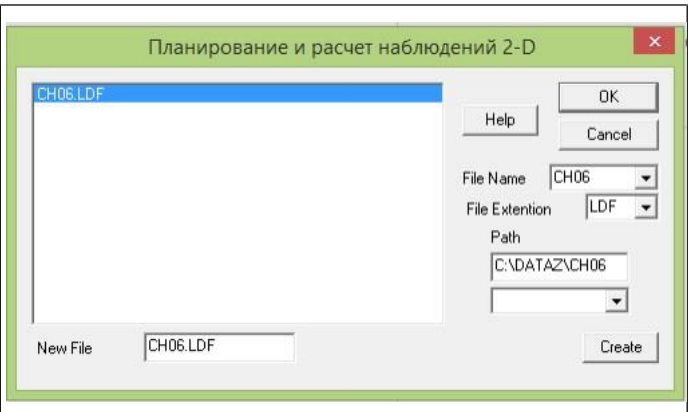


Рис. Окно модуля PreProcessing



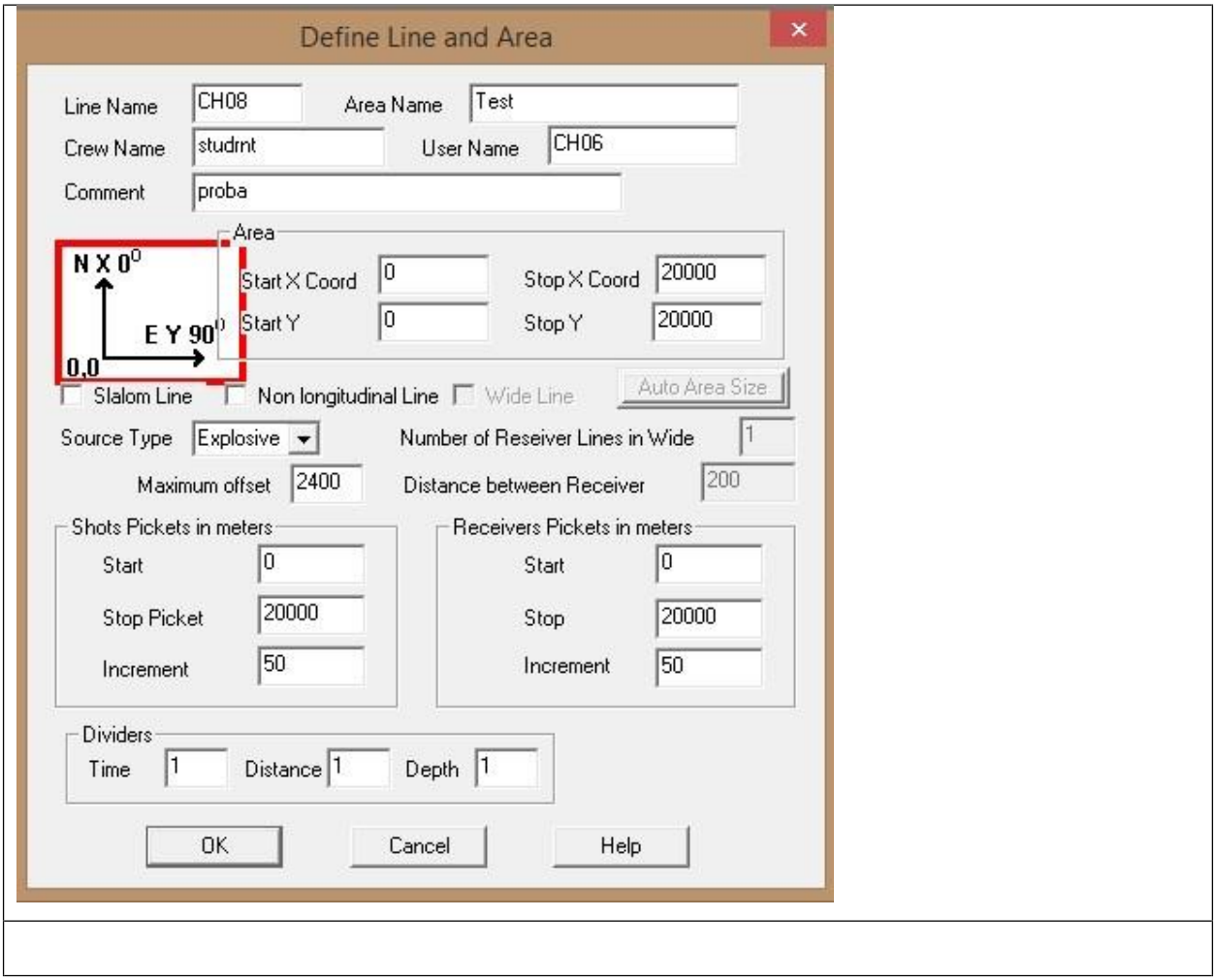
Окно чтения/создания файла геометрии



В открывшемся окне 2D Survey Design описать геометрию профиля. С этой целью задать параметры системы наблюдений последовательно вызывая режимы описания:

- Line Area – описание профиля и площади,
- Cable – описание активной приемной расстановки,
- Design - расчет и построение системы наблюдений.

При нажатии кнопки Line Area появится окно описания профиля и площади (рис.)



Вторым этапом являются операции по построению профиля и площади, которые выполняются в специальном окне (описание профиля и площади).

В окне описание профиля и площади исследований указываются:

- координаты площади X, Y, в пределах которой расположен профиль (ось X ориентирована на север, ось Y на восток), если уже определены профили приема и возбуждения, то появляется возможность автоматического определения размеров площади

- тип профиля - нужно выбрать один из трех предложенных профилей: нелинейный профиль, непродольный профиль либо широкий профиль,
- тип источника возбуждения - возможны четыре варианта: взрывной, вибросейсм, импульсный, импульсно-взрывной.
- максимально возможное абсолютное значение выноса приемника от проекции источника на профиль наблюдения (для продольных профилей).
- для профилей приема и профиля наблюдений указываются в метрах с учетом делителя расстояний:
- максимальный пикет;
- минимальный пикет;
- шаг пикетажа.

Третий этап заключается в определении стандартных параметров расстановки. В этом окне производится выбор следующих параметров:

- максимально возможное количество магнитограмм, отработанных от одного пункта возбуждения (не более 255);
- количество трасс в одной магнитограмме (канальность сейсмостанции);
- номер канала сейсмостанции на котором заканчивается первый регулярный шаг пунктов приема;
- максимально возможное абсолютное значение выноса приемника от проекции источника на профиль наблюдения.

Четвертый этап обработки - описание профиля, выполняемое в два приема.

1. Описание положения профиля приема на местности в декартовых координатах. При обработке широкого профиля описывается центральный базовый профиль. Остальные профили должны быть параллельными ему.

2. Описание магнитограмм на профиле по рапортам оператора. Только при полном описании профиля возможна работа с профилем с другими процедурами системы SPS-PC.

При описании магнитограмм направления профиля возбуждения и профиля приема могут быть различными.

Программа контролирует правильность соответствия пикетов и координат. С точки зрения геодезии диагональ пикетов не должна отличаться от диагонали координат более чем на 1/200 . При выходе из режима программа проверяет правильность описания профилей с точностью, заданной ранее. О встреченных ошибках выдается предупреждение.

2. Проектирование центральной системы наблюдения

Пусть на основании ряда расчетов на стадии проектирования мы решили использовать центральную систему наблюдений со следующими количественными параметрами:

- кратность наблюдений N=36
- канальность используемой аппаратуры S=145
- интервал возбуждения упругих волн Δl=100 м.
- шаг между каналами Δx=50 м.

В соответствии с принятыми параметрами выполним построение площади.

Вначале выполняется предварительная обработка. В предварительную обработку входит построение площади и профиля исследований. Для входа в эту программу необходимо щелкнуть кнопкой мыши на значке описание профиля и площади исследований (**В меню Edit->Define Line and Area или при нажатии кнопки Line Area на панели инструментов**).

. После открытия программы построение площади и профиля исследований первым делом заполняется, так называемый паспорт профиля. В этом окне необходимо заполнить:

- имя профилю/ Line Name (MODELK),

- название площади/ Area Name (Synthetic records),

- название полевой партии/ Crew Name (DEMO_2D),

- имя обработчика/ User Name (Sergey)

- комментарий (SPS-PC Processing system).

Далее в окнах с декартовыми координатами (**Area)** определяющими геометрию профиля указываются:

- начало и конец профиля по оси X (север) в нашем случае от -500 до 2500,
- начало и конец профиля по оси Y (восток) от –500 до 10500.

После необходимо указать тип источника **Source Type** (взрывной).

Определить максимально возможное абсолютное значение выноса приемника от проекции источника на профиль наблюдения. Затем идет окно в котором заполняем минимальный пикет (0, 0), максимальный пикет (10000, 10000) и шаг пикетажа (50, 100) для профилей приема и профилей возбуждения. Остается только проставить все делители, для простоты понимания и наглядности принимаем все делители равными 1.

Следующим важным этапом идет описание стандартной расстановки **(в меню Edit->Set Cable или при нажатии кнопки Cable на панели инструментов)** в которой заполняем такие данные:

максимально возможное количество магнитограмм (**Max Number of Records per Shot Points**), отработанных от одного пункта возбуждения – 2.

количество трасс в одной магнитограмме **(Number of Traces per Record)** – 48.

номер канала сейсмостанции на котором заканчивается первый регулярный шаг пунктов приема **(First Trace Number)** – 48.

расстояние этого канала от первого канала сейсмостанции **(Offset)**-

номер канала сейсмостанции с которого начинается второй регулярный шаг пунктов приема **(Second Trace Number)** – 0.

номер канала сейсмостанции на котором заканчивается второй регулярный шаг пунктов приема **(Third Trace Number)** – 0.

Также к каждому значению необходимо определить расстояние этого канала от первого канала сейсмостанции.

Следующим этапом является расчет схемы наблюдения **(в меню Edit->Survey Design или при нажатии кнопки Design на панели инструментов)**.

Профиль приема **(Define and Edit Receive Line)** должен быть описан на местности триадами значений в точках излома.

Picket - Пикет точки излома профиля возбуждения

X-координата точки излома профиля приема

Y-координата точки излома профиля приема

По крайней мере две точки излома всегда должны быть указаны (начало и конец профиля)

Пикетаж профиля не должен выходить за пределы указанных при определении профиля и площади.

Описание магнитограмм **(Define and Edit Shot Line)** представляет собой таблицу в которую заносится каждая магнитограмма **(Field MG)**. Полевой номер магнитограммы должен быть уникальным для каждой МГ– 1,2,3…

пикет точки возбуждения на профиле возбуждения**(Picket)** - 0,100,200..

пикет первого канала расстановки на профиле приема**(Cable Picket)** - -3600,-3500,-3400…

номер канала сейсмостанции на котором заканчивается первый регулярный шаг пунктов приема **(Trace2) –** 145,145,145..

Distance2 расстояние канала **Trace2** от первого канала сейсмостанции – 7200,7200,7200...

Конечный результат, получаемый по окончанию этих операций является площадь исследований с изображенными на ней профилями (см рис.1) и схема наблюдений (рис.2)

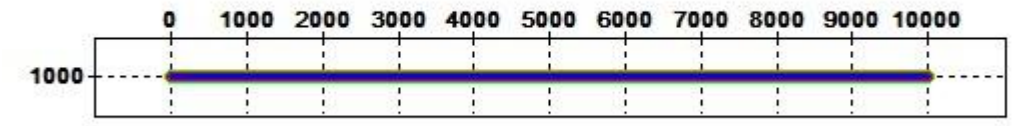


Рис.1 Площадь исследований с изображенными на ней профиля работ

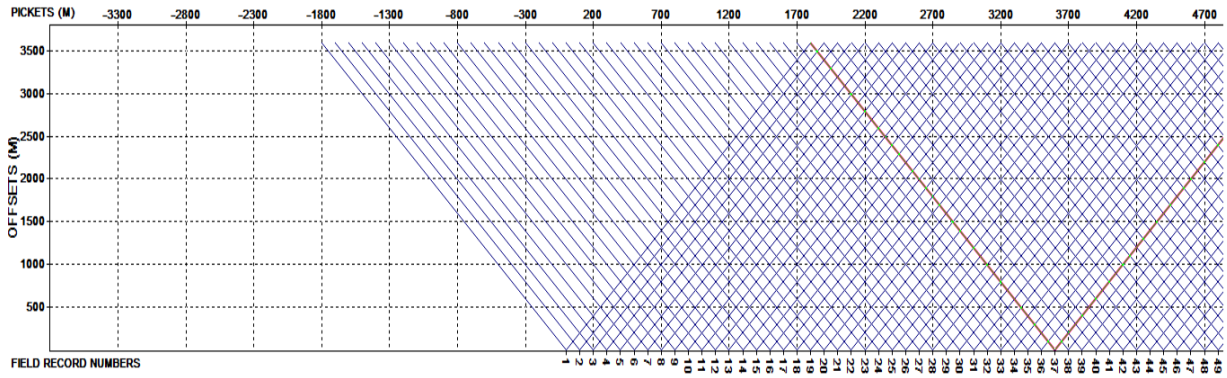


Рис.2 Схема наблюдений

Для того чтобы обрезать систему наблюдений именно под нашу площадь нужно в начале и в конце профиля работ скорректировать данные в описании магнитограмм (**Define and Edit Shot Line)**

заносится каждая магнитограмма **(Field MG).** Полевой номер магнитограммы должен быть уникальным для каждой МГ– 1,2,3…

пикет точки возбуждения на профиле возбуждения**(Picket)** - 0,100,200..

пикет первого канала расстановки на профиле приема**(Cable Picket)** – с 1 по 37 магнитограмму поставить значения 0

номер канала сейсмостанции на котором заканчивается первый регулярный шаг пунктов приема **(Trace2) –** с 1 по 37 магнитограмму поставить значения 73, 75, 77…145; с 65 по 101 магнитограмму поставить значения 145, 143, 141…73

Distance2 расстояние канала **Trace2** от первого канала сейсмостанции - с 1 по 37 магнитограмму поставить значения 3600, 3700,3800…7200; с 65 по 101 магнитограмму поставить значения 7200, 7100,7000… 3600/

Конечный результат схемы наблюдения работы показан на (рис.3)

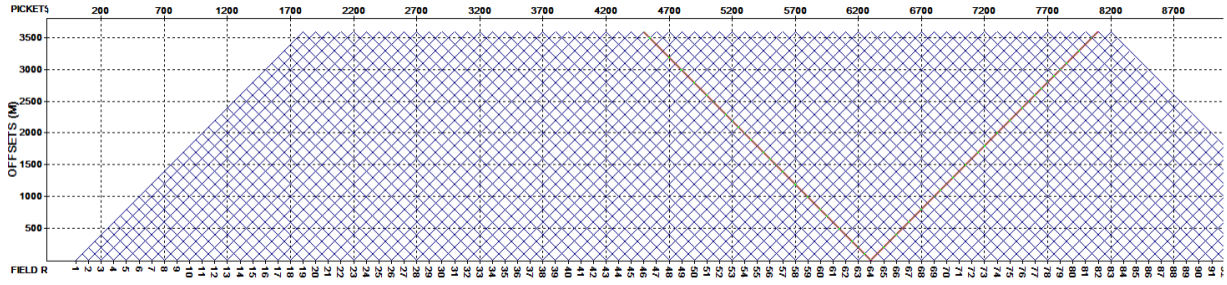


Рис.3 Схема наблюдений

Задание.

Построить на этой же площади схему наблюдений со следующими параметрами:

№ вар.	Тип системы наблюдений	Расстояние между пунктами приёма, м	Шаг между пикетами возбуждения, м	Кратность системы наблюдения	База расстановки, м	Количество каналов в расстановке
1	центральная	50	100	40	8000	161
2	центральная	100	100	48	9600	97
3	центральная	50	100	48	9600	193
4	центральная	100	100	64	12800	129
5	центральная	50	100	24	4800	97
6	центральная	100	100	36	7200	73
7	центральная	50	50	48	4800	97
8	центральная	50	100	12	2400	49

Лабораторная работа №6

Расчет и ввод априорных статических поправок

При обработке сейсмограмм ОГТ геологические среды представляются сравнительно простыми моделями. Например, поверхность наблюдений предполагают плоской и горизонтальной, отражающую границу считают плоской, а покрывающую ее толщу считают однородной и изотропной и т.д. Реальные среды могут сильно отличаться от подобных моделей. Для устранения несоответствия наблюдаемых данных принятым моделям, вводят специальные поправки. Поправки за неоднородность верхней части разреза, которые зависят лишь от положения точки приема (возбуждения) и не зависят от времени вступления волны, называются *статическими*. На величины статических поправок влияют отметки рельефа, глубины взрывных скважин, мощности верхней части разреза и значения скоростей упругих волн в ней. При вводе статических поправок фактические времена пробега упругих волн приводятся к идеальным условиям, когда источники и приемники располагаются на единой горизонтальной плоскости – поверхности (линии) приведения. *Линия приведения* всегда выбирается ниже наиболее изменчивой части разреза.

Статические поправки вводят в два этапа. На первом этапе для каждой сейсмической трассы рассчитывают и вводят априорные (предварительные) поправки, на втором - проводят коррекцию (уточнение) статических поправок.

Постановка задачи

Рассмотрим наиболее простую модель, применяемую при расчете априорных статических поправок. Обозначим отметки рельефа земной поверхности как $h_{РЕЛ}$, отметки подошвы зоны малых скоростей $h_{ЗМС}$, отметку линии приведения $h_{ЛП}$, вертикальное время во взрывной скважине $t_{В}$. Предположим, что скорость распространения упругих волн в зоне малых скоростей (ЗМС) постоянна и равна $V_{ЗМС}$, а скорость в интервале от подошвы ЗМС до линии приведения - V. ПВ находится в точке с номером i, а приемник в точке j.

Пусть при регистрации сейсмограмм сейсмоприемники располагаются на поверхности земли, а источники возбуждения представляют собой взрывы в скважинах. Тогда, чтобы привести реальные времена прихода к плоскости приведения, в каждую сейсмическую трассу ОГТ необходимо ввести две поправки: за положение пункта взрыва (ПВ) - $\theta_{ПВ}(i)$ и за положение пункта приема (ПП) - $\theta_{ПП}(j)$.

Поправка за ПП рассчитывается следующим образом:

$$\theta_{ПП}(j) = \frac{\Delta h_1(j)}{V_{ЗМС}} + \frac{\Delta h_2(j)}{V},$$

где $\Delta h_1(j)$ - расстояние от точки приема до подошвы ЗМС в пункте приема, $\Delta h_2(j)$ – *расстояние от* подошвы ЗМС до линии приведения в пункте приема.

Поправка за ПВ может быть рассчитана на базе поправки за ПП (в *i*-точке профиля) и вертикального времени t_B:

$$\theta_{ПВ}(i) = \theta_{ПП}(i) - t_B(i),$$

где $t_B(i)$- вертикальное время на *i*-м пикете (время прохождения волны от забоя скважины до дневной поверхности).

Суммарная статическая поправка для трассы соответствующей ОГТ с номером $(i+j)/2$, находится путем сложения этих двух поправок, взятых для пикетов приема и взрыва, соответствующих выбранной точке ОГТ:

$$\theta_{ОГТ}((i+j)/2) = \theta_{ПВ}(i) + \theta_{ПП}(j).$$

В трассу сейсмограммы ОГТ эта поправка вводится со знаком минус.

Задание

В таблице Excel для определенного пикета ОГТ даны отметки поверхности рельефа, подошвы ЗМС, линии приведения, глубина взрывных скважин, отметки забоя скважин, наблюденные времена для годографа ОГТ. Рассчитать и ввести априорные статические поправки, при расчете поправки за ПВ учитывать разрез ЗМС на листе “Графики”. Построить график исправленного годографа ОГТ с введенными статическими поправками.

Список литературы

1. Бондарев В. И., Крылатков С.М., 2006. Получение сейсмических изображений геологической среды. Учебное пособие для вузов. Екатеринбург: Издательство УГГУ.- 304 с.

2. Урупов А.К., 2004, Основы трехмерной сейсморазведки.- М.: Изд-во “Нефть и газ” РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина.- 584 с.

3. Сейсморазведка: Справочник геофизика, 1990.-Под ред. В.П. Номоконова.- М.: Недра, Т.1. – 336 с., Т.2. – 400 с.

4. Шерифф Р., Гелдарт Л., 1987, Сейсморазведка. Пер. с англ. - М.: Мир, Т.1. - 447 с., Т.2. - 400 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОБРАБОТКА ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ»

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

специализация

Сейсморазведка

Автор: Крылевская А.Н.

ЗАДАНИЕ ПО КУРСОВОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОБРАБОТКА ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ»

Исходные данные:

- файл с полевыми сейсмограммами (по вариантам),

- файл паспорта

-файл геометрии

- файл мьютинга

Для выполнения задания используйте методические указания по выполнению практических работ.

Задание№1: **5 баллов**

1. В программу SPS-PC загрузить сейсмограммы (по вариантам)

2. Получить первичные временные разрезы сортировки ОПВ, ОПП, ОГТ
3. Написать отчёт

Содержание отчета

1. Описать ход работы (как подгружаются сейсмограммы, как составляется граф обработки, как получать временные разрезы)
2. Описать исходные данные (геометрия, качество полевого материала, априорный скоростной закон и стат. поправки), все материалы демонстрировать рисунками
3. Описать граф обработки (описать все процедуры, которые используете)
4. Показать временные разрезы (один разрез должен занимать всю страницу А4, заголовок должно быть видно)
5. Вставить историю из программы к каждому разрезу
6. Провести анализ полученных результатов

Задание №2: **5 баллов**

1. Получить скоростные законы каждые 500 метров
2. Получить временные разрезы после коррекции кинематики
3. Получить корректирующие статические поправки
4. Получить временной разрез после коррекции кинематических и статических поправок
5. Написать отчёт

Содержание отчёта.

1. Описать сущность статических и кинематических поправок
2. Описать ход работы (получение скоростных законов и получение статических поправок)
3. Показать временные разрезы (один разрез должен занимать всю страницу А4, заголовок должно быть видно)
4. Вставить историю из программы к каждому разрезу
5. Провести анализ полученных результатов

Задание №3: **10 баллов**

1. Изучить и описать процедуру DECON. Составить граф обработки, получить временной разрез
2. Изучить и описать процедуру MUT. Составить граф обработки, получить временной разрез
3. Изучить и описать процедуру CORWIN. Составить граф обработки, получить временной разрез
4. Изучить и описать процедуру миграции. Выполнить миграцию 15 градусов для последнего временного разреза (выполняется в окне FineS, в приложенном файле, написала инструкцию)

Содержание отчёта.

1. Описать сущность процедур DECON, MUT, CORWIN
2. Описать ход работы
3. Показать временные разрезы (один разрез должен занимать всю страницу А4, заголовок должно быть видно)
4. Вставить историю из программы к каждому разрезу
5. Провести анализ полученных результатов

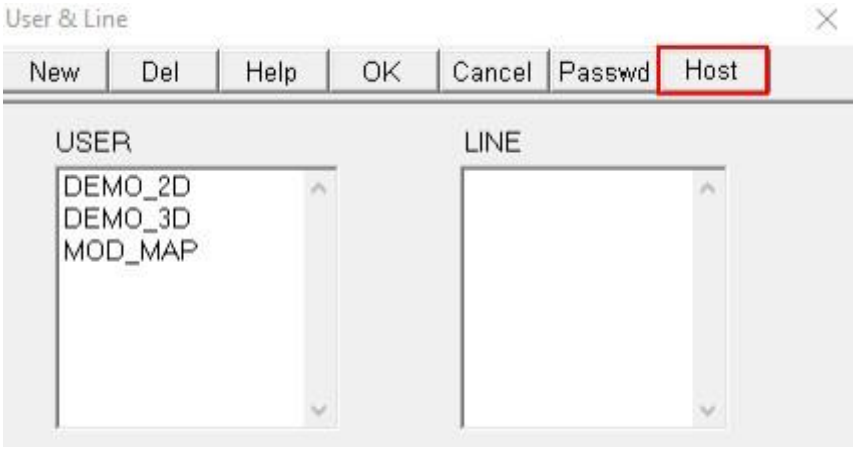
Инструкция

1. Как подгрузить сейсмограммы в программу SPS-PC

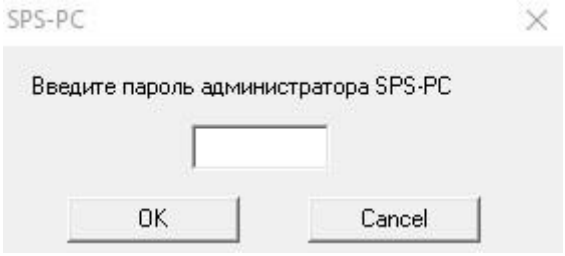
заходим в блок User Line

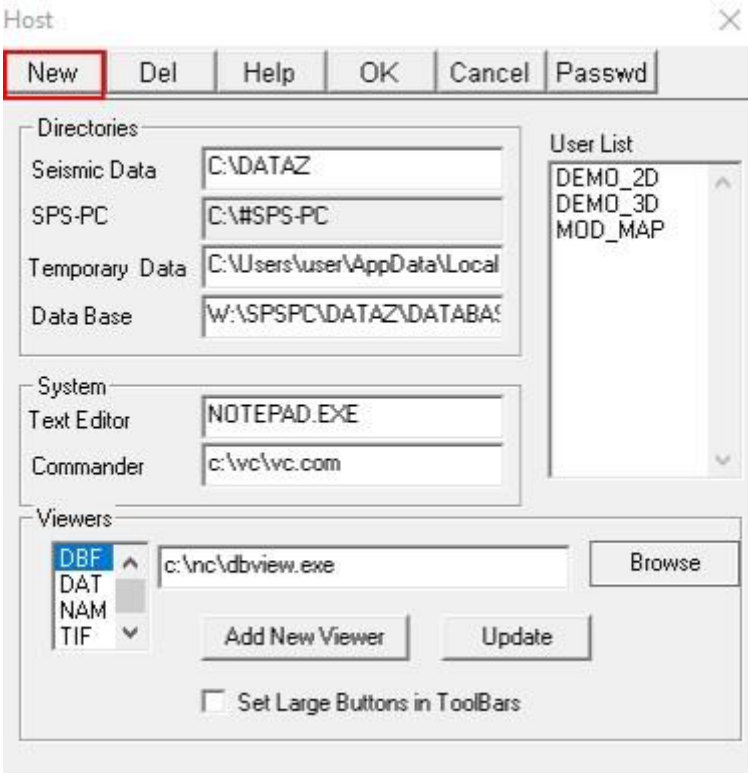


Нажимаем кнопку Host



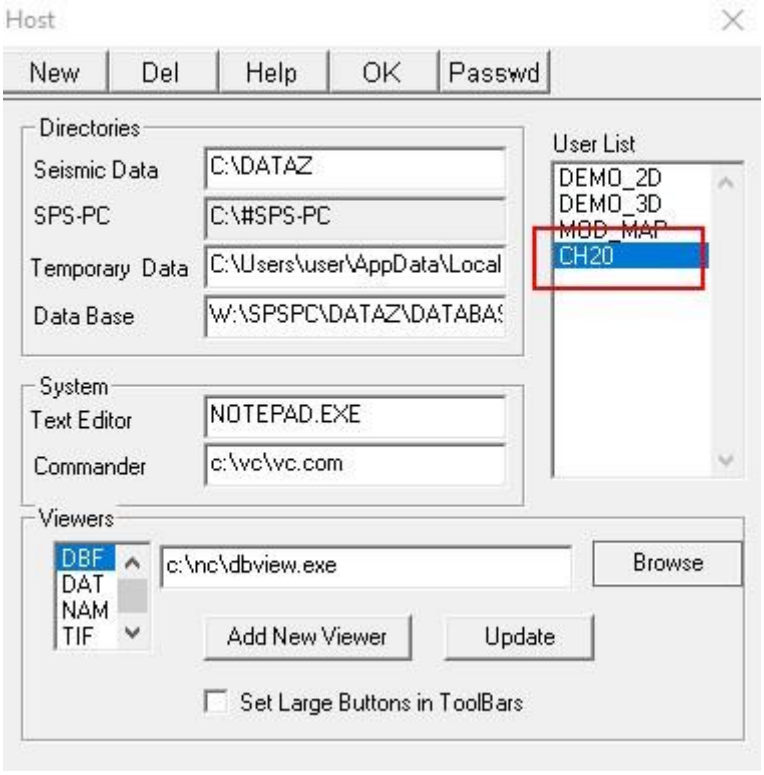
Пароль не вводим, нажимаем ОК

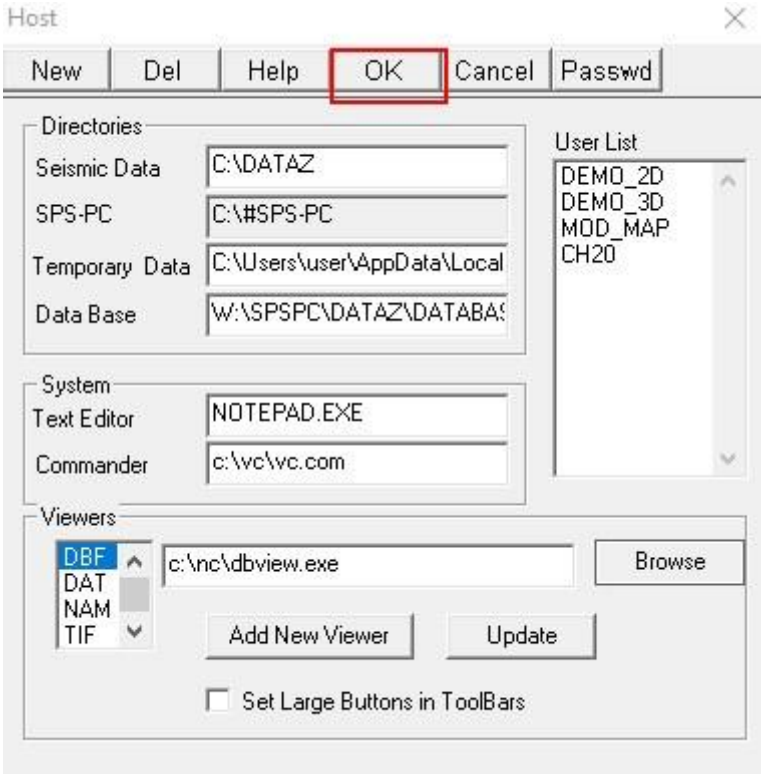


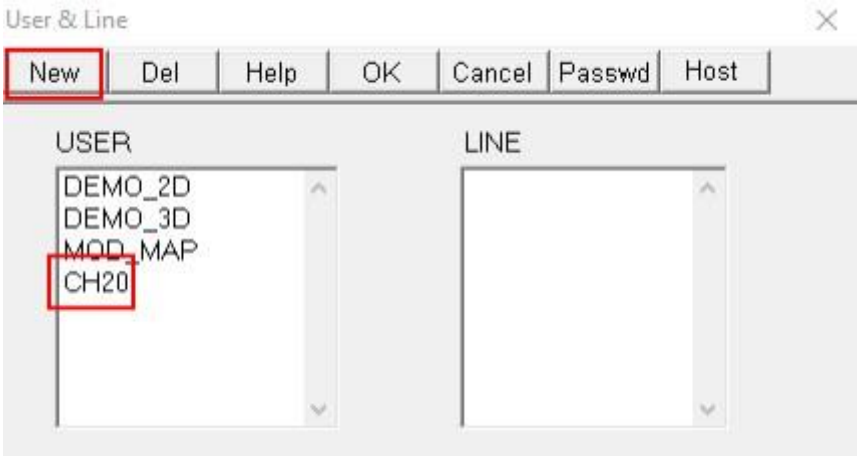


Указываем имя пользователя (имя даём по варианту СН+номер варианта, как в примере для 20 варианта)

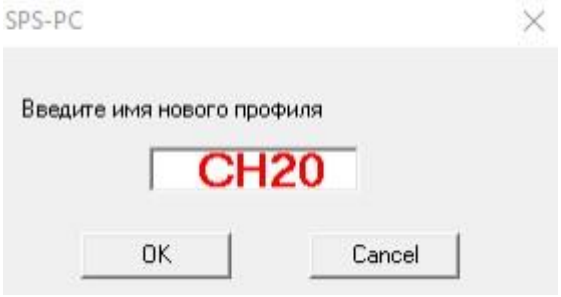


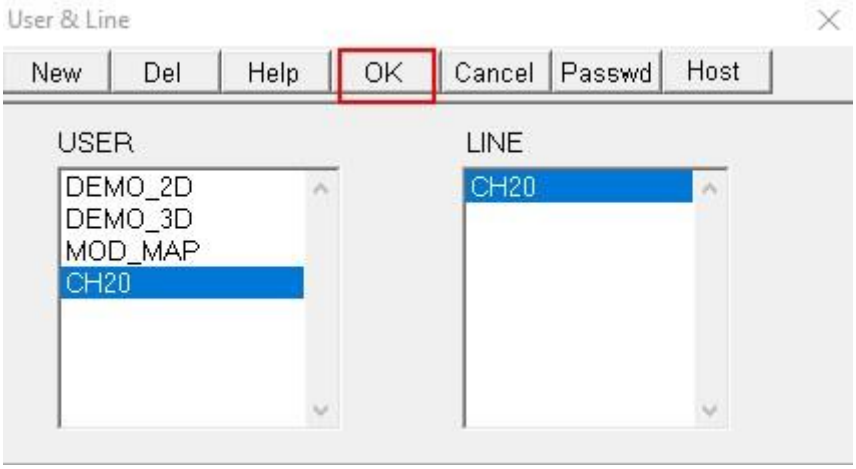

Host
New
Del
Help
OK
Passwd
Directories
Seismic Data
C:\DATAZ
SPS-PC
C:\#SPS-PC
Temporary Data
C:\Users\user\AppData\Local
Data Base
W:\SPSPC\DATAZ\DATABAS
User List
DEMO_2D
DEMO_3D
MOD_MAP
CH20
System
Text Editor
NOTEPAD.EXE
Commander
c:\vc\vc.com
Viewers
DBF
DAT
NAM
TIF
c:\nc\dbview.exe
Browse
Add New Viewer
Update
Set Large Buttons in ToolBars


Host
New
Del
Help
OK
Cancel
Passwd
Directories
Seismic Data
C:\DATAZ
SPS-PC
C:\#SPS-PC
Temporary Data
C:\Users\user\AppData\Local
Data Base
W:\SPSPC\DATAZ\DATABAS
User List
DEMO_2D
DEMO_3D
MOD_MAP
CH20
System
Text Editor
NOTEPAD.EXE
Commander
c:\vc\vc.com
Viewers
DBF
DAT
NAM
TIF
c:\nc\dbview.exe
Browse
Add New Viewer
Update
Set Large Buttons in ToolBars

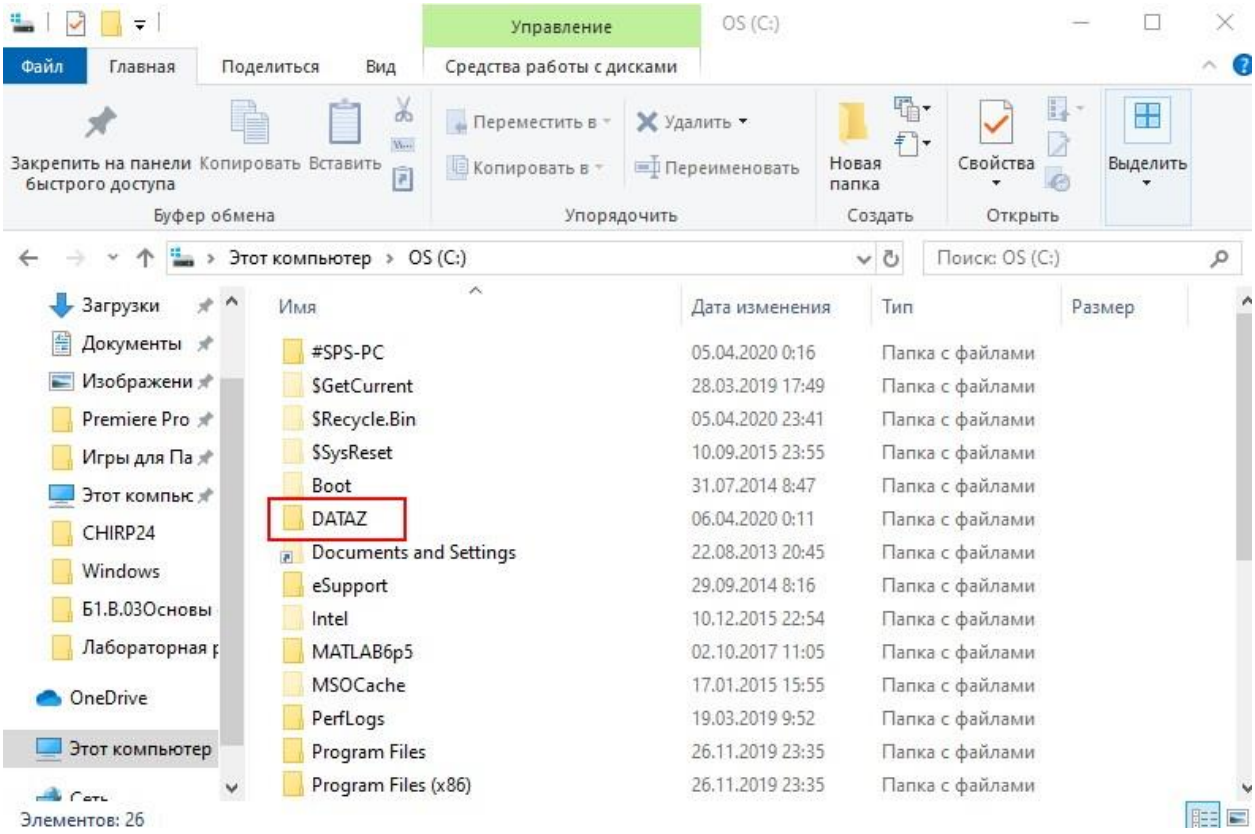


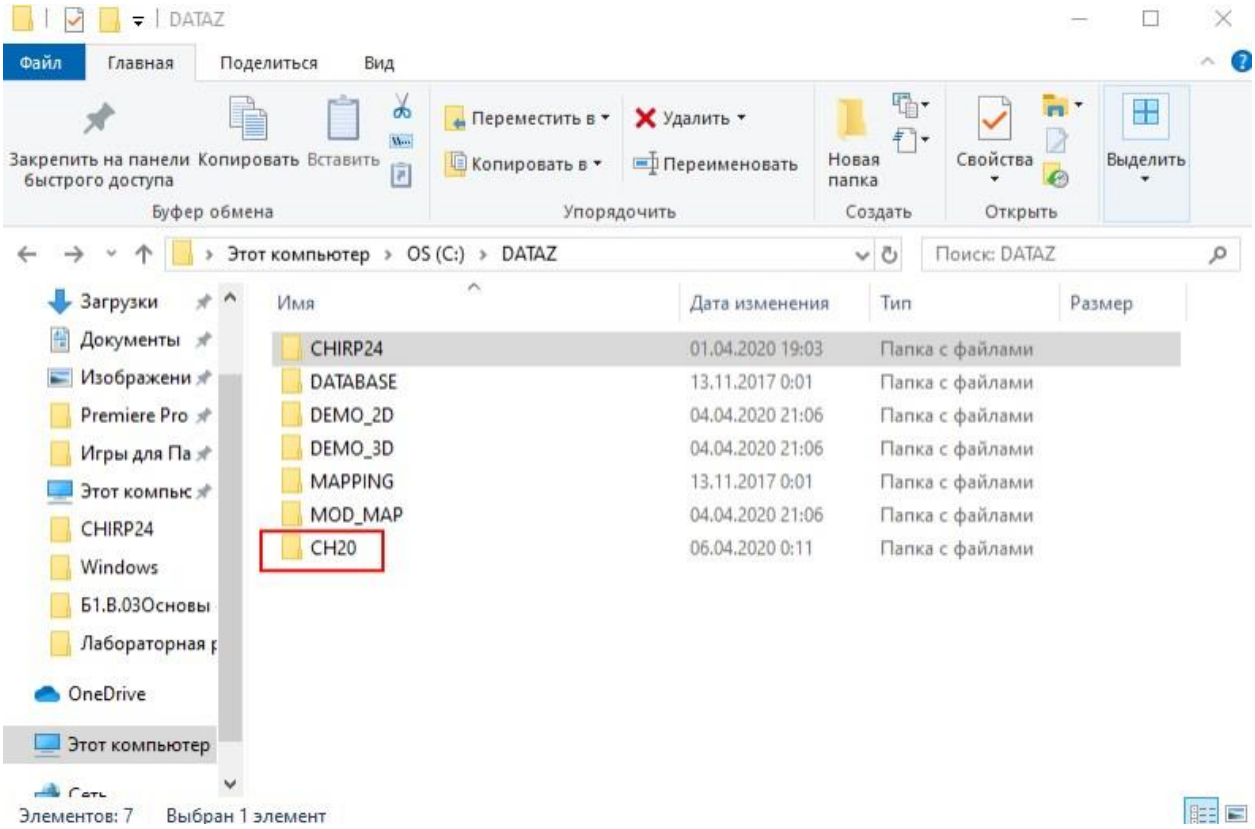
Нажимаем New и задаём имя профиля, такое же как имя пользователя





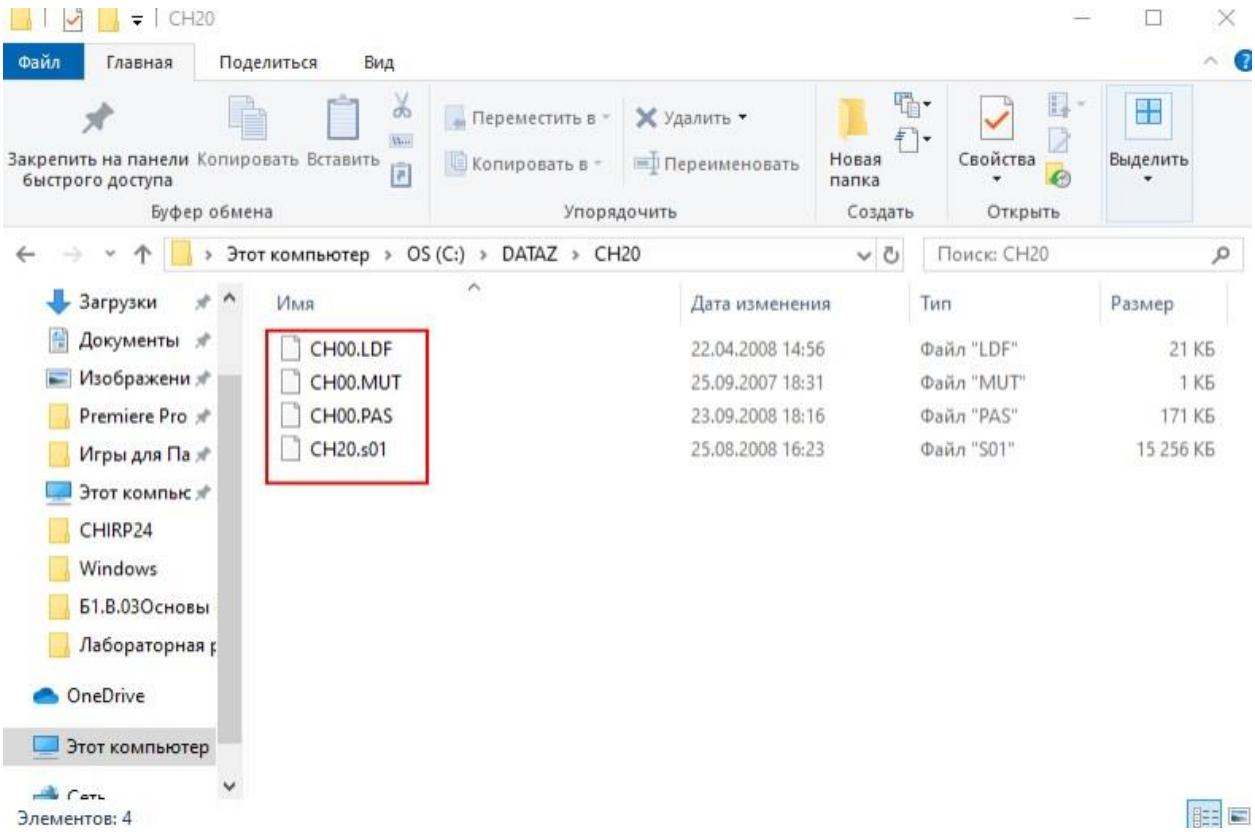
Теперь в папке DATAZ должна появиться папка с таким названием CH20



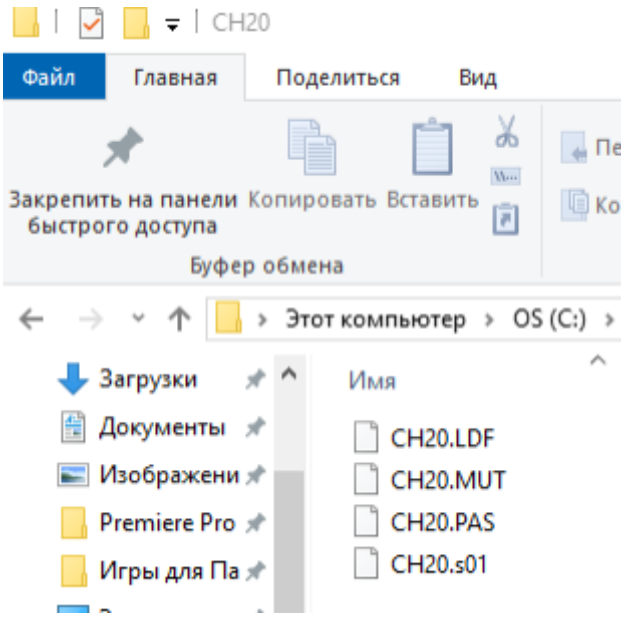


Закидываем в эту папку 4 файла из **ПАПКИ CH (папка которая лежит на яндекс диске).**

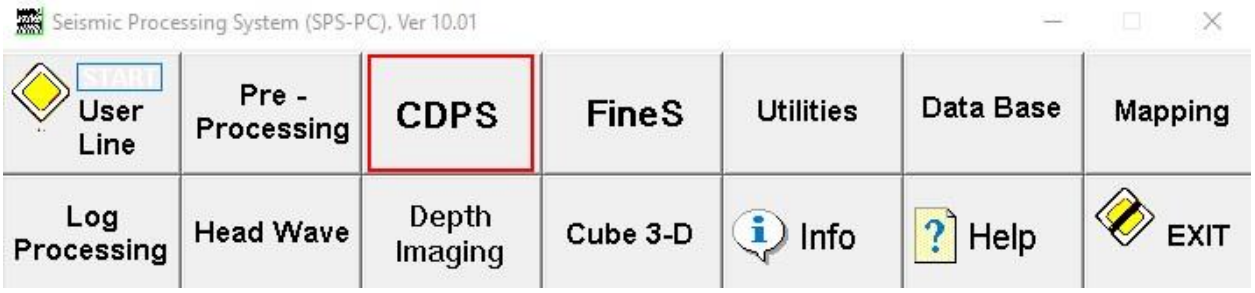
Вам понадобятся файлы с расширением .LDF, .MUT, .PAS и .s01(по варианту)



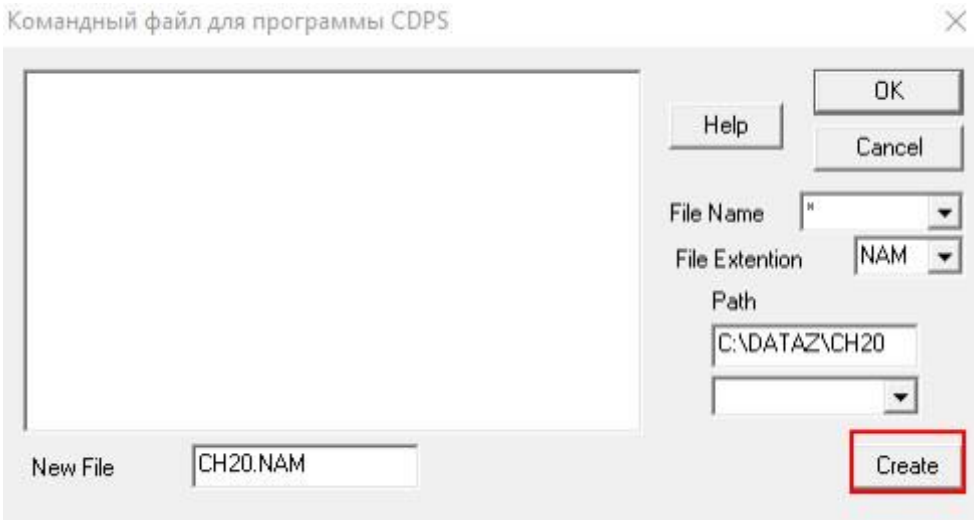
Переименовываем все файлы



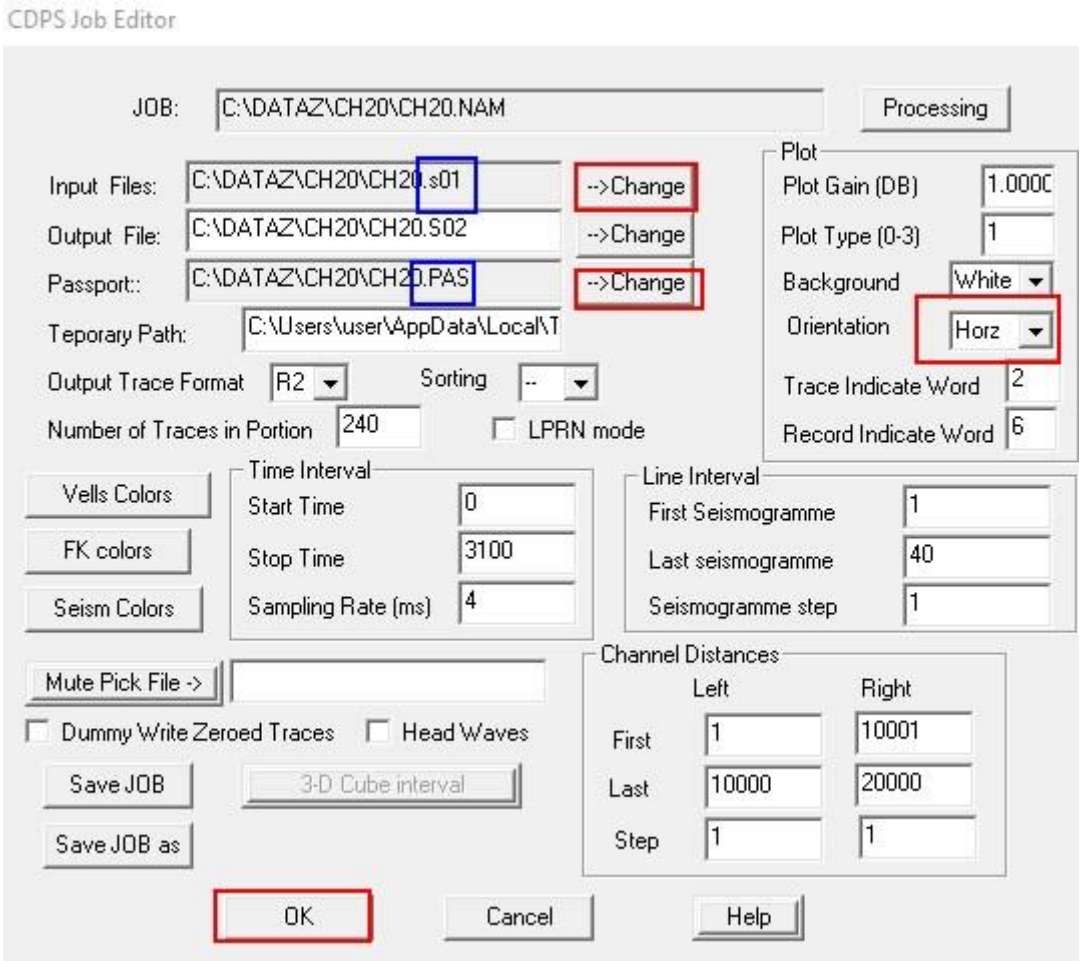
2. Открываем и просматриваем исходные сейсмограммы



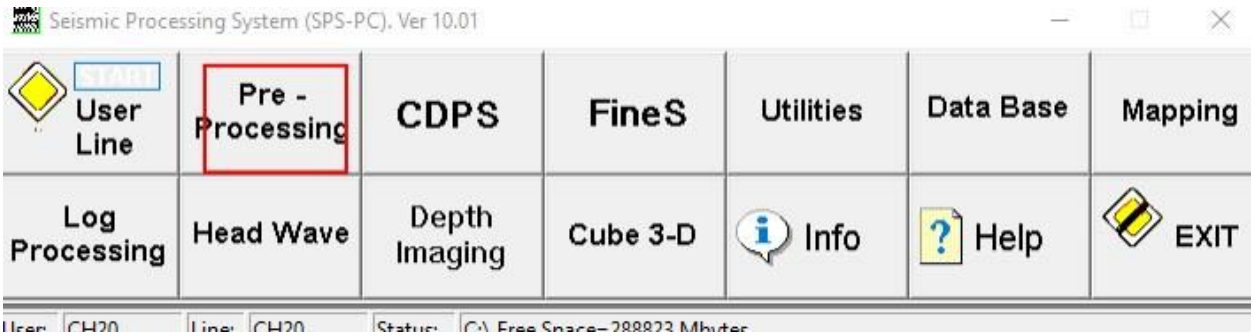
Create - создаём новое задание

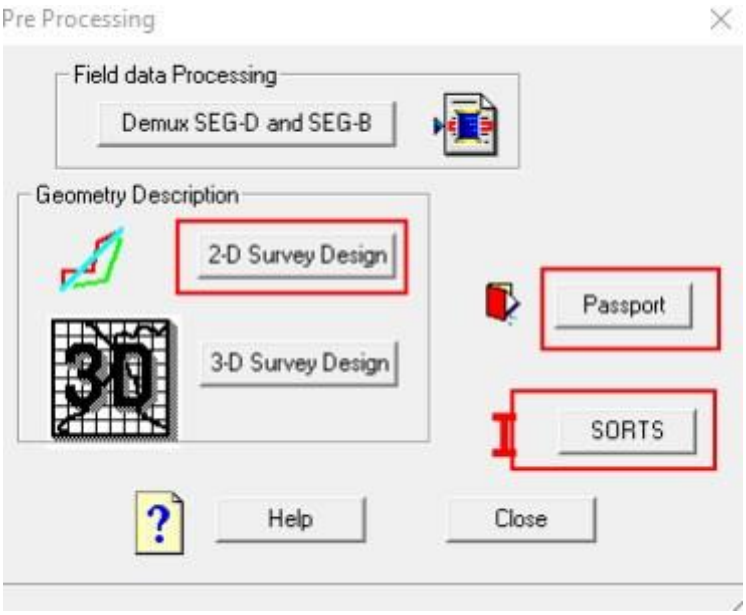


Через кнопку Change, находим входящий файл и файл паспорта (главное чтоб были правильно прописаны пути),в имени выходящего файла .SZZ меняем ZZ на 02. Меняем ориентацию сейсмограмм на вертикальную. Сохраняемся Save JOB.

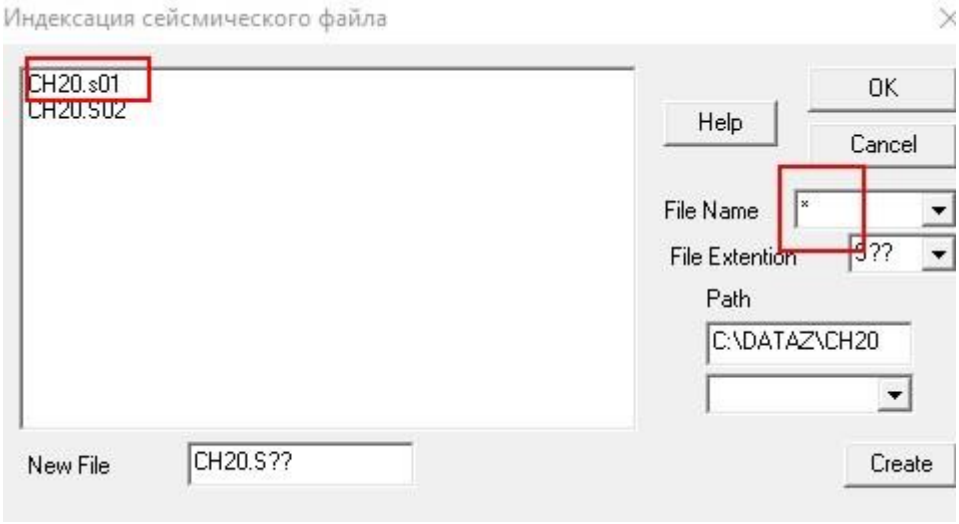


3. Просматриваем геометрию, паспорт и делаем сортировку сейсмограмм



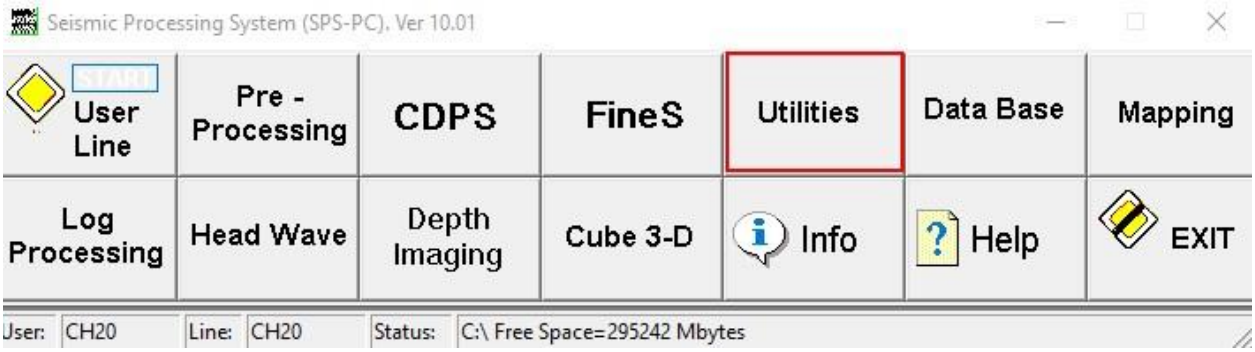


1)Нужно отсортировать сейсмограммы в файле CH20.s01, если этот файл в левом окошке не высвечивается, то во вкладке File Name установите звездочку



2) При просмотре геометрии и паспорта, может возникнуть такая же ситуация, как в пункте выше. Для решения тоже выберите во вкладке File Name звездочку. Тогда появится файл с расширением .LDF (геометрия) и .PAS (паспорт)

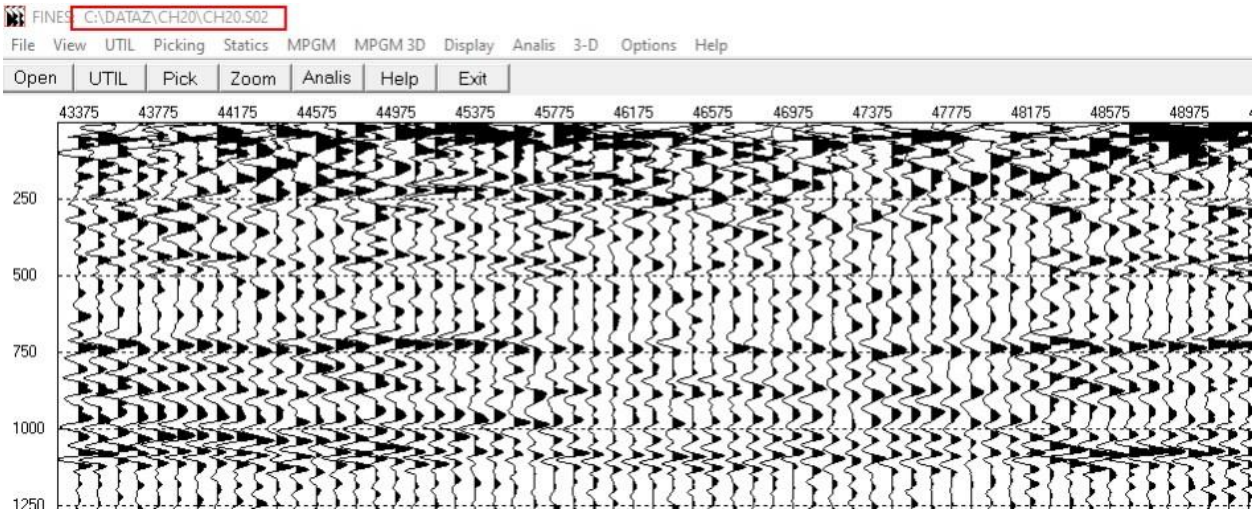
4. При написании отчета используйте кнопку History в блоке Utilities



! Копируйте полностью задание (чтоб было видно имя входящих, выходящих файлов, сортировка и процедуры)

```
INFILENAME=C:\DATAZ\CH20\CH20.S01
OUTFILENAME=C:\DATAZ\CH20\CH20.S02
PASSNAME=C:\DATAZ\CH20\CH20.PAS
WORKPATH=C:\USERS\USER\APPDATA\LOCAL\TEMP\
FTR=R2
OUTMODE=SP
QTR=240
DT=4
INTX=42100,52000,100
INTT=0,3100
INTL=1,10000,1
INTR=10001,20000,1
JOBS=
FILTER=Y,51,15,45
ARU=Y,1000,400,10
STAT=Y,1,1
NMOGRK=Y,20,0,0.500000,1
STACK=Y,50
END
```

! Разрез вставляйте в отчёт после задания на обработку (который берёте из истории) полностью, чтоб было видно имя файла!!!



Литература:

1. Бондарев, В. И. Сейсморазведка : учебник для вузов : в 2-х т. / В. И. Бондарев, С. М. Крылатков ; Уральский государственный горный университет. - 2-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург : УГГУ. Т. 1 : Основы теории метода, сбор и регистрация данных. - 2010. - 400 с. : рис. - Библиогр.: с. 357-361. Т. 2 : Обработка, анализ и интерпретация данных. - 2011. - 408 с. : рис. - Библиогр.: с. 323-329
2. Крылаткова, Н.А. Трехмерная сейсморазведка: учебное пособие по дисциплине "Трехмерная сейсморазведка" для студентов специальности 21.05.03 - "Технология геологической разведки" специализаций: "Сейсморазведка и геофизические методы поиска и разведки месторождений полезных ископаемых" / Н. А. Крылаткова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : УГГУ, 2018. - 82 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 81.
3. Папоротная, А. А. Полевая геофизика. Сейсморазведка и интерпретация материалов сейсморазведки [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / А. А. Папоротная, С. В. Потапова. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 107 c. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69416.html

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.14 МЕТОДЫ И МОДИФИКАЦИИ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

Специальность
21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация
Сейсморазведка

форма обучения: очная, заочная

Введение 3
1. Содержание и оформление курсовой работы 4
2. Общие правила выбора методики сейсморазведочных работ 6
3. Исходные данные проектирования 9
4. Обоснование ключевых параметров системы наблюдения 12
4.1. Основные расчетные формулы 12
4.2. Пример расчета ключевых параметров 13
5. Обоснование параметров методики сейсморазведочных работ 20
5.1. Общие замечания и последовательность обоснования 20
5.2. Основные расчетные формулы 22
5.3. Пример расчета параметров методики работ 29
5.4. Геометрия шаблона 35
5.5. Разбивка сети наблюдений 35
5.6. Подавление волн-помех, формирующихся в ВЧР 40
5.7. Пример расчета групп источников и приемников 43
6. Анализ атрибутов съемки 46
6.1 Расчет и анализ атрибутов съемки 46
6.2. Пример расчета и анализа атрибутов съемки 52
7. Технология сейсморазведочных работ 62
7.1. Основные параметры методики 62
7.2. Последовательность отработки площади исследований 65
7.3. Пример описания технологии сейсморазведочных работ 77
Список литературы 83

Введение

В настоящее время трехмерная сейсморазведка (в модификации МОГТ 3D) является наиболее развитым методом при поисках и разведке месторождений углеводородов, а также для обеспечения информацией процесса решения ряда инженерных задач, направленных на повышение нефтеотдачи при эксплуатации нефтегазовых месторождений.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности "Технология геологической разведки" специализации «Сейсморазведка». Оно содержит рекомендации и пример проектирования трехмерной съемки на суше. При написании учебного пособия автор опиралась на материалы учебника для вузов: Бондарев В.И., Крылатков С.М., Сейсморазведка, Т.1 (2012 г.).

Пособие составлено в помощь для написания курсовой работы по базовой дисциплине специализации «Трехмерная сейсморазведка», выполняемой в 7 семестре. В задачи курсовой работы входит закрепление лекционного материала, а также получение навыков обоснования методики и технологии проведения сейсморазведочных работ МОГТ 3D при поисках и разведке месторождений углеводородов. Исходная информация для курсовой работы представляет собой географо-экономические и геолого-геофизические данные. Написание курсовой работы позволит освоить основы проектирования трехмерных сейсморазведочных работ, современной и очень востребованной технологии геологической разведки.

Знакомство студентов с проектированием трехмерных съемок является важнейшей составляющей образования будущих геофизиков. В связи с этим пособие будет также полезно студентам, обучающимся специализации «Геофизические методы поиска и разведки месторождений полезных ископаемых» при написании курсового проекта по базовой дисциплине специализации «Сейсморазведка».

1. Содержание и оформление курсовой работы

Содержание курсовой работы подчинено тематике, которая обсуждалась в лекционном курсе дисциплины «Трехмерная сейсморазведка». Работа должна содержать следующие разделы:

Введение

Исходные данные проектирования

1. *Расчет ключевых параметров съемки*
2. *Обоснование параметров методики сейсморазведочных работ*
3. *Анализ атрибутов съемки*
4. *Перечень видов и объемов проектируемых работ*
5. *Технология проведения сейсморазведочных работ*

Заключение

Список литературы

Каждый раздел, в котором оцениваются числовые характеристики, должен заканчиваться сводной таблицей выходных параметров. Основные формулы для их расчета и форма таблиц приводятся ниже.

Представляемая в проекте графика должна иллюстрировать обоснование проектных параметров съемки и методики. К каждому рисунку даются пояснения в тексте проекта. Масштаб представляемых схем и иллюстраций выбирается в зависимости от их назначения. Небольшие графические изображения могут оформляться как рисунки и приводиться внутри текста. Крупные изображения могут оформляться как приложения и приводиться в конце текста. Все графические изображения должны иметь названия и условные обозначения. В отсутствие условных обозначений элементы рисунка должны быть описаны в тексте.

Объем курсовой работы не менее 25 страниц. Оформление текста курсовой работы печатное на стандартных листах белой бумаги формата А4 (размер - 210×297 мм), которые переплетаются в скоросшиватель.

Допускается рукописный вариант оформления. Для текста используется только одна сторона листа.

Поля при оформлении текста составляют: верхнее - 20÷25 мм, нижнее - 15÷20 мм, левое - 25÷30 мм, правое - не менее 10 мм. Для основного текста рекомендуемый шрифт при печати - Times New Roman Cyr 14 пт с полуторным интервалом между строками, для подрисуночных подписей и текста таблиц - Times New Roman Cyr 12 пт, межстрочный интервал – одинарный. Нумерация страниц внизу посередине арабскими цифрами, на титульном листе номер не ставится. На странице с оглавлением ставится номер страницы 2.

Иллюстрации и таблицы могут быть сделаны на листах формата А4 или А3. Рисунки и таблицы, должны располагаться после ссылок на них в тексте и иметь нумерацию, связанную с номером главы, например, в первой главе: 1.1., 1.2., 1.3; во второй главе 2.1., 2.2., 2.3 и т.д. Приложения должны иметь сквозную нумерацию: 1, 2, 3… и располагаться после списка литературы.

Список литературы, составляется в алфавитном порядке, его следует разделить на две части. Сначала приводятся опубликованные источники: монографии, статьи, справочники, учебники, инструкции, а затем – электронные издания и Интернет-ресурсы. На каждую работу из списка литературы, должны быть ссылки в тексте. Ссылка представляет собой номер или номера из списка литературы, заключенные в квадратные скобки, например, [4], [3,11].

Библиографическое описание источника должно содержать фамилию и инициалы автора (авторов), заглавие книги (статьи, отчета и пр.), место и год издания, количество страниц книги (отчета) или номера страниц статьи (тезисов и пр.). Для статей дополнительно указываются наименование издания (название сборника), наименование серии, том, номер и год издания. Для тезисов докладов (материалов) конференций (семинаров и пр.) дополнительно приводятся ее уровень, название, время и место проведения.

Текст курсовой работы должен быть тщательно проверен студентом на предмет выявления и устранения ошибок любого рода и только после этого сдан на проверку преподавателю. На последней странице автор курсовой работы должен поставить свою роспись и дату сдачи работы на проверку преподавателю.

2. Общие правила выбора методики сейсморазведочных работ

Правила выбора методики сейсморазведочных работ изменяются синхронно с развитием аппаратурно-технической теоретико-методической базы сейсморазведки. Современные модификации сейсморазведки 3D, реализуемые в передовых геофизических компаниях, принято называть «Высокоразрешающая высокоплотная сейсморазведка 3D» (Череповский А.В., 2016). Это направление включает целый ряд инновационных направлений: высокоплотные наблюдения за счет мега-партий, имеющих свыше 20 000 активных каналов, полно азимутальные съемки, применение цифровых сейсмоприемников и акселерометров, расширение спектрального состава сигналов, формируемых сейсмическими источниками, применение высокопроизводительных вибросейсмических исследований и т.д.

Проектирование высокоплотных съемок требует большого опыта и высокой квалификации. Сам процесс проектирования невозможно осуществлять без специализированного программного обеспечения и быстродействующего компьютера, поскольку требуется решить прямую трехмерную задачу с последующей обработкой данных сейсмического куба с целью выбора достаточных для решения поставленных геологических задач параметров системы наблюдений и размеров участка исследований (Череповский А.В., 2016).

В рамки курсовой работы моделирование трехмерного волнового поля не входит, а стоит задача освоить основные элементы проектирования трехмерных съемок, основываясь на данных геологии и геофизики, полученных на предыдущих стадиях геологоразведочного процесса. В связи

с этим для учебных целей будут рассматриваться общие принципы, лежащие в основе проектных решений.

При принятии окончательного решения относительно конкретных параметров съемки, выбранным в ходе выполнения курсовой работы, рекомендуется ориентироваться на среднестатистические показатели современных сейсмических съемок МОГТ 3D, производимых в России (Череповский А.В., 2016): например, для бина с размерами 25×25 м при кратности 60-120 плотность сейсмических трасс на 1 кв. км составляет 120-180 тысяч. При меньших размерах бина кратность и плотность сейсмических трасс будут увеличиваться и для сверхплотных съемок могут достигать соответственно 200 и 1.5 миллионов.

Выбор методики сейсморазведочных работ

Выбор методики сейсморазведочных работ обычно осуществляется в следующей последовательности (Инструкция по сейсморазведке, 1986, 2003). Исходя из геологических задач, которые требуется решить, определяют: тип перспективных объектов, их форму, предполагаемые размеры, глубину (или интервал глубин) их залегания, площадь исследований.

На базе априорной геолого-геофизической информации об объектах исследования, составляют усредненную упрощенную сейсмогеологическую модель участка исследований, включающую целевые объекты и вмещающие их горные породы. Данные такой модели являются основой для принятия проектных решений.

Опираясь на сведения о глубинных сейсмогеологических условиях изучаемого района, проектировщики выбирают:

- площадь работ;
- систему наблюдений;
- степень перекрытия (кратность наблюдений);
- минимальное и максимальное расстояния регистрации;
- расстояния между пунктами возбуждения;

- расстояния между пунктами приема;
- параметры регистрации в области времен.

На основе данных о поверхностных условиях (верхней части разреза - ВЧР) определяют:

- тип приемного оборудования и, при необходимости, группирование приемников;
- тип источника колебаний: импульсный (взрывной, невзрывной), вибрационный и, при необходимости, группирование источников.

Анализируя материально-техническое обеспечение сейсмической партии (исполнителя работ) и условия производства работ определяют:

- тип аппаратуры и оборудования для производства работ;
- техническое оснащение сейсмической партии;
- технологию полевых наблюдений;
- объемы и сроки выполнения работ.

В рамках курсовой работы составление сейсмогеологической модели не планируется, студенту выдаются готовые параметры этой модели в качестве исходных данных для проектирования. Материально-техническое обеспечение сейсморазведочных работ в курсовом проекте составляется без учета конкретного исполнителя работ (существующих в России сервисных геофизических компаний, выполняющих сейсморазведочные работы), студенту предлагается самостоятельно выбрать наиболее современные образцы аппаратуры и оборудования, имеющиеся на мировом рынке геофизических услуг.

3. Исходные данные проектирования

Для написания курсовой работы студенту выдаются исходные данные проектирования, включающие сведения об условиях производства работ, геолого-геофизической изученности участка работ и сопредельных территорий, геологическое строение и обобщенную сейсмогеологическую модель. На основе этих данных студент заполняет таблицы исходных данных по содержащие:

- данные об административном положении участка работ;
- форму границ участка и его размеры, км;
- данные о ландшафте и гидрографии;
- данные о наличии эксклюзивных зон, участков, где невозможно выполнять сейсморазведку – размещать источники и (или) приемники;
- период проведения полевых работ;
- геолого-геофизическую информацию о глубинных условиях;
- геолого-геофизическую информацию о поверхностных условиях;
- основные требования к качеству проведения сейсморазведочных работ.

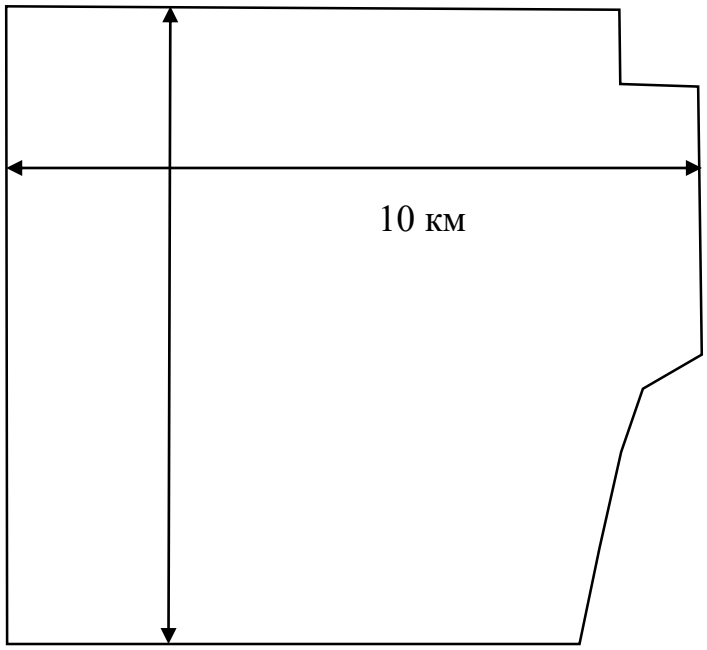
Данные о форме границ участка и его размерах, а также таблица с основными требованиями к качеству проведения сейсморазведочных работ, заполняются преподавателем после проверки правильности заполнения всех остальных данных.

Перечисленные исходные данные служат для расчета и выбора ключевых параметров съемки, обоснования системы наблюдений, методики и технологии сейсморазведочных работ.

Пример заполнения таблиц исходных данных приведен ниже.

Исходные данные проектирования

Географо-экономические условия

Административное местоположение участка работ	*ХМАО, Ханты-Мансийский район, Серединная площадь*
Площадь участка работ	*10 км в направлении север-юг, 10 км в направлении запад-восток*
Форма участка съемки	
Масштаб съемки	*1:25000*
Залесенность	*40%*
Заболоченность	*60%*
Наличие эксклюзивных зон	*в пределах площади проходят автомобильная трасса регионального значения и высоковольтная линия электропередач*
Время проведения работ	*с ноября по апрель*

Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях

Название параметра	Обозначение	Отражающий горизонт	Значение параметра
Максимальная глубина исследований, м	Z_{max}	*А*	*3500*
Глубины до целевых горизонтов,	$Z_{цели}$	*М-Б*	*1200-3000*
Глубина до мелкозалегающего опорного горизонта, м	Z_{min}	*С*	*750*
Максимальная частота в спектре полезных волн, Гц	f_{max}	*С-А*	*90*
Доминирующая частота в спектре полезных волн, Гц	f_{dom}	*С-А*	*40*
Максимальная интервальная скорость в целевом интервале, м/с	V_{int}	*М-Б*	*2900*
Максимальное время волн-помех на конце базы регистрации, с	$T_{max\ крат}$	*М*	*3.5*
Максимальный угол наклона отражающих горизонтов, градус	α_{max}	*А*	*15*
Кратность суммирования, использованная при работах МОГТ-2D хорошего качества	F_{2D}	-	*48*
Расстояние между ОГТ при работах МОГТ-2D хорошего качества, м	B_{2D}	-	*25*
Минимальный размер целевых объектов по латерали, м	L_{min}	*М-Б*	*500*
Средняя скорость до источников интенсивных дифрагированных волн, м/с	$V_{ср}$	*А*	*2400*
Максимальное время полезных отражений, с	t_0	*А*	*3.4*

Геолого-геофизическая информация о поверхностных условиях

Название параметра	Обозначение	Значение параметра
Диапазон значений скоростей поверхностных волн, м/с	*V*min*	*200*
	*V*max*	*300*
Диапазон значений частот поверхностных волн, Гц	*f*min*	*10*
	*f*max*	*25*
Мощность зоны малых скоростей, м	*Нзмс*	*15-20*
Мощность ВЧР, м	*Нвчр*	*15-80*
Средняя скорость в ВЧР, м/с	*Vвчр*	*1200*

Основные требования к качеству проведения сейсморазведочных работ

Тип геометрии наблюдений	*Ортогональная съемка с перекрытием линий приема*
Пределы для характеристического (азимутального) отношения (А)	*0.8-1*
Требование к соотношению сигнал /помеха (S/N)	*Не менее 8*

4. Обоснование ключевых параметров системы наблюдения

4.1. Основные расчетные формулы

Обоснование ключевых параметров системы наблюдений МОГТ 3D ведется на основе анализа исходных данных, имеющихся в разделе «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях».

Для работ МОГТ-3D в качестве ключевых параметров, определяющих геометрию наблюдений и методику работ, являются (Cordsen, 2000):

1. размеры бина - B_x, B_y,
2. кратность прослеживания по ОСТ (ОГТ) – F_{3D},
3. максимальное из минимальных удалений источник-приемник - X_{min},
4. максимальное удаление источник-приемник - X_{max},
5. максимальная длительность регистрации - $T_{зап}$,
6. размер полосы миграции - MA_x, MA_y ,
7. характеристическое отношение приемной расстановки - A,

8. тип геометрии наблюдений.

Ключевые параметры 1-6 рассчитываются по формулам, приведенным в таблице 4.1. (Бондарев В.И., Крылатков С.М. 2012). Описание особенностей применения этих формул и справочный материал по проектированию можно найти в учебниках и учебных пособиях, указанных в основном списке литературы. При выполнении курсовой работы параметры 7-8 берутся из исходных данных в таблице «Основные требования к проведению сейсморазведочных работ МОГТ 3D».

Рассчитывая ключевые параметры, следует иметь в виду, что их значения будут определяться, как правило, неравенствами и, следовательно, для окончательного принятия решения относительно методики проведения работ МОГОТ 3D необходимо выбрать вариант, удовлетворяющий условиям всех этих неравенств одновременно.

4.2. Пример расчета ключевых параметров

Расчет ключевых параметров приводится в последовательности их описания в таблице 4.1.

1. *Размеры бина*.

Исходные данные для расчета берутся из таблицы «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях». Имеем следующие показатели: минимальные размеры объекта поиска $L_{min}=500\,м$, максимальную частоту $f_{max}=90\,Гц$, доминирующую частоту $f_{dom}=40\,Гц$, максимальную интервальную скорость $V_{int}=2900м/с$ *и* максимальный угол наклона отражающих горизонтов $\alpha_{max}=15°$.

Согласно таблице 4.1 определение размеров бина предполагает использование 3 критериев:

А) учет минимальных размеров объектов поиска:

$$B_x, B_y \le \frac{\mathrm{L_{min}}}{3};\ \rightarrow\ B_x, B_y \le \frac{500\,\mathrm{м}}{3} = 167м;$$

Таблица 4.1

Расчетные ключевые параметры съемки МОГТ-3D (Бондарев В.И., Крылатков С.М., 2012, Cordsen, 2000)

Параметр	Критерий	Расчетные формулы
Размеры бина, $B_x B_y$	Размер целевого объекта	$B_x, B_y \le \frac{\mathrm{L}_{\min}}{3}$
	Максимальная незеркальная частота	$B_x, B_y \le \frac{V_{\mathrm{int}}}{4 \cdot \sin(\alpha_{\max}) \cdot f_{\max}}$
	Горизонтальная разрешающая способность	$\frac{V_{\mathrm{int}}}{4 \cdot f_{dom}} \le B_x, B_y \le \frac{V_{\mathrm{int}}}{2 \cdot f_{dom}}$
Кратность, F_{3D}	Кратность съемки МОГТ-3D хорошего качества на соседних участках	$F_{3D} \approx F_{3D}$ *(соседний участок)*
	Кратность съемки МОГТ-2D хорошего качества в районе работ	$0.5\ F_{2D} \le F_{3D} \le 1.0\ F_{2D}$
	Заданное соотношение сигнал /помеха	$F_{3D} \ge$*(сигнал/помеха)*^{2}
	Нижний предел кратности в зависимости от горизонтальной разрешающей способности	$\mathrm{F}_{3\mathrm{D}} \ge \frac{\mathrm{F}_{2\mathrm{D}} \cdot B_x \cdot B_y \cdot f_{\max} \cdot \pi \cdot 0.401}{B_{2D} \cdot V_{\mathrm{int}}}$

Продолжение таблицы 4.1

Параметр	Критерий	Расчетные формулы
Максимальное минимальное удаление источник-приемник, X_{min}, м	Достаточная кратность для прослеживания мелко залегающих отражающих горизонтов	$X_{min} \leq (1 \div 1.2) \cdot Z_{min}$
Максимальное удаление источник-приемник, X_{max}, м	Отсутствие закритических отражений и волн-помех преломленно-отраженного типа	$Z_{max} \leq X_{max} \leq 1.2\ Z_{max}$
Длина записи, $T_{зап}$, с	Учет максимального времени прихода кратно отраженных волн	$T_{зап} > T_{max\ крат}$
	Учет максимального времени прихода дифрагированных волн	$T_{зап} > T_{дифр}$
	Учет наклона границ	$T_{зап} > T_{max\text{-}накл}$
Размер полосы миграции, MA_x, MA_y, м	Учет зоны Френеля	$MA_x, MA_y \geq (1/2) \cdot V_{ср} \cdot (t_0/f_{dom})^{1/2}$
	Учет наклона границ на краях участка	$MA_x, MA_y \geq Z_{max} \cdot tg(\alpha_{max})$
	Учет дифракционных эффектов на краях участка	$MA_x, MA_y \geq = Z_{max} \cdot tg(30^\circ)$

Б) исключение аляйсинг-эффекта:

$$B_x, B_y \le \frac{V_{\text{int}}}{4 \cdot \sin(\alpha_{\max}) \cdot f_{\max}} \rightarrow B_x, B_y \le \frac{2900м}{4 \cdot \sin(15°) \cdot 90} = 31м;$$

В) пределы разрешающей способности:

$$\frac{V_{\text{int}}}{4 \cdot f_{dom}} \le B_x, B_y \le \frac{V_{\text{int}}}{2 \cdot f_{dom}} \rightarrow$$

$$\frac{2900м}{4 \cdot 40Гц} \le B_x, B_y \le \frac{2900м}{2 \cdot 40Гц} \Rightarrow 18м \le B_x, B_y \le 36м.$$

Обобщая полученные неравенства в сторону улучшения разрешающей способности сейсморазведки, то есть в сторону меньших размеров бина, имеем:

$$18м \le B_x, B_y \le 31м.$$

С учетом того, что сетка бинов тесно связана с масштабом съемки, в нашем примере с масштабом 1:25000 (см. таблицу «Географо-экономическая обстановка» в исходных данных), целесообразно принять размеры бина равными: $B_x=B_y=B=25$ *м*.

2. *Кратность прослеживания по ОСТ.*

Исходные данные берутся из таблиц «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях» и «Основные требования к качеству проведения сейсморазведочных работ». Для определения кратности берется следующая информация: кратность съемок МОГТ 3D на соседних площадях F_{3D} в исходных данных отсутствует, кратность съемки МОГТ 2D хорошего качества $F_{2D}=48$, требуемое соотношение сигнал/ помеха – *8,* расстояние между ОГТ при работах МОГТ-2D хорошего качества $B_{2D}=25$ *м,* интервальная скорость для целевого объекта $V_{int}=2900$ *м/с,* максимальная частота $f_{max}=90$ *Гц.*

В отсутствие данных о кратности трехмерных съемок на сопредельных участках для оценки кратности используются только косвенные критерии:

А) основываясь на кратности качественной двумерной съемки на исследуемой территории $F_{2D}=48$ получаем:

$0.5\ F_{2D} \le F_{3D} \le 1.0\ F_{2D} \quad \rightarrow \quad 24 \le F_{3D} \le 48;$

Следует отметить, что в настоящее время нет тенденции уменьшать кратность съемки МОГТ 3D по сравнению со съемкой МОГТ 2D, в связи с этим целесообразно установить $F_{3D} \ge 48$**.**

Б) с учетом требуемого соотношения сигнал/помеха, равного *8,* имеем:

$F_{3D} \ge (\text{сигнал/помеха})^2 \rightarrow F_{3D} \ge 64;$

В) минимально допустимая кратность при имеющейся разрешающей способности определяется по формуле (Cordsen, 2000):

$$\mathrm{F_{3D}} \ge \frac{\mathrm{F_{2D}} \cdot B_x \cdot B_y \cdot f_{\max} \cdot \pi \cdot 0.401}{B_{2D} \cdot V_{\mathrm{int}}} \rightarrow$$

при $V_{int}=2900$ *м/с,* $f_{max}=90$ *Гц, В=25 м и* $F_{2D}=48$

$$\mathrm{F_{3D}} \ge \frac{48 \cdot 25м \cdot 25м \cdot 90Гц \cdot \pi \cdot 0.401}{25м \cdot 2900Гц} = 47\,.$$

Обобщая полученные выше неравенства в сторону улучшения разрешающей способности сейсморазведки, в данном случае в сторону больших значений кратности, имеем $F_{3D} \ge 64$.

3. Максимальное из минимальных удалений источник-приемник.

Оценка этого параметра ведется в зависимости от глубины до мелкозалегающего опорного горизонта (см. таблицу: «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях»). В нашем примере она равна: $Z_{min}=750$ *м.*

Используя формулу $X_{min} \le (1 \div 1.2) \cdot Z_{min}$, получим $X_{min} \le (750 \div 900)$ *м.* В данной записи *750 м* является наиболее строгим условием, *900 м* – наименее строгим.

4. Максимальное удаление источник-приемник.

Оценка этого параметра ведется по максимальной глубине исследований (см. таблицу: «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях»). В нашем примере она равна: $Z_{max}=3500$ *м.*

Используя формулу $Z_{max} \leq X_{max} \leq 1.2\ Z_{max}$, получаем интервал возможных значений максимальных удалений источник-приемник $3500\ м \leq X_{max} \leq 4200\ м$.

5. Максимальная длительность регистрации.

Для расчета используется максимальное удаление источник приемник, полученное в пункте 4, $X_{max}=4200\ м$, данные из таблицы «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях»*:* максимальное время регистрации кратно-отраженных волн-помех на конце базы приема - $T_{max\ крат}=3.5\ с$, максимальная глубина исследования - $Z_{max}=3500\ м$, соответствующая этой глубине средняя скорость $V_{ср}=2400\ м/с$, максимальный угол наклона отражающих границ $\alpha_{max}=15°$; данные из таблицы «Геолого-геофизическая информация о поверхностных условиях»*:* максимальная мощность ВЧР - $Нвчр=80\ м$, скорость сейсмических волн в ВЧР - $Vвчр=1200м/с$.

А) Максимальное время прихода отраженной волны от наклонной границы определяется приближенно, исходя из модели двухслойной среды с наклонной границей раздела (Бондарев, 2012):

$$t(xmax)\text{накл} = \frac{\sqrt{(X_{max} + 2 \cdot Z_{max} \cdot sin\alpha_{max})^2 + (2 \cdot Z_{max} \cdot cos\alpha_{max})^2}}{Vcp}$$

$$t(4200) = \frac{\sqrt{(4200\ \text{м} + 2 \cdot 3500\ \text{м} \cdot sin15)^2 + (2 \cdot 3500\ \text{м} \cdot cos15)^2}}{2400\text{м/с}} = 3.77\ \text{с}$$

Б) Максимальное время прихода дифрагированной волны оценивается приближенно, исходя из модели однородной среды с наличием дифрактора, при максимальном угле рассеяния упругих волн 30 градусов (Cordsen, 2000):

$$Tmax\ \text{дифр} = \frac{2 \cdot Zmax}{Vcp \cdot \cos 30^\circ}$$

$$Tmax\ \text{дифр} = \frac{2 \cdot 3500\ \text{м}}{2400\text{м/с} \cdot \cos 30^\circ} = 3.36\ с$$

Из времен $T_{max\ накл}=3.77$ *с,* $T_{max\ дифр}=3.36$ *с,* $T_{max\ крат}=3.50$ *с* выбирается максимальное время, к нему добавляются: время прохождения волн в верхней части разреза (ВЧР) – $T_{вчр}=2\cdot H_{вчр}/V_{вчр}$ и время прохождения сейсмических сигналов в регистрирующей аппаратуре (около 0.10 с). Сумма всех этих времен составляет длину записи при регистрации сейсмических сигналов. Это время округляют до целого числа секунд в большую сторону.

В нашем примере имеем:

$T_{зап} = T_{max} + T_{вчр} + T_{апп}$=3.77с+2×80м/1200м/с+0.1с=3.77+0.13+0.1=4 с.

6. *Размер полосы миграции*.

Исходные данные для расчета берутся из таблицы: «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях»: максимальное время полезных волн на временных разрезах $t_0=3.4$ *с,* соответствующая средняя скорость $V_{ср}=2400$ *м/с,* доминирующая частота $f_{dom}=40$ *Гц,* максимальная глубина исследований $Z_{max}=3500$ *м,* максимальный угол наклона на краях участка исследований для целевых отражающих горизонтов $\alpha_{max}=15°$.

В общем случае расчет ведется для всех трех вариантов, представленных в таблице 4.1, но если на границах участка не ожидаются круто падающие отражающие границы (углы падения более 15-20 градусов) и отсутствуют дифрагирующие объекты (зоны дробления, тектонические ступеней, малоразмерные локальные объекты и т. п.), то ограничиваются лишь оценкой зоны Френеля.

А) Полоса миграции с учетом первой зоны Френеля:

$$MA_x,\ MA_y \geq (1/2)\cdot V_{ср}\cdot(t_0 / f_{dom})^{1/2}$$

$$MA_x,\ MA_y \geq (1/2)\cdot 2400\ м/с\cdot(3.4\ с\ /40\ Гц)^{1/2} \rightarrow MA_x,\ MA_y \geq 645\ м$$

Б) Полоса миграции, необходимая для наклонных границ:

$$MA_x,\ MA_y \geq Z_{max}\cdot tg(\alpha_{max})$$

$$MA_x,\ MA_y \geq 3500\ м\times tg(15°) \rightarrow MA_x,\ MA_y \geq 937\ м$$

В) Полоса миграции, необходимая для захвата максимума энергии дифрагированных волн на краях съемки:

$$MA_x,\ MA_y \geq Z_{max}\times tg(30°) = 0.58\cdot Z_{max}$$

$MA_x, MA_y \geq 3500\ м \times 0.58 \rightarrow MA_x, MA_y \geq 2030\ м$

Поскольку на краях участка ожидаются значительные эффекты дифракции и наклонных границ, размер полосы миграции выбирается максимальным из всех расчетных параметров: $MA_x, MA_y \geq 2030\ м$.

Итоговые ключевые параметры съемки помещаются в таблицу, данные которой служат исходной информацией для обоснования геометрии съемки (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Ключевые параметры съемки

Размер бина	$B_x=B_y=B=25\ м$
Кратность прослеживания по ОСТ (ОГТ)	$F_{3D} \geq 64$
Тип геометрии наблюдений (из исходных данных)	*ортогональная*
Характеристическое отношение приемной расстановки (из исходных данных)	*0.8-1.0*
Максимальное из минимальных удалений источник-приемник	$X_{min} \leq (750 \div 900)\ м$
Максимальное удаление источник-приемник	$3500\ м \leq X_{max} \leq 4200\ м$
Максимальная длительность регистрации	$T_{зап} = 4\ с$
Размер полосы миграции	$MA_x, MA_y \geq 2030\ м$

5. Обоснование параметров методики сейсморазведочных работ

5.1. Общие замечания и последовательность обоснования

Рекомендации по обоснованию параметров методики трехмерной сейсморазведки будут даны на примере ортогональной системы наблюдений типа «крест» с перекрытием линий приема. Эта система наиболее популярна и востребована при проведении сейсморазведочных работ МОГТ 3D на суше.

Для неортогональных (наклонных) систем наблюдений и систем наблюдений типа «кирпичной кладки», изложенные ниже приемы будут

вполне приемлемы. Отличия при определении параметров для этих съемок будут даны в виде замечаний.

Исходными данными для обоснования являются ключевые параметры съемки. На основе этих данных, имеющих некоторый диапазон значений, подбираются конкретные параметры системы наблюдений. Для рассмотренного выше примера ключевые параметры приведены в табл. 4.2. Выбранные параметры системы наблюдений должны обеспечить качественное решение геологических задач и выполнение сейсморазведочных работ с наименьшими экономическими и временными затратами в заданных географо-экономических условиях.

На первом этапе обоснования выполняется расчет параметров съемки, на базе которых создается геометрия шаблона (*или нескольких шаблонов для нестандартных съемок*) и производится разбивка сети с учетом конфигурации участка работ и расположения эксклюзивных зон, если они имеются. При разбивке сети следует учитывать имеющиеся в задании требования по перекрытию проектируемой площади с соседними участками, а также требования к размерам участка полной кратности.

В случае, если не предполагается сращивание соседних трехмерных съемок, то есть площадь изолирована, необходимо оптимизировать технологию отработки краев съемки с целью сокращения области набора-сброса кратности. Вариант оптимизации может быть описан в исходных данных в разделе требований к съемке или выбран студентом самостоятельно. Как правило, применяется один из представленных ниже вариантов оптимизации в зависимости от того, что прижимается к краям участка:

1) пункты приема;
2) пункты возбуждения;
3) область полной кратности;
4) мигрированные данные области полной кратности.

В 3 и 4 вариантах потребуется увеличить участок съемки, чтобы обеспечить указанные виды прижатия.

На втором этапе после разбивки сети выполняется виртуальная отработка («отстрел») площади съемки и рассчитываются, и анализируются атрибуты съемки: распределение по бинам кратности, азимутов и удалений. На основе анализа атрибутов съемки делается заключение о качестве спроектированной съемки, при необходимости вносятся коррективы в параметры съемки, заново создается шаблон, выполняется разбивка сети, виртуальный отстрел и анализ атрибутов съемки, то есть повторяется цикл обоснования параметров системы наблюдений.

Для окончательно выбранной системы наблюдений подбирается тип и количество аппаратуры и оборудования для проведения полевых сейсморазведочных работ. В конце раздела приводится таблица производственно-технических показателей, в которой перечислены объемы работ, параметры методики, тип и количество аппаратуры и оборудования.

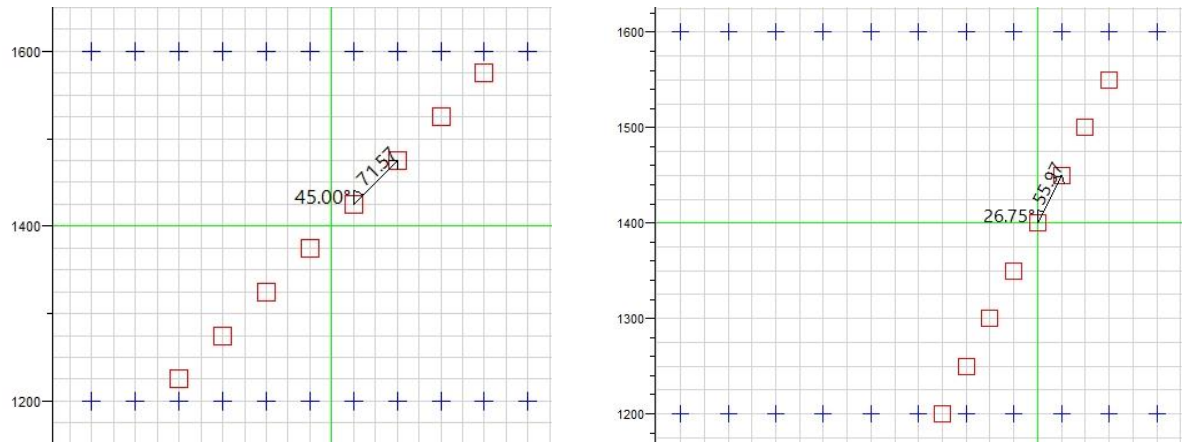
5.2. Основные расчетные формулы

Отправным пунктом для создания сети наблюдений является расчет интервала между пикетами приема на линии приема (*RI)* и интервала между пикетами возбуждения на линии источников (*SI)*. Эти интервалы определяются в зависимости от размеров бина по следующим формулам:

$$RI = Bx \times 2,\ SI = By \times 2,$$

где *Bx* - размер бина в направлении линий приема (*in-line*), а *By* – в направлении линий источников (*cross-line*).

Для неортогональных (наклонная геометрия) съемок (рис.5.1, а, б). при использовании прямоугольной сетки бинов (Bx, By) рассчитанные выше параметры RI и SI имеют отношение к расстояниям между пикетами приема (возбуждения) в соответствующих направлениях ортогональной сетки – in-line и cross-line.



а б

Рис.5.1. Расстояния между источниками для наклонных линий возбуждения для сетки бинов 25×25 м: при угле наклона, а) 45° - 71,57 м, б) ≈26.7°- 55,97 м

Чтобы получить расстояния вдоль наклонных линий, необходимо параметр SI (или RI) разделить на косинус угла между ортогональной и наклонной линиями. Как правило, этот угол составляет 45 или 26.6 градусов

Для получения всех остальных параметров съемки целесообразно рассчитывать многовариантные таблицы. Вид таблиц приводится далее в примере. Для создания этих таблиц берутся фиксированные ключевые параметры: расстояния между пикетами *RI* и *SI*, максимальное удаление источник-приемник *Xmax* и характеристическое (азимутальное) соотношение - *A*. Фиксированные значения *Xmax* и *A* выбираются из соответствующих диапазонов этих параметров. Для каждого варианта таблицы берется одна пара значений *Xmax* и *A*. В качестве изменяемых параметров выступают значения расстояний между профилями приема *RLI* и профилями возбуждения *SLI*.

Набор расстояний *RLI* и *SLI*, определяющих размеры клетки, создается из их возможных значений, ограниченных снизу величинами *RI* и *SI*, а сверху условием:

$$\sqrt{RLI^2 + SLI^2} \le X \min \qquad (5.1)$$

Положив в первом приближении *RLI=SLI*, можем численно оценить предельно допустимые значения *RLI и SLI*:

$$SLI, RLI \leq Xmin/\sqrt{2}.$$

В каждую многовариантную таблицу заносятся все возможные варианты размеров клетки как квадратной, так и прямоугольной формы. При создании прямоугольной клетки следует иметь в виду, что *RLI* и *SLI* не должны отличаться более, чем в 2 раза. Наиболее предпочтительна форма клетки близкая к квадратной. При занесении в таблицу значения *RLI* и *SLI* округляются таким образом, чтобы они были кратны расстояниям между пикетами в соответствующем направлении: *RLI* кратно *SI, а SLI* кратно *RI*.

Таким образом, при фиксированных *RI* и *SI* для каждого варианта сочетаний *Xmax* и *A* и серии параметров *RLI* и *SLI* определяются все недостающие характеристики системы наблюдений. Количество пар параметров *RLI* и *SLI*, удовлетворяющих условию 5.1, ограничено набором значений *RLI* и *SLI,* кратных *RI* и *SI,* и формой клетки. В среднем в одной таблице может быть рассмотрено *8-12* пар *RLI* и *SLI*. Параметры *Xmax* и *A* служат для приближенной оценки размеров приемной расстановки (шаблона), которые затем уточняются.

При использовании ***центральной*** системы наблюдений (рис. 5.2, а) для стандартного варианта шаблона с расположением источников между двумя центральными линиями приема для приближенной оценки размеров приемной расстановки используется соотношение:

$$\left(\frac{Lx}{2}\right)^2 + \left(\frac{Ly}{2}\right)^2 \approx Xmax^2$$

С учетом того, что заданное в исходных данных азимутальное отношение представляет собой отношение размеров шаблона *A =Ly/Lx,* можем записать размеры шаблона по *cross-line*:

$$Ly = A\,Lx.$$

Используя это выражение получим размеры шаблона по *in-line*

$$Lx = \sqrt{4 \cdot Xmax^2/(1 + A^2)}$$

Для ***фланговой*** системы наблюдений (рис. 5.2 б) на базе приближенного соотношения:

$$(Lx)^2 + \left(\frac{Ly}{2}\right)^2 \approx Xmax^2$$

аналогично предыдущему случаю получим:

$$Lx = \sqrt{4 \cdot Xmax^2/(4 + A^2)}.$$

Ниже представлены расчетные формулы для всех остальных столбцов многовариантной таблицы.

1) Максимальное из минимальных удалений – *Xmin* (минимальное удаление источник-приемник для бина в центре клетки):

$$Xmin = \sqrt{RLI^2 + SLI^2}$$

Для неортогональных систем и систем типа «кирпичной кладки» расстояние Xmin определяется в соответствии с геометрией клетки этих съемок.

2) Кратность в направлении линий приема *Fx*:

$$Fx = \frac{Lx}{2 \cdot SLI},$$

где *Lx* – приближенный размер шаблона, рассчитанный на основе значений *Xmax* и *A*. Полученная кратность округляется до целого числа в меньшую сторону.

3) Кратность в направлении линий возбуждения *Fy*:

$$Fy = \frac{Ly}{2 \cdot RLI},$$

где *Ly* – приближенный размер шаблона, рассчитанный на основе значений *Xmax* и *A*. Полученная кратность округляется до целого числа в меньшую сторону.

4) Полная кратность F_{3D}:

$$F_{3D} = Fx \times Fy.$$

5) Уточненный размер шаблона в направлении линий приема *Lx* (расстояние по in-line от 1 до последнего канала в шаблоне)*:

$$Lx^* = 2Fx \times SLI - RI.$$

6) Уточненный размер шаблона в направлении линий источников *Ly**

(расстояние по cross-line от 1 до последней линии в шаблоне):

$$Ly^*=2Fy\times RLI - RLI,$$

7) Уточненное характеристическое соотношение A*:

$$A^*=Ly^*/Lx^*.$$

8) Уточненное максимальное удаление источник-приемник *xmax**

- для центральной системы наблюдений

$$xmax^* = \sqrt{(Lx^*/2)^2 + (Fy \cdot RLI)^2},$$

- для фланговой системы наблюдений

$$xmax^* = \sqrt{(Lx^*)^2 + (Fy \cdot RLI)^2}.$$

9) Количество приемных линий в шаблоне (активной расстановке)

$$NCy=2\cdot Fy.$$

10) Количество приемных каналов на одной линии в шаблоне

$$NCx=Lx^*/RI+1.$$

11) Количество приемных каналов в шаблоне

$$NC=NCx\cdot NCy.$$

12) Число источников в шаблоне

$$Ny=n\cdot RLI/SI,$$

где n – количество интервалов между линиями приема, занятых источниками в шаблоне. В стандартном (предпочтительном) варианте, источники занимают всего один интервал ($n=1$), в этом случае

$$Ny=\cdot RLI/SI.$$

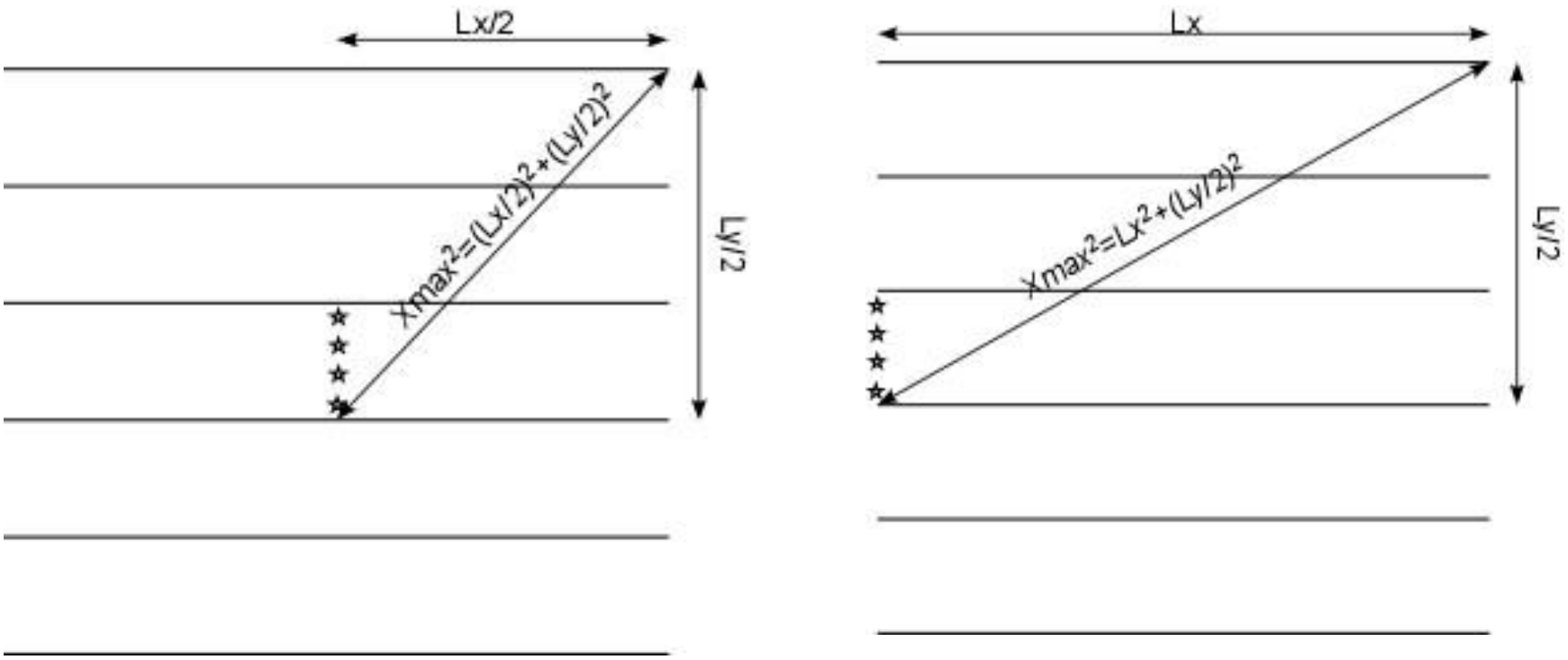
13) Плотность пунктов возбуждения на один квадратный километр

1 км^2 = 1000 м×1000 м=10^6 м^2

$$SD=\frac{10^6}{SLI\cdot SI}.$$

14) Плотность пунктов приема на один квадратный километр

$$RD=\frac{10^6}{RLI\cdot RI}.$$



а б

Рис. 5.2. Приближенная оценка максимального удаления в шаблоне центральной (а) и фланговой (б) ортогональной систем наблюдений: 6 горизонтальных линий – линии приема, 4 звездочки – источники, отрабатываемые в шаблоне

1) Количество ОСТ (СМР) на один квадратный километр

$$NCMP = \frac{10^6}{Bx \cdot By}.$$

2) Количество сейсмических трасс на один квадратный километр

$$ST = F_{3D} \cdot NCMP$$

Необходимо иметь в виду, что формулы пунктов 13-16 справедливы для области полной кратности, в области набора-сброса кратности плотности снижаются.

Замечания для неортогональных систем

В неортогональных системах источники расположены на линиях, составляющих некоторый угол (α) с направлением линий приема. Количество источников в шаблоне, вычисляемое по формуле, приведенной в пункте 12, соответствует как ортогональной, так и неортогональной системе, при условии, что расстояние между источниками в неортогональной системе равно

$$SI^{**} = SI/cos\alpha.$$

*При использовании расстояния SI** кратность системы наблюдения, будет равна кратности, рассчитанной в пункте 4, а плотность пунктов возбуждения – плотности, рассчитанной в пункте 13.*

Если расстояние между источниками вдоль наклонной линии источников взять равным SI, то количество источников в шаблоне увеличится, оно будет равно

$$Ny^{**} = \frac{n \cdot RLI}{cos\alpha \cdot SI}$$

*При этом уменьшится размер бина в направлении cross-line, он будет равным By**=SI/(2·cosα) и соответственно увеличится плотность пунктов возбуждения на один кв.км*

$$SD^{**} = \frac{10^6}{SLI \cdot SI \cdot \cos\alpha}.$$

5.3. Пример расчета параметров методики работ

Порядок формирования вариантов параметров системы наблюдений, предложенный в приведенном ниже примере, не является строгим, поэтому его нужно рассматривать только как один из возможных алгоритмов при подборе параметров съемки. Целесообразно самостоятельно выработать логику и последовательность действий с учетом особенностей проектной площади, но в любом случае следует учитывать представленные выше (раздел 5.2) соотношения между параметрами системы наблюдений.

1. Определение расстояний между пикетами приема и пикетами возбуждения.

Исходные данные: размеры бина *Bx=By=25 м.*

Расстояние между пикетами приема*: RI=2×Bx, RI=2×25=50 м.*

Расстояние между пикетами возбуждения: *SI=2×By; SI=2×25=50 м.*

2. Оценка расстояний между профилями приема и профилями возбуждения.

Исходные данные: максимальное из минимальных удалений источник-приемник *Xmin ≤ (750÷900) м*

Приближенная оценка максимально возможных значений *RLI, SLI* при условии *RLI=SLI:*

$$SLI = RLI = Xmin/\sqrt{2}.$$

При *Xmin ≤ 750-900 м* получаем в нестрогой оценке:

$$RLI,\ SLI \leq 900/\sqrt{2} = 642\ м.$$

Рассчитанное значение округляем в меньшую сторону, чтобы не нарушить ключевое неравенство для *Xmin.* Кроме того, значения *SLI* и *RLI* должны быть кратны соответственно шагу пикетов приема *RI=50* и пикетов возбуждения *SI=50*. В итоге получаем

$$SLI,\ RLI \leq 600\ м$$

3. Рассчитаем варианты систем наблюдений для серии возможных пар значений *RLI* и *SLI* в диапазоне от *100* до *600 м* для грубой оценки наиболее оптимальных значений *RLI* и *SLI*. Для этого используются средние значения

Xmax и *A* из интервалов, представленных в таблице ключевых параметров: $3500\ м \le X_{max} \le 4200\ м;\ 0{,}8 \le A \le 1{,}0$. В таблице 5.1 приведен расчет для средних значений *Xmax=3850* и *A=0,9*.

Анализ таблицы показывает, что варианты систем наблюдений, с размерами клетки близкими к *300 м × 300 м* и меньше удовлетворяют требованиям ключевых параметров по кратности F_{3D}, расстояниям *Xmax* и *Xmin*, характеристическому соотношению *A* и среднестатистическим параметрам трехмерной съемки (см. замечания на стр.8).

Далее выполнены расчеты, аналогичные произведенным в таблице 5.1., для клеток с размерами близкими к *300 м × 300 м* и средними значениями *Xmax=3850* и *A=0,9*.

Уменьшение количества возможных вариантов клетки производится с учетом географо-экономических условий – от них зависит возможность прокладки профилей возбуждения и приема на участке работ.

Поскольку на проектной площади полевые работы могут проводиться исключительно в зимний период, а залесенность составляет около 40%, то для удешевления затрат на возбуждение сейсмических волн и уменьшения негативного воздействия на экологию исследуемой площади целесообразно интервал между профилями возбуждения *SLI* взять максимальным из возможных вариантов, позволяющих решить геологические задачи. В нашем случае этот интервал выбран равным *300 м.* Он обеспечит относительно пониженную плотность пикетов возбуждения $SD=67\ ПВ/км^2$ по сравнению с ближайшими меньшими интервалами (*при SLI=250 м плотность составит* $SD=80\ ПВ/км^2$, *при SLI=200 м -* $SD=100\ ПВ/км^2$).

Учитывая то, что клетка должна иметь форму близкую к квадрату, далее (см. таблицу 5.2) будут рассмотрены параметры систем наблюдений для клетки *RLI=SLI=300 м* и клетки *SLI=300 м, RLI=250 м* при различных значениях кратности *Fx* и *Fy*, удовлетворяющих ключевому неравенству $F_{3D} \ge 64$ и среднестатистической плотности трасс на квадратный километр не менее 120 тысяч. В этой таблице кратности *Fx* и *Fy* берутся равными не

менее 9, исходя из того, что в этом случае плотность трасс окажется в требуемом среднестатистическом диапазоне (см. 10 вариант таблицы 5.1).

Анализ таблиц 5.2 показывает, что 8 из представленных вариантов удовлетворяют всем требованиям, которые предъявляются к проектируемой съемке. Поставив в качестве фильтрующих критериев наибольшую кратность, наиболее близкое к 1 характеристическое отношение, одинаковую кратность в направлениях in-line и cross-line, получим, что 14 вариант из таблицы 5.2. является наилучшим. Далее он будет рассмотрен в качестве базового. Его числовые характеристики приводятся в таблице 5.3.

Для неортогональных съемок и съемок типа «зигзаг» при расчетах и составлении итоговой таблицы следует обратить внимание на геометрические параметры, зависящие от угла между профилями приема и возбуждения.

Для систем наблюдений типа «кирпичная кладка» потребуется параметр, определяющий «смещение кирпичей». Его целесообразно вынести в отдельную строку после параметра «тип системы наблюдений».

Таблица 5.1

Выбор варианта, оптимального по размерам сетки профилей возбуждения и приема

xmax= *3850* Lx= 5723

A= *0,9* Ly= 5151

	SI	*RI*	*SLI*	*RLI*	Xmin	Fx	Fy	F3D	Lx*	Ly*	A*	xmax	NCy	NCx	NC	Ny	SD	RD	NCMP	TD
1	*50*	*50*	*600*	*600*	849	4	4	16	4750	4200	0,88	3376	8	96	768	12	33	33	1600	25600
2	*50*	*50*	*600*	*500*	781	4	5	20	4750	4500	0,95	3448	10	96	960	10	33	40	1600	32000
3	*50*	*50*	*500*	*600*	781	5	4	20	4950	4200	0,85	3448	8	100	800	12	40	33	1600	32000
4	*50*	*50*	*500*	*500*	707	5	5	25	4950	4500	0,91	3518	10	100	1000	10	40	40	1600	40000
5	*50*	*50*	*500*	*400*	640	5	6	30	4950	4400	0,89	3448	12	100	1200	8	40	50	1600	48000
6	*50*	*50*	*400*	*500*	640	7	5	35	5550	4500	0,81	3735	10	112	1120	10	50	40	1600	56000
7	*50*	*50*	*400*	*400*	566	7	6	42	5550	4400	0,79	3669	12	112	1344	8	50	50	1600	67200
8	*50*	*50*	*400*	*300*	500	7	8	56	5550	4500	0,81	3669	16	112	1792	6	50	67	1600	89600
9	*50*	*50*	*300*	*400*	500	9	6	54	5350	4400	0,82	3594	12	108	1296	8	67	50	1600	86400
10	*50*	*50*	*300*	*300*	424	9	8	72	5350	4500	0,84	3594	16	108	1728	6	67	67	1600	115200
11	***50***	***50***	***300***	***200***	***361***	***9***	***12***	***108***	***5350***	***4600***	***0,86***	***3594***	***24***	***108***	***2592***	***4***	***67***	***100***	***1600***	***172800***
12	*50*	*50*	*200*	*300*	361	14	8	112	5550	4500	0,81	3669	16	112	1792	6	100	67	1600	179200
13	*50*	*50*	*200*	*200*	283	14	12	168	5550	4600	0,83	3669	24	112	2688	4	100	100	1600	268800
14	*50*	*50*	*200*	*100*	224	14	25	350	5550	4900	0,88	3735	50	112	5600	2	100	200	1600	560000
15	*50*	*50*	*100*	*200*	224	28	12	336	5550	4600	0,83	3669	24	112	2688	4	200	100	1600	537600
16	*50*	*50*	*100*	*100*	141	28	25	700	5550	4900	0,88	3735	50	112	5600	2	200	200	1600	1120000

Примечание: серым цветом показаны параметры не удовлетворяющие

а) требованиям ключевых параметров: $F_{3D} \geq 64$, A=0.8-1.0, Xmin $\leq$(750÷900) м, 3500 м$\leq X_{max} \leq$4200 м,

б) среднестатистической съемке: бин 25×25 м, кратность 60-120, плотность сейсмотрасс на 1 кв. км 120-180 тысяч

Таблица 5.2

Выбор варианта, оптимального по кратности для клетки 300×300 м

	SI	RI	SLI	RLI	Xmin	Fx	Fy	F3D	Lx*	Ly*	A*	xmax	NCy	NCx	NC	Ny	SD	RD	NCMP	ST
1	50	50	300	250	391	9	9	81	5350	4250	0,79	3495	18	108	1944	5	67	80	1600	129600
2	**50**	**50**	**300**	**250**	**391**	**9**	**10**	**90**	**5350**	**4750**	**0,89**	**3661**	**20**	**108**	**2160**	**5**	**67**	**80**	**1600**	**144000**
3	50	50	300	250	391	10	9	90	5950	4250	0,71	3730	18	120	2160	5	67	80	1600	144000
4	**50**	**50**	**300**	**250**	**391**	**10**	**10**	**100**	**5950**	**4750**	**0,80**	**3886**	**20**	**120**	**2400**	**5**	**67**	**80**	**1600**	**160000**
5	50	50	300	250	391	11	10	110	6550	4750	0,73	4120	20	132	2640	5	67	80	1600	176000
6	**50**	**50**	**300**	**250**	**391**	**10**	**11**	**110**	**5950**	**5250**	**0,88**	**4051**	**22**	**120**	**2640**	**5**	**67**	**80**	**1600**	**176000**
7	**50**	**50**	**300**	**250**	**391**	**11**	**11**	**121**	**6550**	**5250**	**0,80**	**4276**	**22**	**132**	**2904**	**5**	**67**	**80**	**1600**	**193600**
8	50	50	300	250	391	11	12	132	6550	5750	0,88	4441	24	132	3168	5	67	80	1600	211200
9	50	50	300	250	391	12	11	132	7150	5250	0,73	4510	22	144	3168	5	67	80	1600	211200
10	50	50	300	250	391	12	12	144	7150	5750	0,80	4667	24	144	3456	5	67	80	1600	230400
11	**50**	**50**	**300**	**300**	**424**	**9**	**9**	**81**	**5350**	**5100**	**0,95**	**3801**	**18**	**108**	**1944**	**6**	**67**	**67**	**1600**	**129600**
12	**50**	**50**	**300**	**300**	**424**	**9**	**10**	**90**	**5350**	**5700**	**1,07**	**4019**	**20**	**108**	**2160**	**6**	**67**	**67**	**1600**	**144000**
13	**50**	**50**	**300**	**300**	**424**	**10**	**9**	**90**	**5950**	**5100**	**0,86**	**4018**	**18**	**120**	**2160**	**6**	**67**	**67**	**1600**	**144000**
14	**50**	**50**	**300**	**300**	**424**	**10**	**10**	**100**	**5950**	**5700**	**0,96**	**4225**	**20**	**120**	**2400**	**6**	**67**	**67**	**1600**	**160000**
15	50	50	300	300	424	11	10	110	6550	5700	0,87	4441	20	132	2640	6	67	67	1600	176000
16	50	50	300	300	424	10	11	110	5950	6300	1,06	4443	22	120	2640	6	67	67	1600	176000
17	50	50	300	300	424	11	11	121	6550	6300	0,96	4649	22	132	2904	6	67	67	1600	193600
18	50	50	300	300	424	11	12	132	6550	6900	1,05	4867	24	132	3168	6	67	67	1600	211200
19	50	50	300	300	424	12	11	132	7150	6300	0,88	4865	22	144	3168	6	67	67	1600	211200
19	50	50	300	300	424	12	12	144	7150	6900	0,97	5074	24	144	3456	6	67	67	1600	230400

Таблица 5.3

Параметры системы наблюдений

Сетка бинов	
Размеры бина, по OX (in line), м	25
Размеры бина, по OУ (cross line), м	25
Сеть наблюдений	
Тип системы наблюдений	ортогональная
Наклон линии источников, градусы	90
Расстояние между приемниками на линии приема, м	50
Расстояние между источниками на линии источников, м	50
Расстояние между приемными линиями, м	300
Расстояние между линиями источников, м	300
Параметры активной расстановки	
Количество приемных линий	20
Количество каналов на одной линии приема	120
Количество активных каналов	2400
Геометрия шаблона	
Размеры по in line, м	5950
Размеры по cross line, м	5700
Интервал, занимаемый источниками на линии возбуждения, м	300
Количество источников в шаблоне	6
Характеристическое (азимутальное) отношение	0,96
Кратность съемки	
Кратность по in line	10
Кратность по cross line	10
Номинальная кратность	100

5.4. Геометрия шаблона

Для выбранного варианта съемки МОГТ 3D в системе проектирования сейсмических съемок (специальном программном обеспечении) создается шаблон. Геометрия шаблона – расположение линий приема и отрабатываемых в шаблоне источников, приводится в виде схемы. Для представленных в таблице 5.3 параметров соответствующий шаблон дан на рис.5.3. На схеме шаблона показаны линии приема с пикетами приема, серия источников, отрабатываемых для такой расстановки пикетов приема и область общих средних точек (активных бинов), участвующих в создании кратности в шаблоне. Следует отметить, что на краях съемки, при необходимости прижимать кратность к границам участка, шаблон будет иметь усеченный вид. Минимальное число линий приема в усеченном шаблоне составит: NCy/2+1. В рассматриваемом примере: 20/2+1=11. Длина шаблона в направлении линий приема будет равна половине длины шаблона в этом направлении.

5.5. Разбивка сети наблюдений

Сеть наблюдений представляет собой профили приема и возбуждения с расположенными на них пикетами приема и возбуждения. Сеть формируется в автоматизированной системе проектирования. На первом этапе участок съемки вписывается в прямоугольник, размеры которого определяются максимальными размерами участка работ в направлениях *in-line* (вдоль линий приема) и *cross-line* (вдоль линий возбуждения).

В нашем примере прямоугольник будет иметь размеры 10 км×10 км. На прямоугольном участке в программе проектирования разбивается сетка профилей приема и возбуждения со следующими расстояниями: между приемными линиями - *RLI*, пикетами приема - *RI*, профилями возбуждения – *SLI*, пикетами возбуждения - *SI*.

При разбивке сети первый пикет первого профиля возбуждения рекомендуется сместить относительно левого нижнего угла прямоугольного участка на один шаг бинирования в обоих направлениях в сторону

увеличения текущих координат (рис. 5.4). Это позволит избежать дублирования лучевых схем для центральных бинов в клетке и несколько уменьшит минимальные удаления в этих бинах.

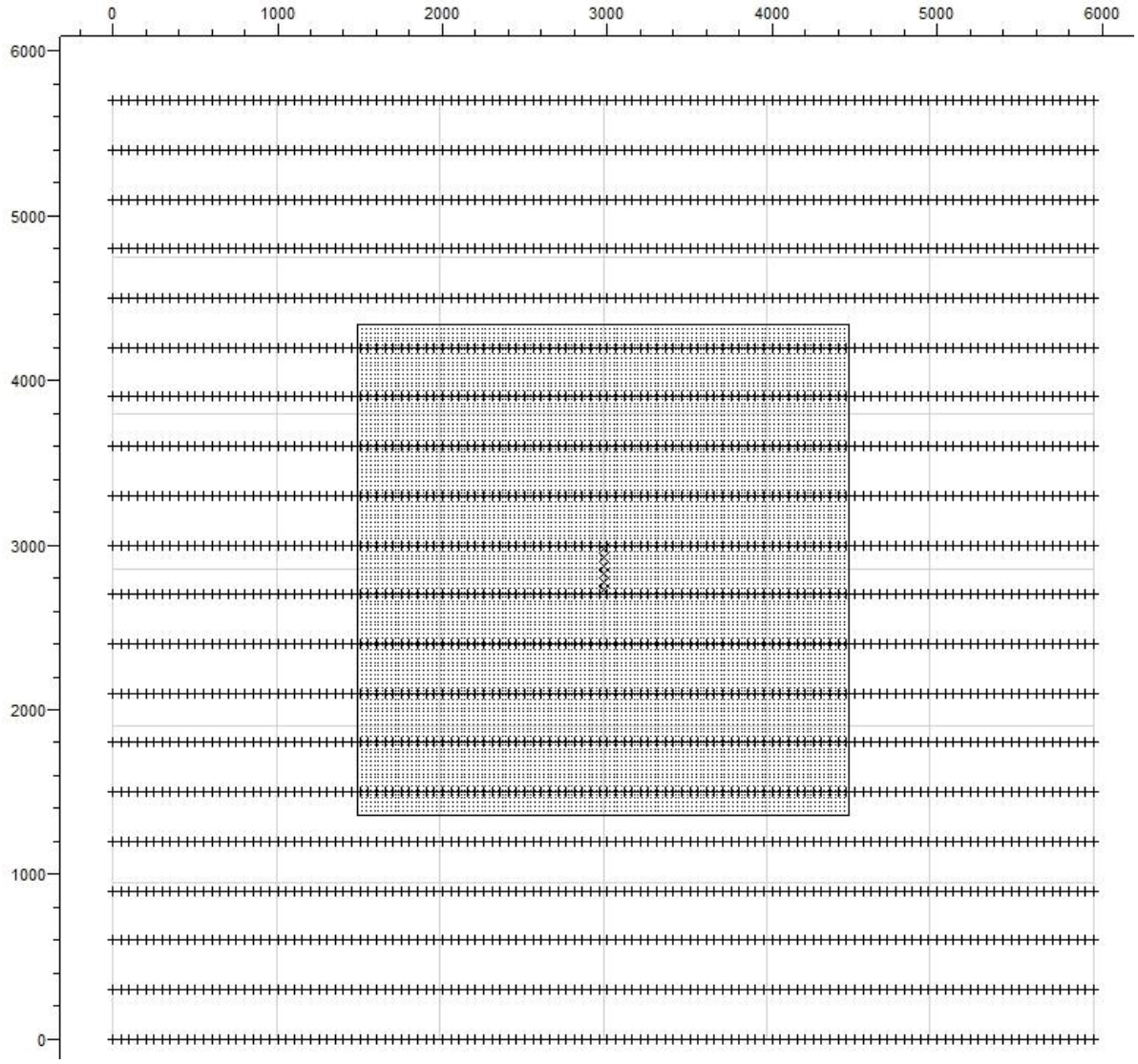


Рис.5.3. Геометрия шаблона, состоящего из 20 приемных линий по 120 каналов и группы из 6 источников.
Условные знаки: × -источник, + - приемник. Заштрихованный прямоугольник в центре шаблона - область общих средних точек (ОСТ), формируемых в шаблоне

Для демонстрации расположения источников и приемников в клетке и минимальных удалений *Xmin* в центральных бинах клетки в проекте следует привести увеличенный фрагмент с вычисленными минимальными удалениями для центральных бинов (рис. 5.5).

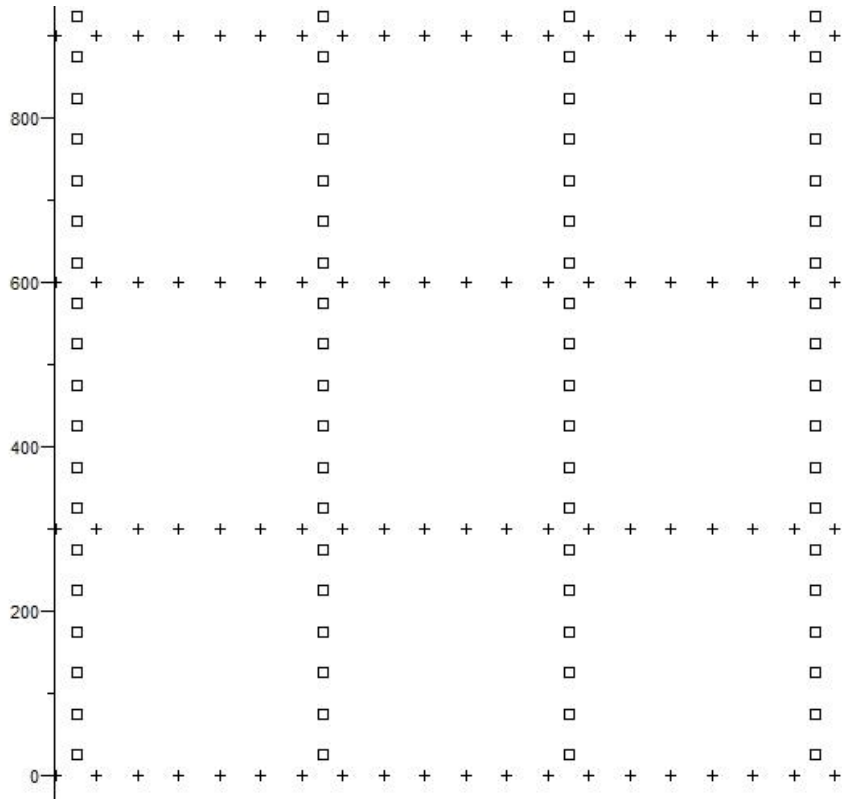


Рис. 5.4. Фрагмент сети наблюдений с учетом смещения сетки пикетов возбуждения относительно левого нижнего угла прямоугольного участка съемки

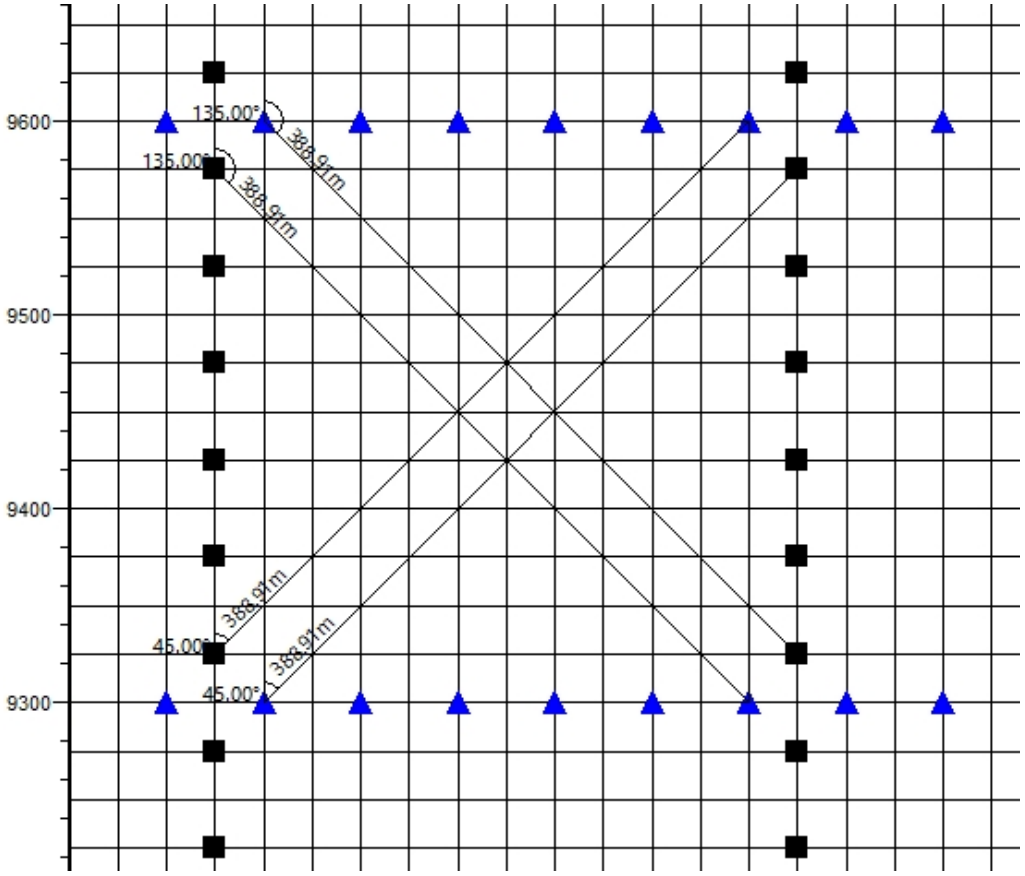


Рис. 5.5. Увеличенный фрагмент сети наблюдений на сетке бинов (25 м ×25 м) с демонстрацией наибольших минимальных удалений в пределах клетки

После разбивки сети на прямоугольной площади выполняется обрезание площади по реальной границе участка съемки. Обрезку рекомендуется выполнять по границам клеток, при этом границы участка будут иметь ступенчатый вид. Вид сети наблюдений после обрезания показан на рис. 5.6.

Операции обрезки прямоугольной площади по границам участка и оконтуривания эксклюзивных зон для реальных проектов выполняются на подложке в виде топографической карты, структурной карты с основными элементами ситуации и т.п. Из эксклюзивных зон производится удаление источников и, в некоторых случаях приемников, и их добавление у внешнего края этих зон для сохранения кратности.

При значительной ширине эксклюзивной зоны такие операции не помогут сохранить кратность в пределах эксклюзивной зоны. В этом случае применяют способы удлинения линий приема, увеличения их числа и привлечения дополнительных пикетов возбуждения. Подобные манипуляции должны проверяться путем виртуального отстрела с последующим расчетом и анализом атрибутов съемки в эксклюзивных зонах. Очень важно при планировании отстрела в эксклюзивных зонах учитывать организационные возможности проведения таких работ в полевых условиях.

По данным разбивки сети определяются следующие показатели, определяющие объемы основных (сейсморазведочных) и вспомогательных (топографо-геодезических) работ.

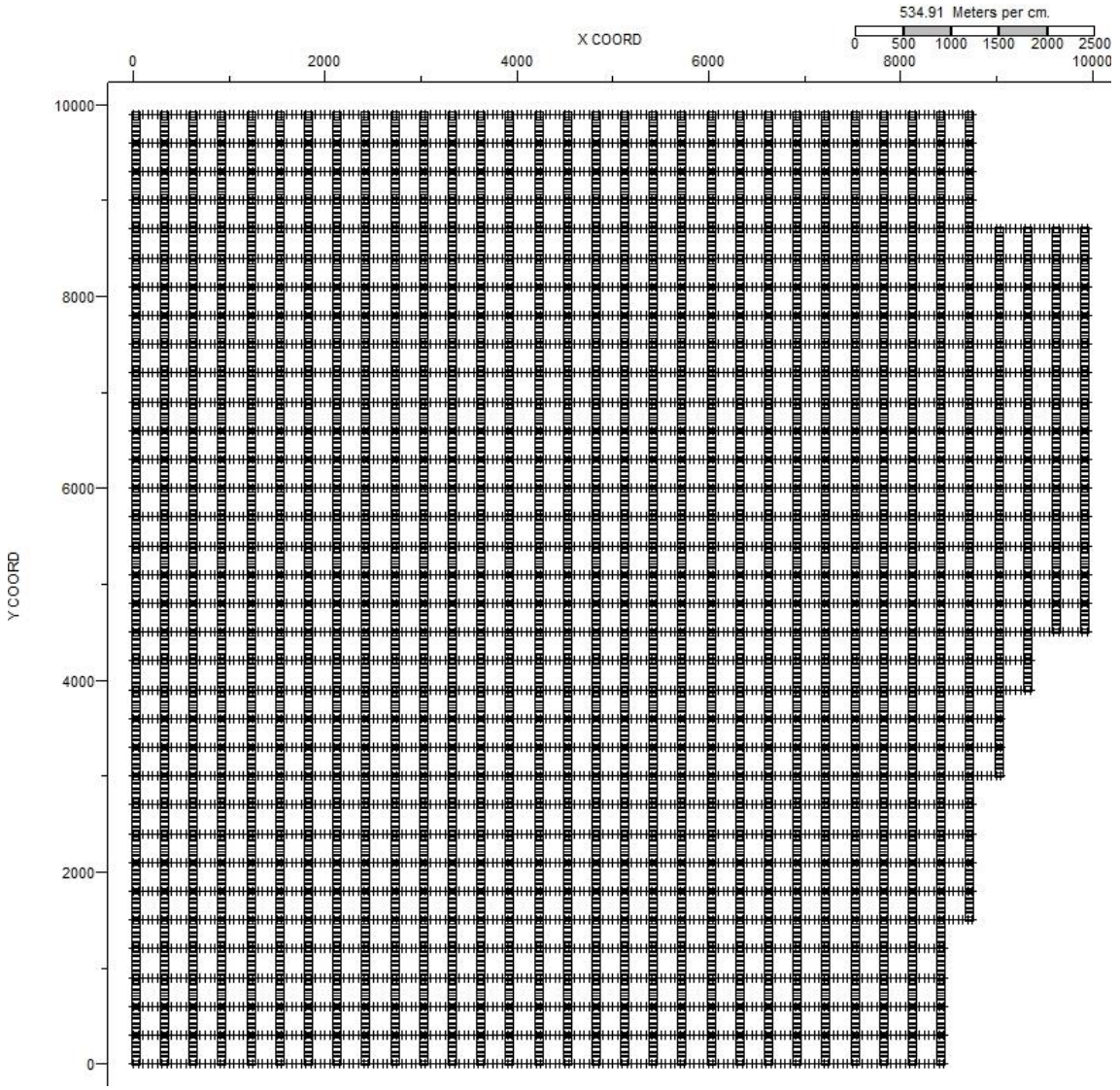


Рис.5.6. Расположение сети профилей приема и возбуждения на участке съемки (размер клетки 300 м × 300 м)

Показатель объемов работ	Значение
размеры прямоугольного контура площади съемки, км^2	99
размеры площади съемки, км^2	92,6
количество приемных профилей	34
количество приемных пикетов на линии (max)	200
общая длина профилей приема, км	316.1
количество пикетов приема на площади съемки	6356
плотность пикетов приема на 1 кв. км	66.7
количество профилей возбуждения	34
количество пикетов возбуждения на линии (max)	198
общая длина профилей возбуждения, км	312.7
количество пикетов возбуждения на площади съемки	6288
плотность пикетов возбуждения на 1 кв. км	66.7

5.6. Подавление волн-помех, формирующихся в ВЧР

Как правило, при сейсморазведочных работах на суше приходится иметь дело с поверхностными волнами-помехами, волновые числа которых резко отличаются от волновых чисел, характерных для целевых отражений. Применение в трехмерных съемках линейных продольных групп источников или приемников не позволяет ослабить поверхностные волны в направлениях, отличных от направления, вдоль которого располагаются группы (Череповский А.В. 2012). В связи с этим применяют либо площадные группы приемников, либо комбинирование линейных групп источников и приемников, либо полностью отказываются от группирования в надежде подавить поверхностные волны при обработке, используя процедуры фильтрации.

В первом случае, возбуждение выполняется в одной точке профиля, что чаще всего характерно для взрывной сейсморазведки, а прием осуществляется площадными группами сейсмоприемников. Как правило, такие группы должны обладать центральной симметрией. На практике

реализация такого группирования довольно трудоемка и рекомендуется лишь в благоприятных условиях (отсутствие растительности, снега, и т.п.). В связи со сложностями установки площадных групп в сейсморазведке со взрывами полевые интерференционные системы для подавления поверхностных волн не применяются. Наибольшую популярность в трехмерной сейсморазведке со одиночными взрывами получило группирование сейсмоприемников в точку. Сейсмоприемники устанавливаются на малых расстояниях друг от друга на предельно малой площади. Такая группа позволяет усреднить условия установки сейсмоприемников и увеличить чувствительность сейсмического канала.

Во втором случае, возбуждение выполняется линейной группой источников, что характерно для невзрывной сейсморазведки (источники представляют собой группу сейсмических вибраторов или импульсных источников), а прием осуществляется линейными группами сейсмоприемников. При совместном группировании источников и приемников линейные группы располагаются вдоль соответствующих профилей: группы источников вдоль - профилей возбуждения, группы приемников вдоль - профилей приема. Как правило, профили приема ортогональны профилям возбуждения или расположены под углом. Сочетание перпендикулярных (или наклонных) друг другу продольных линейных групп создает интерференционную систему, способную подавлять поверхностные волны по различным азимутам.

Одним из важных критериев линейного группирования состоит в том, что группы источников должны быть такими же, как группы приемников [Vermeer,1998]. Группы приемников и источников достаточно эффективны при высоком уровне микросейсм (ветровые помехи, шум от промышленных объектов и т.п.), а также при подавлении низкочастотных низкоскоростных поверхностных волн в простых поверхностных условиях.

В сложных поверхностных условиях для групп сейсмоприемников характерно искажение амплитудно-частотных характеристик полезного

сигнала из-за ряда факторов (Череповский, 2012): наличия статических сдвигов, неидентичности грунтовых условий в точках установки приемников, отклонение от вертикали лучей отраженных волн, кривизны волнового фронта на больших удалениях от источника.

Применение в трехмерной сейсморазведке продольных групп только в одном направлении – либо источников, либо приемников привносит значительную азимутальную анизотропию и поэтому не применяется.

Для высокоплотных высокоразрешающих систем наблюдений, которые идут на смену современным среднестатистическим сейсмическим съемкам 3D, проблема подавления помех, связанных с ВЧР, трансформируется в простое правило – необходимо регистрировать все помехи без пространственного аляйсинг-эффекта (без зеркальных пространственных частот), то есть интервал между отдельными одиночными приемниками должен быть меньше половины длины волны помехи: $RI=0.5V_{min}/F_{max}$, где V_{min} – минимальная кажущаяся скорость волны помехи, F_{max} – максимальная частота записи. Для поверхностной волны, обладающей скоростью $V=300$ *м/с* и частотой $F=20$ *Гц,* получим требуемое расстояние между сейсмоприемниками $RI=0.5*300/20=7,5$ *м*. Такая съемка требует значительного количества полевого оборудования, расширенных технических возможностей и крупных экономических вложений.

Ниже будет рассмотрен один из возможных вариантов невзрывной сейсморазведки с одновременным группированием источников и приемников. Подбор параметров групп может быть сделан в программе проектирования. С этой целью следует рассчитать ожидаемые длины волн поверхностных волн-помех. Понадобится информация о количестве элементов в группах источников и приемников, которое может быть обеспечено при использовании стандартного оборудования. Например, группы сейсмоприёмников (геофонов), поставляемые предприятиями-изготовителями могут состоять из 6 или 12 элементов, а наиболее часто

используемые группы вибрационных источников состоят из 3-5 сейсмовибраторов.

При однопозиционной методике возбуждения количество источников (обычно от 3 до 5 возбудителей) равно числу элементов в группе. Такая группа работает на одной позиции для одного пикета возбуждения. При многопозиционной методике количество источников меньше, чем число элементов в группе, и они работают на нескольких позициях для одного пикета возбуждения.

На группу всегда накладывается условие – базы соседних групп не должны перекрываться, в связи с этим, например, база группирования сейсмоприемников не должна превышать интервал между пикетами приема (*RI*). Поскольку для трехмерных съемок должна соблюдаться симметрия, то базы группирования источников и приемников должны быть одинаковы, в компромиссном варианте близки.

Базу группирования *Lgr* приближенно можно оценить по формуле [Бондарев В.И., 2012]:

$$L_{gr} \approx \frac{(\lambda_{max} - \lambda_{min})\lambda_{max}}{\lambda_{max} + \lambda_{min}},$$

где λ_{max} и λ_{min} соответственно максимальная и минимальная длины волн помех. В некоторых случаях параметры поверхностных волн таковы, что не удается создать эффективную интерференционную систему. Для подавления этих волн остается надеяться на фильтрацию при цифровой обработке полевых сейсмограмм.

5.7. Пример расчета групп источников и приемников

Исходные данные: интервал между пикетами приема *RI=50 м*, число элементов в группе сейсмоприемников – *6*, тип источника – вибрационный, число источников в группе – *3*, скорости распространения волн-помех*: Vmin=200 м/с, Vmax=300 м/с;* частотный состав волн-помех*: fmin=10 Гц, fmax=25 Гц.*

Расчет длин волн и ориентировочной величины базы группирования:

$\lambda max = Vmax / fmin = 300 / 10 = 30$ *м*

$\lambda min = Vmin / fmax = 200 / 25 = 8$ *м*

$Lgr = (30-8) \times 30 / (30+8) = 17.4$ *м.*

Для приемников запланирована группа из 6 элементов. Приемники расположены через 4 м вдоль линии приема на базе 20 м (рис. 5.7).

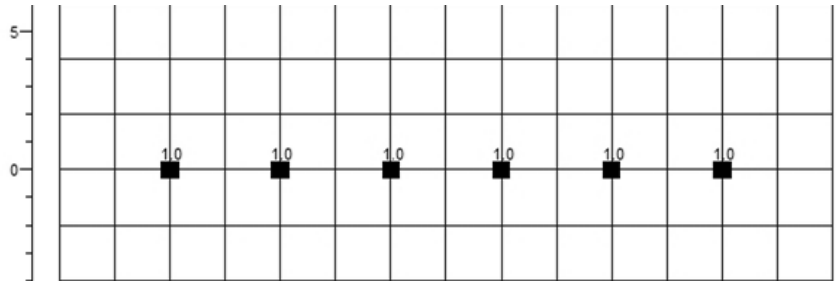


Рис. 5.7. Продольная группа приемников (ориентация вдоль линий приема)

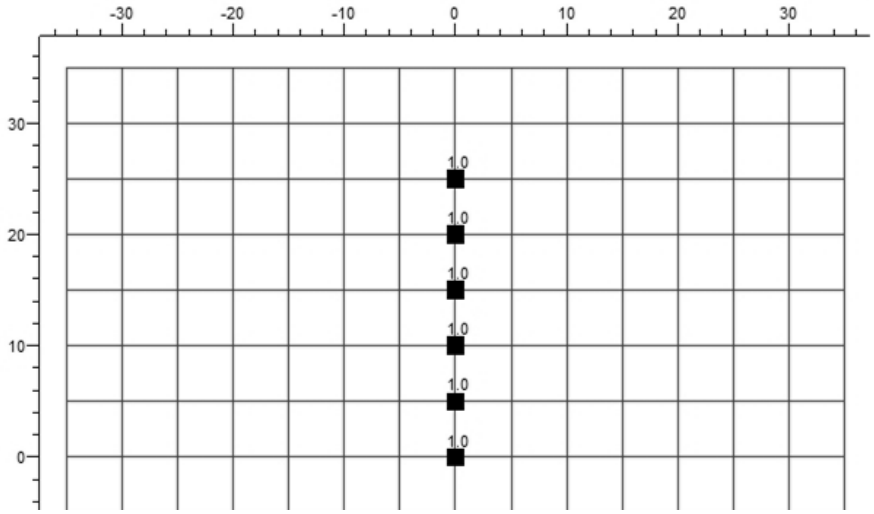


Рис. 5.8. Продольная группа источников (ориентация вдоль линий возбуждения)

Для ортогональной системы наблюдений была подобрана группа из 6 источников (двухпозиционная методика возбуждения), центры излучения которых расположены через 5 м вдоль линии возбуждения на базе 25 м (рис. 5.8). В полевом исполнении группа из 3 источников, расположенных через 10 метров, будет занимать две позиции, отличающиеся на 5 метров. База группирования увеличена до 25 метров по сравнению с расчетной, исходя из габаритов и возможности расположения сейсмовибраторов на линии возбуждения. Так как длина шасси вибрационного источника составляет около 8 метров, ширина - около 3 метров, то маневры таких

машин на залесенной территории (в задании 40% участка работ занято лесом) при стандартных технологических просеках (4 м) ограничены, и приходится идти на компромисс между качеством подавления волн с одной стороны, и технологичностью, и производительностью труда, с другой.

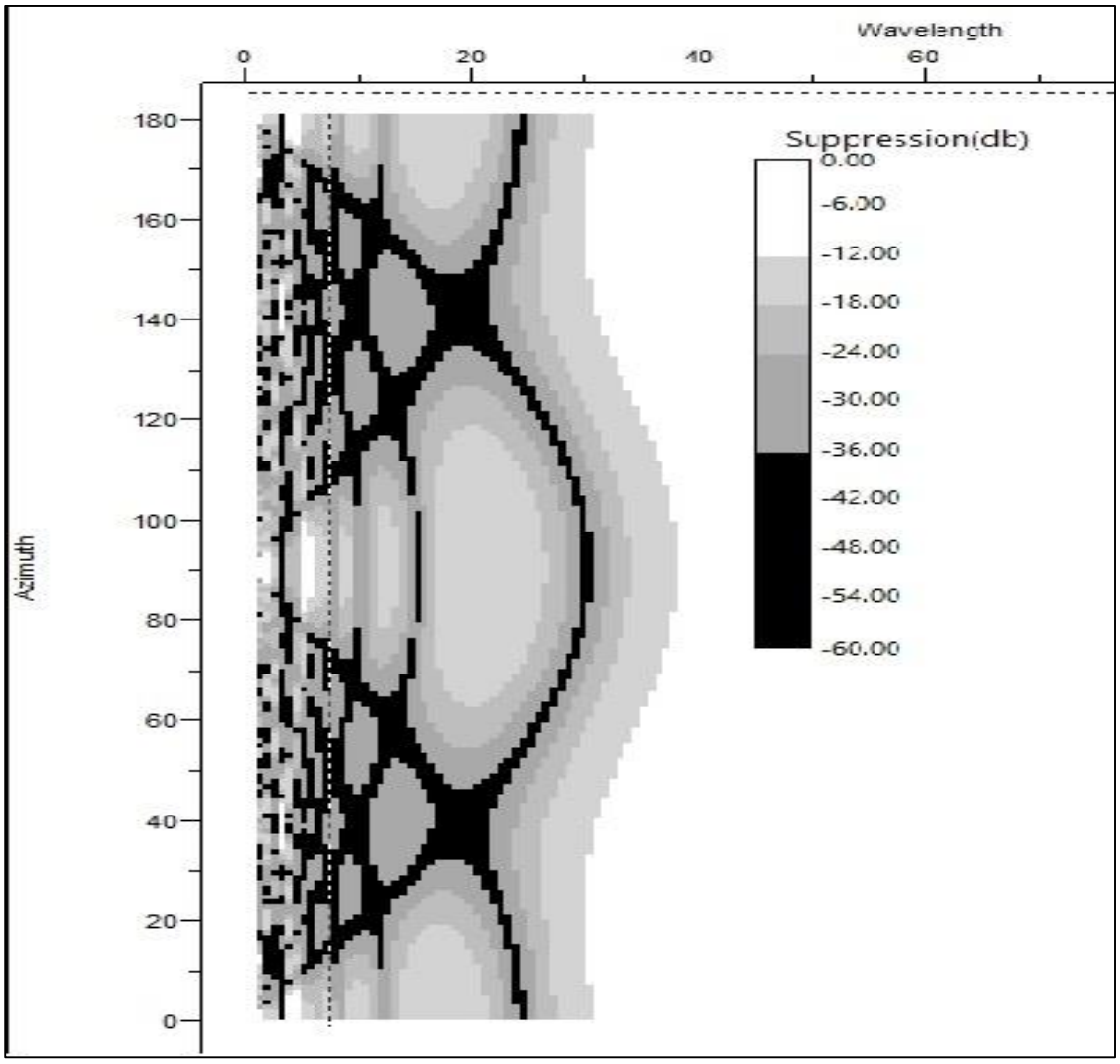


Рис. 5.9. Характеристика направленности группирования совместной группы источников и приемников в координатах длина волны (wavelength) и азимут (azimuth). Шкала подавления указана в Дб

Анализ совместной характеристики группирования (рис. 5.9) в координатах длины волн – азимуты показывает, что длины волн помех (8-30 м) попадают в область подавления от -12 до -60 дБ во всем диапазоне азимутов, кроме азимутов близких к 90° для длин волн менее 10 м. Поскольку длины волн целевых отражений для изучаемого участка более 30 м, то предлагаемые группы источников и приемников будут

способствовать улучшению соотношение сигнал помеха в среднем 15 раз (минимум в 4 максимум в 1000 раз).

6. Анализ атрибутов съемки

6.1 Расчет и анализ атрибутов съемки

Каждый бин трехмерной съемки содержит средние точки от некоторого количества пар источник - приемник. Количество таких пар представляет собой кратность, расстояние между источником и приемником в одной паре - вынос (удаление), угол между направлением север-юг и линией, соединяющей источник и приемник, - азимут.

Кратность, выносы и азимуты называются атрибутами съемки. Атрибуты позволяют судить о качестве съемки для решения геологических задач. При расчете атрибутов используются программы по проектированию сетей наблюдений трехмерной сейсморазведки. Входными данными для работы с программами проектирования являются: координаты углов контура участка съемки, тип системы наблюдений и значения параметров системы наблюдений (*SLI, RLI, SI, RI, NCx, NCy, Ny).*

Для стандартного[1] шаблона ортогональной и не ортогональной съемок, а также съемки типа «кирпичная кладка» расчет атрибутов в рамках систем проектирования трехмерных съемок выполняется в следующей последовательности:

1) Создается сеть наблюдений. Исходные данные: расстояния между пикетами приема - *RI,* приемными линиями - *RLI,* пикетами возбуждения - *SI,* профилями возбуждения - *SLI*.

Для наклонной геометрии дополнительно нужно задать угол между профилями приема и возбуждения. Для системы типа «кирпичная кладка» необходимо задать интервал сдвига «кирпича».

[1] Под стандартным шаблоном понимается прямоугольная приемная расстановка, в центре которой источники, занимают интервал между двумя соседними линиями приема.

2) Задается активная приемная расстановка. Исходные данные активной расстановки: число приемных линий в расстановке - *NCy*, количество приемных каналов на одной линии - *NCx*.

3) Дается задание на выполнение виртуальной отработки («отстрела») съемки с заданной активной расстановкой.

4) Задается сетка бинов. Исходные данные: размеры бина в направлении *in-line* - *Bx*, и *cross-line* - *By*.

5) Выполняется расчет атрибутов съемки - кратности, азимутов и удалений для заданной сетки бинов.

6) Определяются статистические параметры съемки.

Для удобства анализа атрибутов формируются карты и графики их распределения.

Для нестандартных съемок, когда пикеты возбуждения в шаблоне занимают более одного интервала между линиями приема, выполняется формирование нестандартного единичного шаблона. В этом случае задание на виртуальную отработку участка съемки включает интервалы смещения шаблона в направлениях in line и cross line. Интервалы смещения рассчитываются таким образом, чтобы кратность в пределах исследуемой площади была равномерной. Такие смещения необходимо определить заранее, выполнив несложные расчеты для одиночного шаблона или подобрать эти смещения в интерактивном режиме в программе проектирования. Например, если в шаблоне ортогональной системы источники занимают более одного интервала между линиями приема (n>1), то смещение шаблона в направлении cross-line равно RLI×(NCy-n), а в направлении in-line – SLI.

Анализ кратности

Анализ кратности должен производиться: в области полной (номинальной) кратности съемки, на участках снижения кратности – краях съемки и в эксклюзивных зонах, представляющих собой участки отсутствия источников и (или) приемников.

В зоне полной кратности кратность должна быть равномерной (одинаковой для всех бинов) и достигать проектного (номинального) значения. В эксклюзивных зонах она не должна быть меньше, чем нижний предел кратности в зависимости от горизонтальной разрешающей способности (см. таблицу 4.1), либо чем число, оговоренное в геологическом задании.

Кратность анализируется для удалений, связанных не только с целевым интервалом геологического разреза, но для удалений в пределах которых собираются данные об опорных отражающих горизонтах, залегающих на малой глубине. Для формирования соответствующих карт кратности в программах проектирования съемок накладывается ограничение на удаления источник-приемник. Это ограничение, связанное с зоной мьютинга – обнуления (обрезания) области интерференции отраженных волн с первыми вступлениями волн вдали от источника, в первом приближении берется равным глубине залегания до интересующей проектировщика отражающей границы. На картах кратности для самых верхних отражающих горизонтов, не являющимися опорными, кратность не должна снижаться ниже четырех (Cordsen, 2000).

Если условия по минимально допустимой кратности для неглубоко залегающих горизонтов не выполняются, то следует уменьшить размеры клетки и сформировать новую систему наблюдений. Для новой системы произвести анализ атрибутов заново.

Анализ распределения азимутов

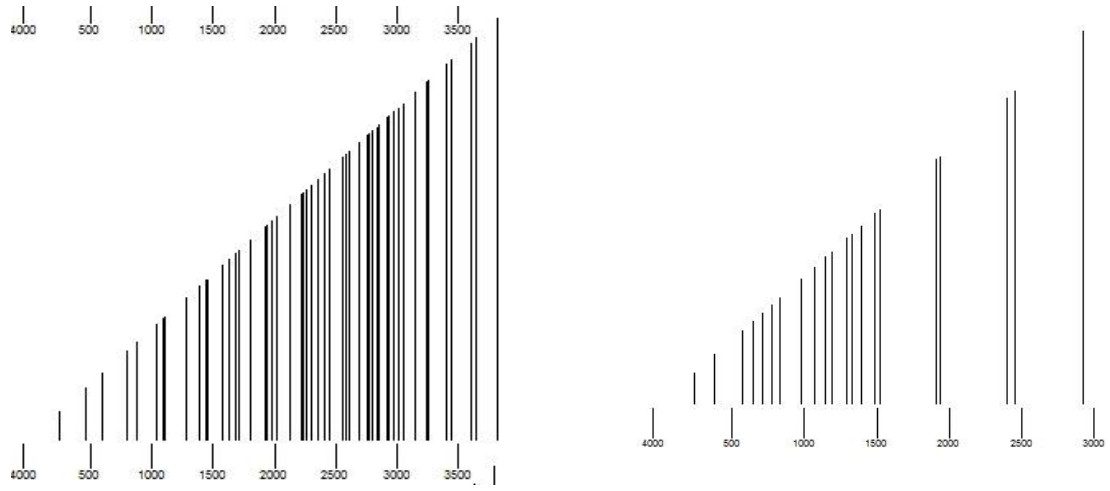
В сложных геологических условиях основное требование, предъявляемое к азимутам, заключается в равномерности их распределения в диапазоне углов от 0° до 360° в пределах бина. Это соответствует широко азимутальной системе наблюдений (азимутальное отношение близко к 1). Для простых геологических условий, а также при наличии четко выраженного простирания геологических структур, это требование может быть снижено. В этом случае азимуты могут быть сосредоточены в

сравнительно узком конусе и направлены, в основном, вкрест простирания геологических структур, что соответствует узко азимутальной системе наблюдений (азимутальное отношение меньше 0,5).

Распределение азимутов наиболее часто анализируют на картах азимутов-удалений, с их изображением в виде розы диаграммы для каждого бина. Для характеристики азимутов всей съемки в целом используется круговая диаграмма, на которой представлена статистика с учетом всех бинов съемки по азимутам, удалениям и кратности. Для широко азимутальных съемок будет наблюдаться центральная симметрия роз диаграмм для бинов, расположенных в области полной кратности и кольцевое окрашивание круговой диаграммы. Для узко азимутальных съемок оба вида изображений будут вытянуты в направлении преобладающих азимутов.

Анализ распределения удалений (выносов)

Распределение удалений удобно анализировать по картам, на которых показаны штриховые диаграммы для каждого бина. Наиболее часто анализируют штриховые диаграммы, у которых горизонтальная и вертикальная оси имеют шкалу выносов, при этом для всех выносов, относящихся к бину, по горизонтальной оси расставляются штрихи, имеющие длину равную выносу. Таким образом, хорошее распределение удалений представляет собой равномерно заштрихованный равносторонний треугольник (рис. 6.1, а). На распределение выносов в пределах бина, главным образом, влияет кратность суммирования по ОСТ. Чем ниже кратность, тем, хуже распределение удалений (рис. 6.1, б). Равномерное распределение выносов обеспечивает наилучшую характеристику суммирования по ОСТ, а также обеспечивает успешное выполнение специализированной обработки данных сейсморазведки, использующей зависимости динамических особенностей сейсмической записей от расстояния источник-приемник (например, AVO-анализ).



а б

Рис.6.1. Штриховая диаграмма: а) с равномерным распределением выносов, кратность 90; б) с не равномерным распределением выносов, кратность 21

Распределение выносов также анализируют для рядов бинов в направлениях in-line и cross-line, а также для областей, равных по размерам зоне Френеля. Метод изображения при этом следующий: по горизонтали представлены номера бинов (ОСТ), по вертикали – удаления. Каждый бин ОСТ представлен вертикальной колонкой, в которой можно проследить набор удалений (рис. 6.2). Приведенный рисунок имеет цикличность изображения, связанную с размерами клетки. Крайние бины в ряду имеют дефицит больших удалений и кратности, что проявляется в неравномерности рисунка.

Аналогичное изображение можно получить для комплексного анализа выносов и азимутов, с этой целью цветовую шкалу задают для другого параметра: например, по оси ординат откладывается удаление, а цветом показывается азимут.

Если распределение атрибутов трехмерной съемки удовлетворяет требованиям, предъявляемым к решению геологических задач для данной проектной площади, то полученная система наблюдений берется за основу, в противном случае параметры системы корректируются, и процесс расчета и анализа атрибутов повторяется заново.

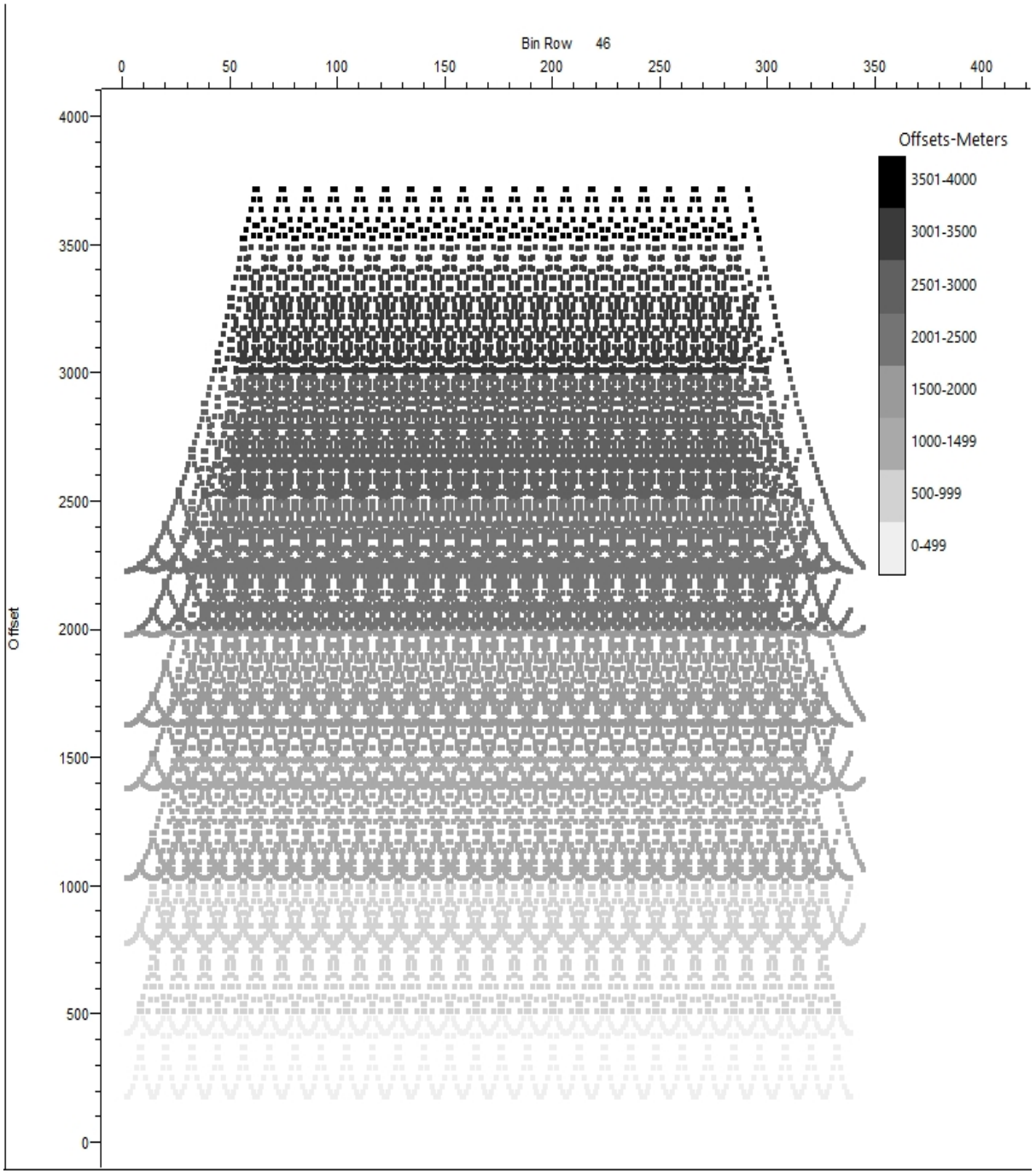


Рис.6,2. Распределение выносов в ряду бинов: по горизонтальной оси – номера бинов, по вертикальной оси - удаления в м, цветовая шкала – интервалы удалений (м)

По завершении всех итераций по расчету и выбору параметров системы наблюдений формируется окончательный набор данных: параметры съемки; карты атрибутов (кратности для различных удалений, азимутов, удалений) и их фрагменты в области снижения кратности, иллюстрирующие возможности съемки; статистические объемные показатели съемки (количество линий приема/возбуждения, пикетов приема/возбуждения, количество точек ОГТ, площадь участка полной

кратности/неполной кратности и т.д.). Эти материалы обосновывают возможность решения поставленных геологических задач при применении запроектированной системы наблюдений.

6.2. Пример расчета и анализа атрибутов съемки

Расчет и анализ атрибутов съемки дается для рассмотренного ранее примера. В примере приведены базовый набор атрибутов съемки, по усмотрению проектанта варианты компоновки атрибутов могут быть изменены. Возможности, предоставляемые программами проектирования для анализа атрибутов съемки, очень широки, и в каждом отдельном случае тип и форму изображения можно подобрать для подчеркивания тех или иных преимуществ или недостатков полученных проектных решений. Ниже представлены основные графические изображения атрибутов съемки, используемые при обосновании.

1) Карта кратности съемки на всей площади исследований с учетом всех удалений источник-приемник в диапазоне от *0* до *Xmax* (рис. 6.3).

На полученной карте область полной кратности однородна, для нее характерно номинальное значение кратности равное 100, соответствующее приведенным выше расчетам. Недостатком представленной съемки является относительно широкая по отношению к размерам участка работ область набора/сброса кратности (рис.6.4) равная 1350 м в направлении in line, 1350 м - в направлении cross-line. За счет этого общая площадь зоны набора кратности составляет 46,97 кв. км, а область полной кратности составляет 45.63 кв. км при общей площади съемки 92,6 кв. км. Таким образом, 50,1 % площади съемки будет иметь кратность ниже номинальной (100). Площадь, занятая бинами с кратностью, удовлетворяющей ключевому параметру $F_{3D} \geq 64$, составляет 61,2 кв. км (66%). Если ориентироваться на минимально допустимую кратность при имеющейся разрешающей способности ($F_{3D} \geq 47$), то получим, что площадь с кратностью от 47 до 100 равна 69.6 кв. км (75%). Таким образом, до 75 % площади

проектного участка можно изучить с кратностью, достаточной для решения поставленных геологических задач[2].

2) Карта кратности для минимальных удалений.

Карта предназначена оценить кратность прослеживания мелко залегающих горизонтов. В нашем примере удаления ограничены диапазоном от 0 до 900 метров. Фрагменты этой карты из середины проектного участка и его юго-западного угла приведены на рис. 6.5. Анализ фрагментов показывает, что в среднем кратность составляет 7, минимальная – 4 (центр клетки), максимальная - 9. На краях участка кратность снижается до 1, ширина области снижения кратности составляет 150 м как в направлении линий приема, так и в направлении линий источников. Приведенные показатели вполне приемлемы для отображения мелко залегающего горизонта на временных разрезах, поскольку он не является целевым, а в пределах площади исследований глубина его залегания мало меняется.

3). Распределение азимутов и удалений.

На рис. 6.6 приведены розы-диаграммы с распределением азимутов-удалений в области полной кратности 100, на рис. 6.7 - для участка набора кратности от 47 (минимально допустимой) до 100. Анализ рисунков показывает, что для рассматриваемой съемки в области полной кратности наблюдается широко азимутальное распределение, в области набора кратности происходит изменение характеристического отношения от 0.5 для кратности 50 к характеристическому отношению близкому к 1 для кратности 100. Анализ всей карты распределения азимутов показывает, что приемлемое распределение азимутов начинается с кратности равной 50. Фрагмент карты распределения азимутов с кратностью бинов от 10 до 50 (рис.6.8.) демонстрирует узко азимутальное распределение менее 40.

[2] Следует отметить, что для крупных съемок отношение площади с номинальной кратностью к общей площади участка работ будет иметь более приемлемые значения. Так для параметров съемки рассматриваемой в примере для площади 300 кв. км это площадь с номинальной кратностью составит 70%.

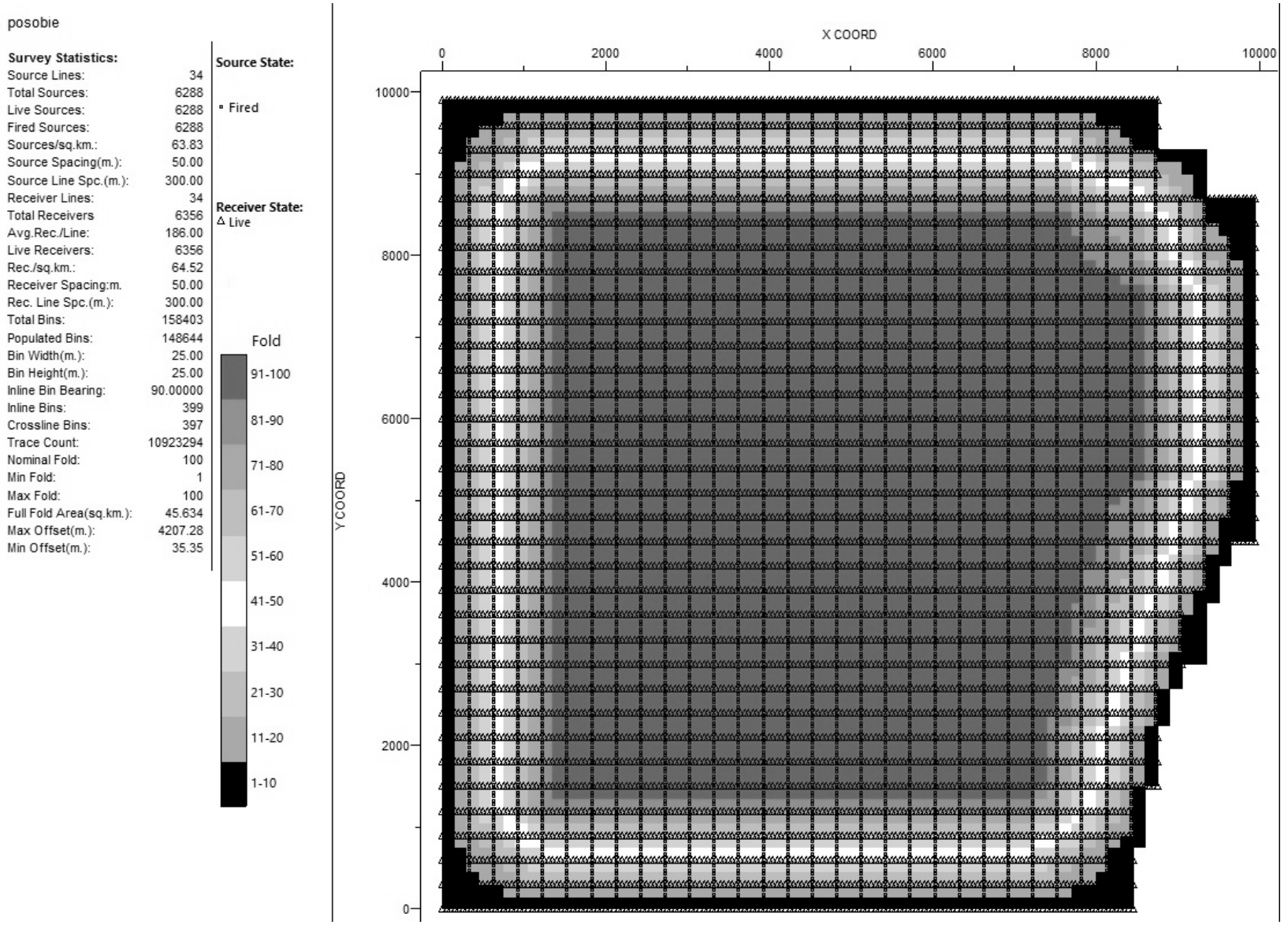


Рис. 6.3. Карта кратности для всех удалений

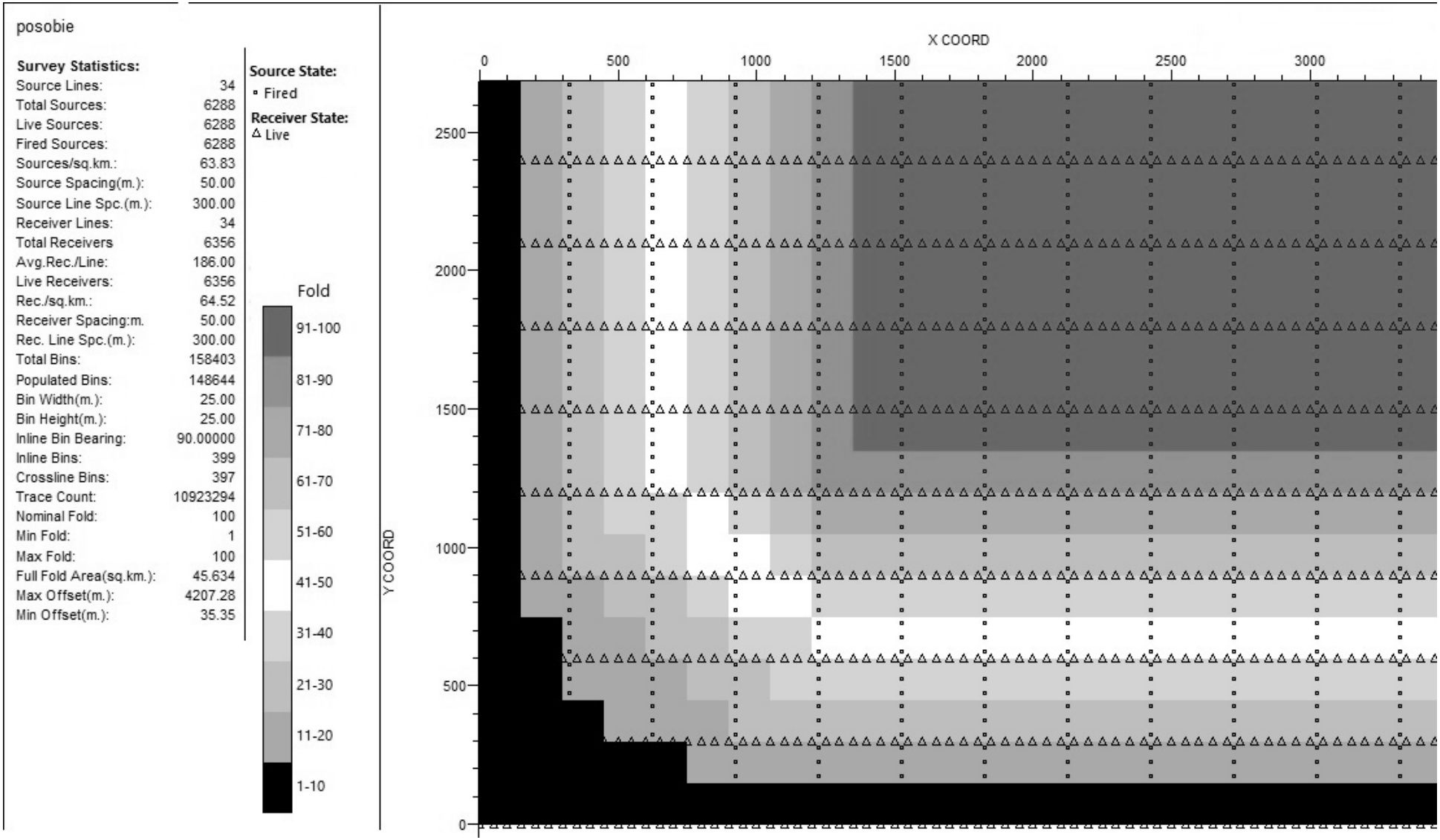


Рис.6.4. Фрагмент карты кратности на краю съемки: Область набора кратности по in line 1350 м, по cross line 1350 м

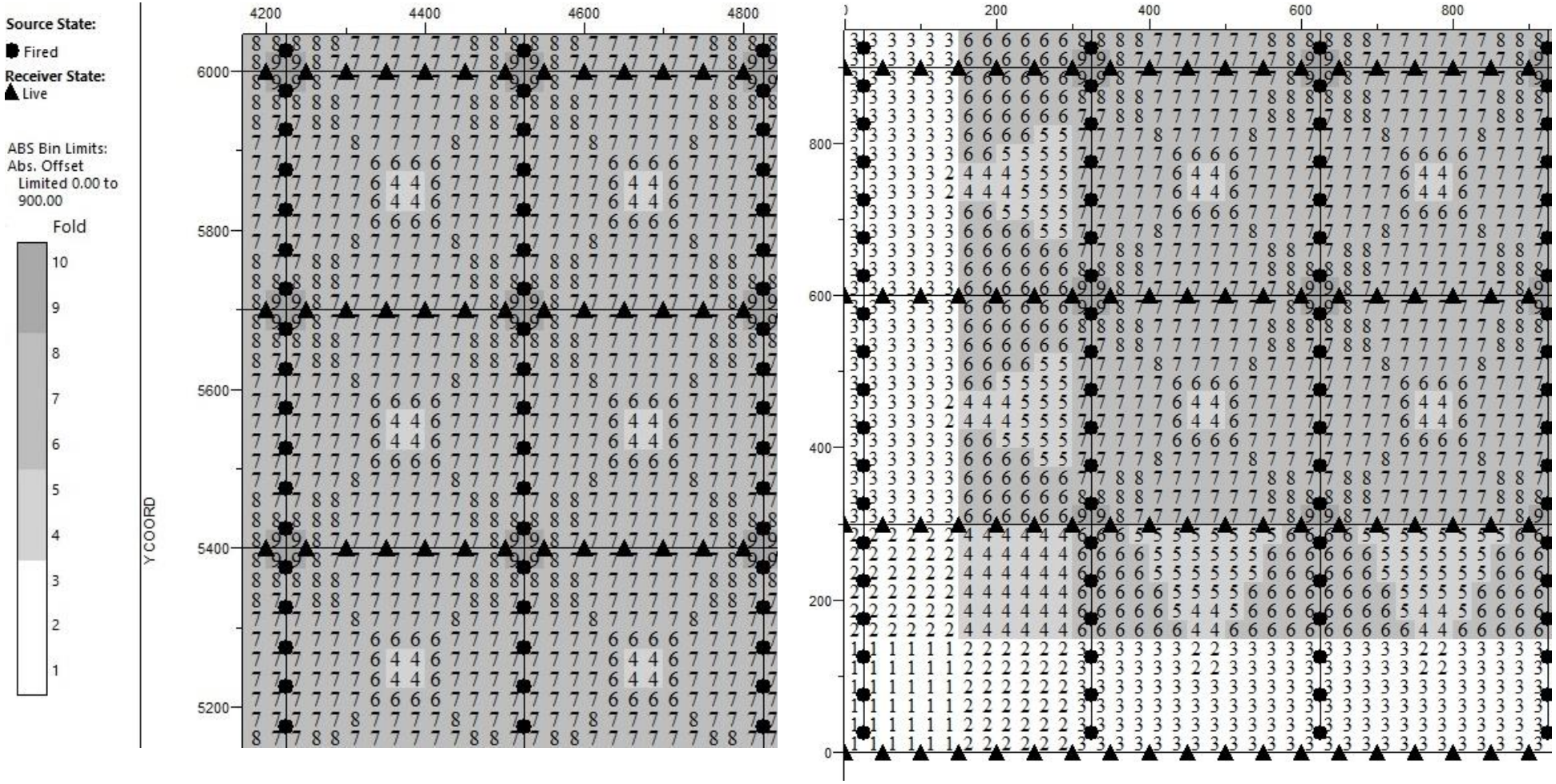


Рис. 6.5. Фрагменты карты кратности для диапазона удалений от 0 до 900:
левый из центра площади, правый – левый юго-западный угол площади

Розы-диаграммы для бинов с кратностью менее 50 имеют узко азимутальный вид и в связи с этим не являются полноценными.

Для анализа распределения удалений в центральных бинах клетки были построены штриховые диаграммы распределения выносов в области полной кратности. Фрагмент съемки, представленный на рис. 6.9, демонстрирует сгущение штрихов вблизи нескольких удалений для четырех центральных бинов и более равномерное распределение удалений для окружающих их бинов. В связи с этим следует ожидать эффект «foot print» (влияние геометрии съемки) на итоговые трехмерные построения. Уменьшение этих эффектов возможно на этапе обработки за счет смещения сетки бинов (Череповский А.В., 2016).

В целом за счет большой номинальной кратности распределение азимутов и выносов удовлетворяет требованиям к трехмерным съемкам хорошего качества. Это демонстрирует общая статистическая характеристика съемки распределения азимутов и удалений, приведенная на рис. 6.10. Представляя собой сводную характеристику всех бинов съемки, она показывает, что для удалений от 1000 до 3000 метров, соответствующих интервалу изучаемых глубин по целевым горизонтам М-Б, распределение азимутов равномерно. В этом интервале удалений достигается высокая кратность, представленная на этом графике количеством трасс. Для удалений до 1000 метров, кратность заметно снижена. Для удалений свыше 3000 м распределение азимутов не равномерно, представлены лишь отдельные направления близкие к 40°-50°, 130°-140°, 220°-230°, 320°-330°.

Анализ статистических показателей позволяет сделать вывод, что все атрибуты съемки для целевого интервала поиска удовлетворяют требованиям задач, которые стоят перед сейсмической съемкой.

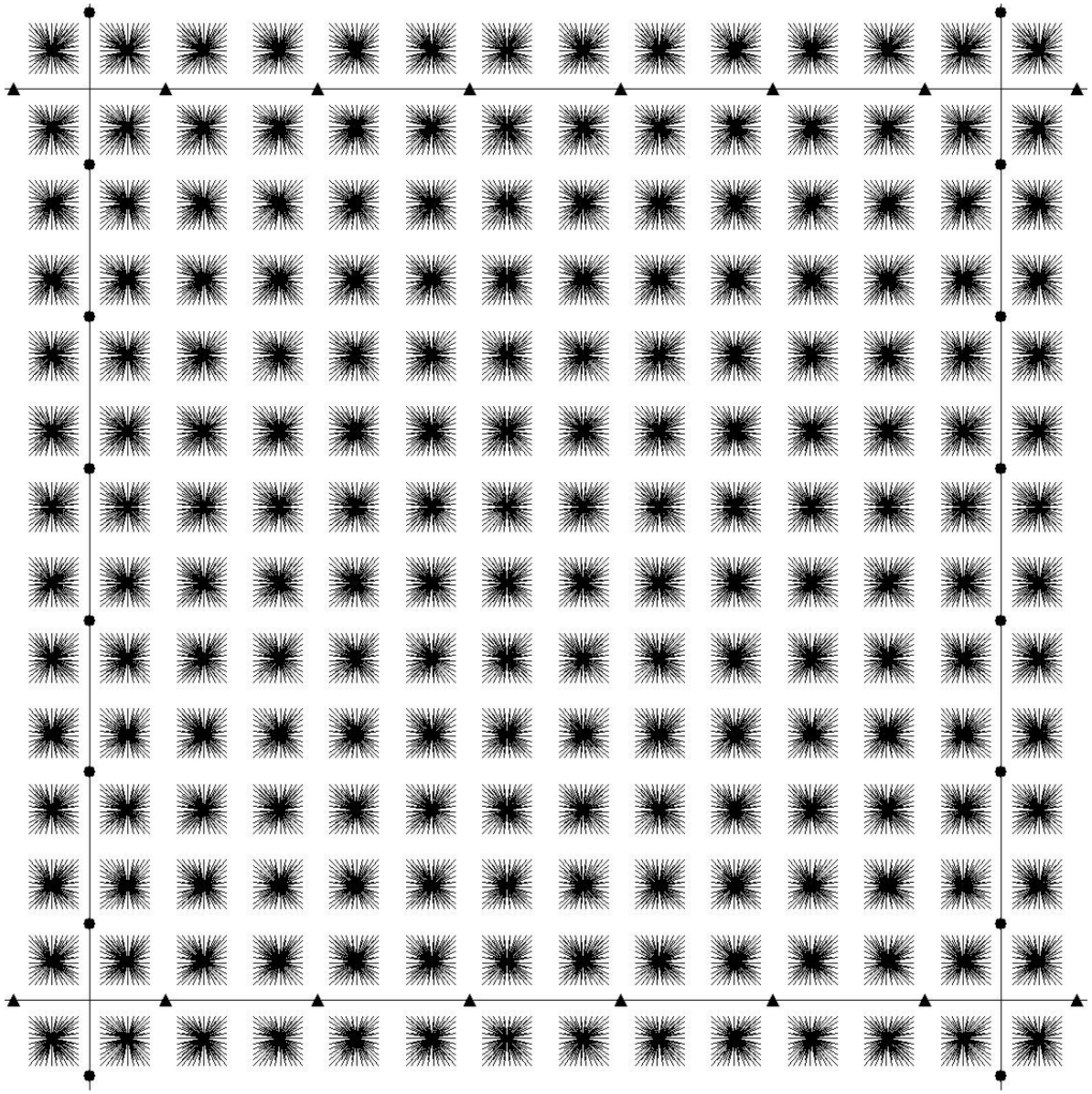


Рис. 6.6. Розы-диаграммы азимутов и удалений для одной из клеток проектного участка в области полной кратности

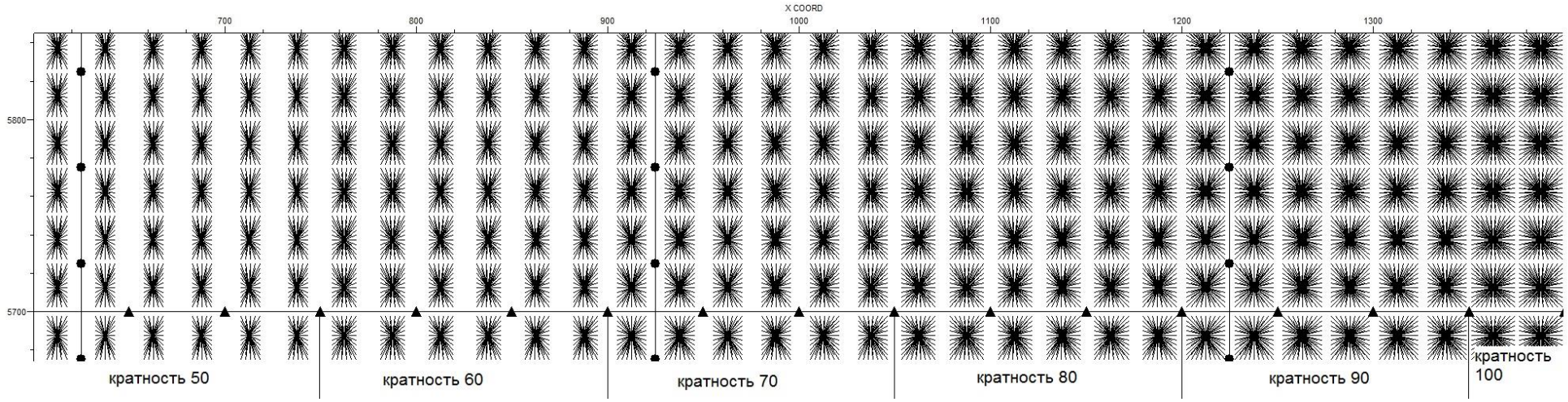


Рис. 6.7. Розы-диаграммы азимутов и удалений для участка в области набора кратности от 50 до 100

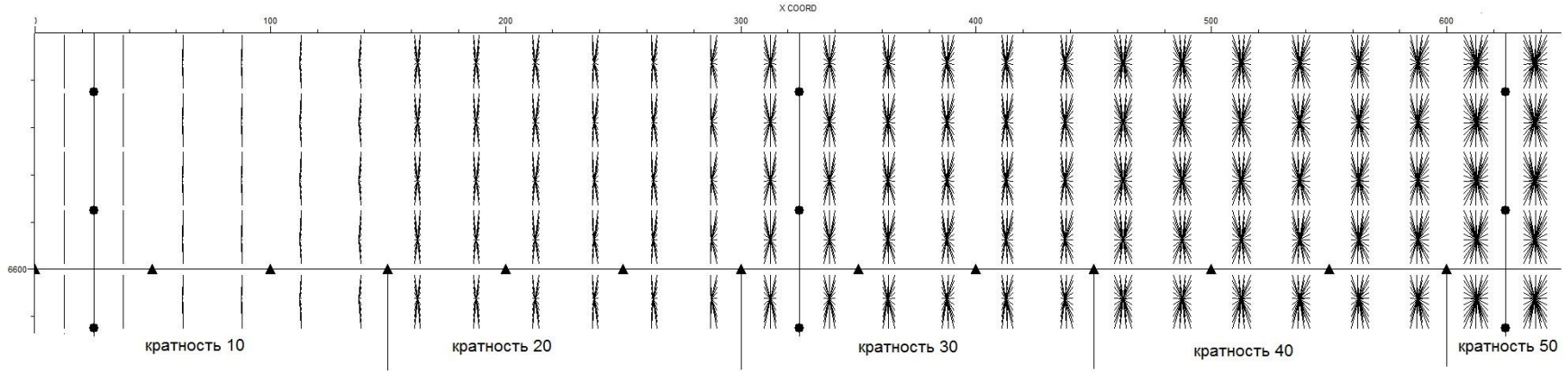


Рис. 6.8. Розы-диаграммы азимутов и удалений для участка в области набора кратности от 10 до 50

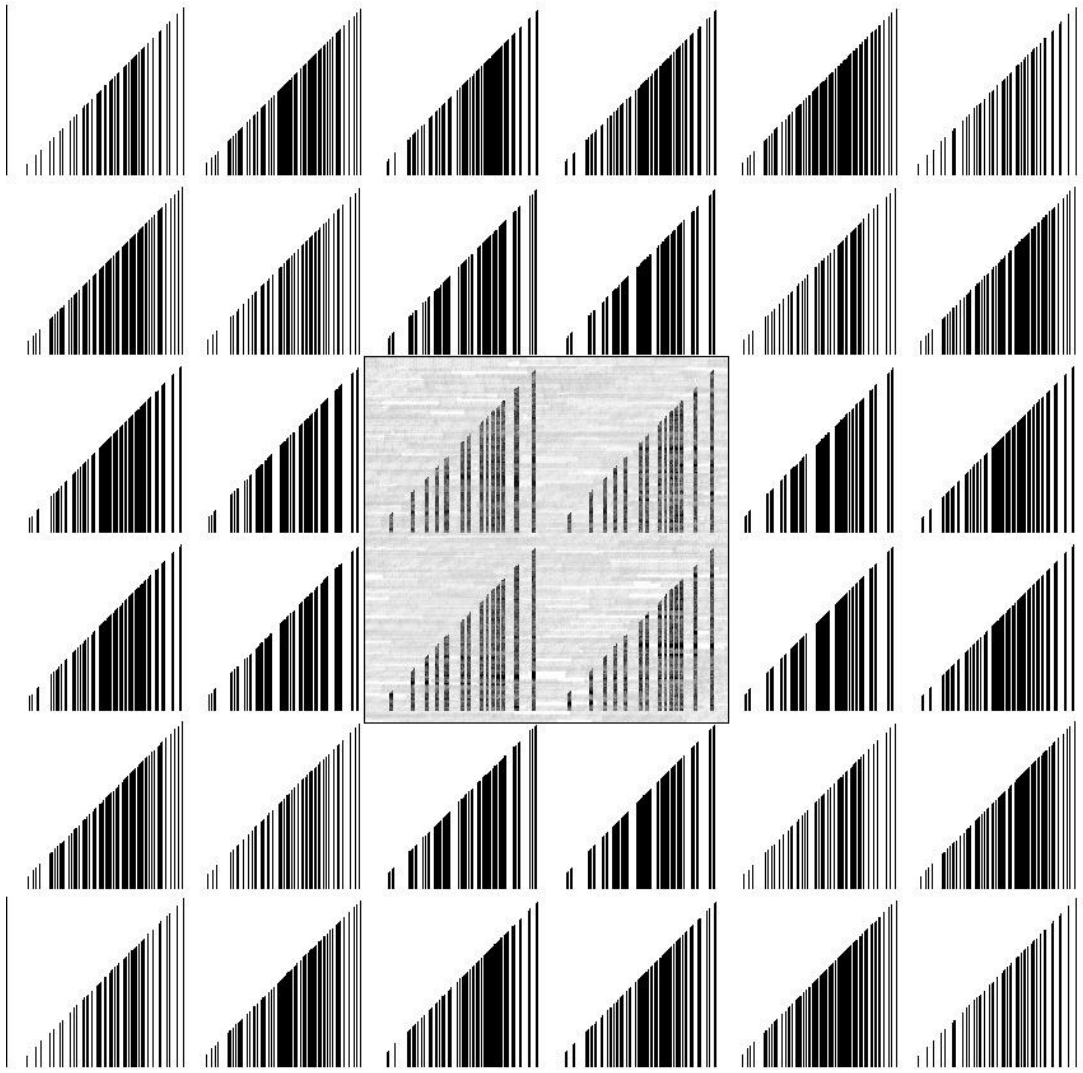


Рис.6.9. Штриховые диаграммы выносов в области полной кратности: серым прямоугольником выделены центральные бины в клетке

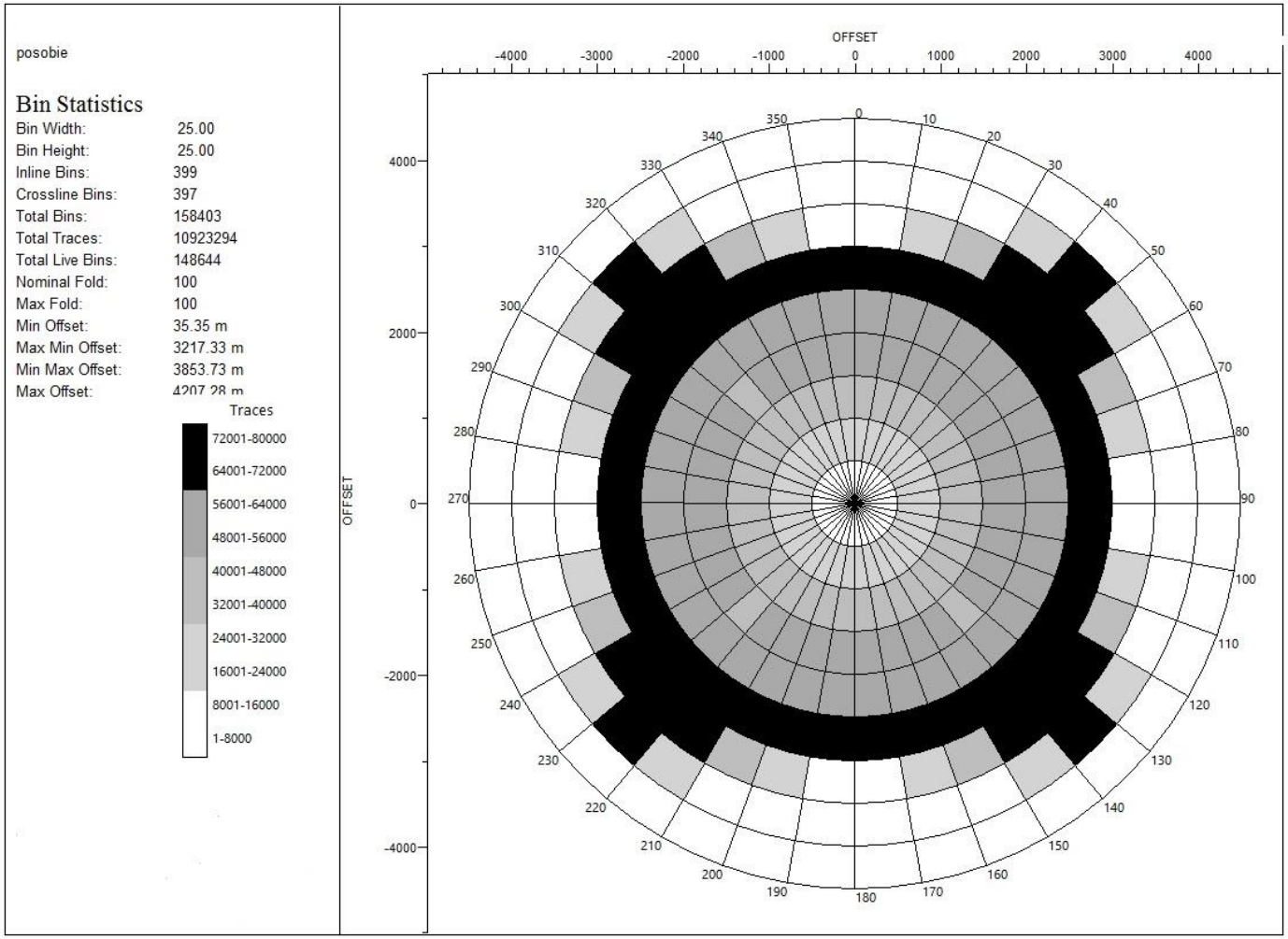


Рис. 6.10. Распределение азимутов и удалений, характеризующее съемку в целом

7. Технология сейсморазведочных работ

Технология производства трехмерных сейсморазведочных работ зависит от методики работ, условий производства, размеров участка съемки, оснащенности полевой сейсморазведочной партии. Она тесно связана с системой наблюдения, размерами шаблона, типом регистрирующей аппаратуры, ее комплектацией по числу приемных каналов, типом источников возбуждения, а также объемами и сроками выполнения планируемых работ. Выбранная технология должна быть целесообразной, высокопроизводительной, обладать хорошими экономическими и экологическими показателями.

Качественно спланированная технология должна обеспечивать непрерывный производственный процесс при отработке площади. Последовательность отработки пикетов возбуждения, шаблонов, и полос регистрации представляет собой сценарий отработки. В проекте на выполнение сейсморазведочных работ сценарий, согласно инструкции по сейсморазведке, рекомендуется давать в табличной форме. Дополнительно может быть составлена графическая схема, поясняющая логику оптимального перемещения сейсморазведочного оборудования в пределах участка съемки.

Исходными данными для планирования технологического процесса полевых работ являются основные параметры методики съемки.

7.1. Основные параметры методики

Основные параметры методики, а также характеристику аппаратуры и оборудования, которые планируется применять при производстве сейсморазведочных работ необходимо представить в виде таблицы. Пример заполнения производственных показателей для рассмотренных выше данных представлен в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Производственно-технические показатели

1	**Методика исследования**	**МОГТ 3**
2	**Тип используемых волн**	**продольные**
3	**Параметры методики наблюдений**	
	Система наблюдений	Ортогональная типа «крест»
	Кратность прослеживания (полная)	100
	Размеры бина, м	25×25
	Расстояние между ПП на линии, м	50
	Расстояние между ПВ на линии, м	50
	Расстояние между линиями ПП, м	300
	Расстояние между линиями ПВ, м	300
	Диапазон максимальных удалений, м	2410-3470
	Диапазон минимальных удалений, м	35-388
	Количество линий приема в шаблоне, шт.	20
	Число каналов на одной линии в шаблоне, шт.	120
	Количество ПВ в шаблоне, шт.	6
	Количество линий ПП на площади съемки, шт.	34
	Количество ПП на одной линии приема, шт.	200
	Количество линий ПВ на площади съемки, шт.	34
	Количество ПВ на одной линии приема, шт.	198
	Общая длина линий ПП на площади съемки, км	321,6
	Общая длина линий ПВ на площади съемки, км	318,05
	Плотность ПВ на 1 км^2	67
	Площадь съёмки, км^2	93,97

	Площадь съёмки полной кратности (90), км^2	48,68
4	**Аппаратура и оборудование**	
	Тип сейсмостанции	408UL
	Способ перемещения сейсмостанции	в балке на тракторе
	Количество активных каналов, шт.	2400
	Полевой регистрирующий модуль, тип, шт.	FDU, 4318
	Полевой линейный питающий модуль, шт.	LAUL, 100
	Модуль поперечных соединений, шт.	LAUX, 35
	Источник питания модулей, тип	Аккумуляторы 12 В
	Источник питания модулей, шт.	240-300
	Тип связи полевых модулей с сейсмостанцией	кабельный
	Тип магнитных носителей	NAS
	Количество магнитных носителей, шт.	2
	Тип сейсмоприёмников	DX
	Группирование сейсмоприемников, шт.	6
	Тип группирования	Линейное вдоль профилей приема
	Расстояние между приемниками, м	4
	База группирования, м	20
	Количество групп, шт.	4318
5	**Параметры регистрации**	
	Шаг квантования, мс	2
	Длина записи, с	4
	Граничная частота ФВЧ, Гц	3
	Граничная частота ФНЧ, Гц	125

	Предварительное усиление, дБ	нет
	Формат записи	SEG-8058
	Условия возбуждения	
	Тип источника	вибрационный
	Модель источника	CBC24/PC27
	Система управления вибратором	GEOSVIP VICONT-002
	Габариты источника, мм - длина - ширина	 8690 3800
	Параметры источника	
	- длина свипа, с	8
	- частотный диапазон, Гц	10-170
	Количество источников в группе	3
	Методика возбуждения –	двух позиционная
	Расстояние между источниками в одной позиции, м	10
	Интервал перемещения на вторую позицию, м	5
	Тип группирования	Линейное вдоль профилей возбуждения
	База группирования, м	25
7	**Объём работ, ф. н.**	6228

7.2. Последовательность отработки площади исследований

Сценарий отработки площади исследований составляется заранее до начала полевых работ. Стратегия отработки площади описывается в проекте в разделе «Методика сейсморазведочных работ». От качества созданного сценария зависит производительность труда сейсмического отряда, экономия топлива, снижение объемов вспомогательных работ, связанных с

прокладкой и обслуживанием профилей приема и возбуждения, негативное воздействие на окружающую среду сейсморазведочных работ и т.д.

Исходными данными для планирования технологии проведения сейсморазведочных работ являются: условия производства работ, размеры площади съемки, объемы работ, сроки выполнения работ, тип регистрирующей аппаратуры (кабельная или бескабельная), тип источников возбуждения (взрывной или невзрывной), наличие и вид группирования, геометрия шаблона, число активных каналов, число каналов регистрирующей сейсмостанции, тип геометрии съемки, величины перекрытия шаблонов в направлениях in-line и cross-line.

Обычно в качестве физического наблюдения при трехмерных сейсморазведочных работах рассматривается отработка одного пункта возбуждения в пределах шаблона при этом осуществляется запись одной многолинейной сейсмограммы.

В зависимости от количества доступных для регистрации сейсмических каналов и размеров площади съемки существует два варианта работы.

Первый вариант - когда все пикеты приема, расположенные на площади исследований, обеспечены сейсмическими каналами. В этом случае на все пикеты приема устанавливается полевое приемное оборудование, далее выполняется отстрел площади вдоль профилей возбуждения, по окончании работ выполняется смотка полевого оборудования. Такая ситуация встречается на малых площадях и (или) при значительных производственных мощностях (достаточном количестве сейсмических каналов). В подобных обстоятельствах может быть выгодно отказаться от понятия шаблон, и от каждого пункта возбуждения регистрировать сейсмограммы от всех пикетов приема одновременно.

Второй вариант - когда количество сейсмических каналов меньше, чем число пикетов приема на площади исследований. Ситуация характерна для больших площадей и (или) небольших производственных мощностей. В

этом варианте участок исследований гораздо больше, чем размеры участка, занятого сейсмическим оборудованием, и возникает необходимость перемещения оборудования для покрытия всей площади съемки. Таким образом требуется знать интервалы перемещения шаблона в направлении линий приема (*in-line*) и линий возбуждения (*cross-line*), обеспечивающие равномерное многократное перекрытие (кратность) участка работ активной расстановкой, а также выбрать технологию, наилучшим образом организующую проведение трехмерных сейсморазведочных работ. Первый шаг при определении этой технологии - выбор направления и последовательности отработки площади исследований.

Последовательность перемещений шаблона в пределах площади съемки (стратегия отработки) зависит от условий производства сейсморазведочных работ и типа источников возбуждения. На практике применяются две основные стратегии в зависимости от преимущественного направления перемещения шаблонов:

- в направлении линий приема (*in-line*);
- в направлении линий возбуждения (*cross-line*).

В первом случае (направление *in-line*) шаблон перемещается с шагом, равным расстоянию между профилями возбуждения в направлении профилей приема, образуя полосу регистрации. Эта полоса представляет собой протяженный участок съемки, ширина которого равна размерам шаблона в направлении *cross-line (Ly)*, а длина - размеру площади съемки в направлении *in-line*.

Во втором случае (направление *cross-line*) шаблон перемещается с шагом, равным (или кратным) расстоянию между профилями приема (*RLI*), в направлении профилей возбуждения, образуя полосу регистрации. В этом случае ширина полосы регистрации равна размерам шаблона по *in –line (Lx)*, а длина - размеру площади съемки в направлении *cross-line*.

Количество приемных каналов, необходимое для обеспечения непрерывного (конвейерного) производства полевых работ по обеим

стратегиям, должно быть по меньшей мере в 1,5-2 раза больше, чем в полной активной расстановке. При достаточном объеме полевого приемного оборудования выгодно размещать его по всей полосе регистрации с запасом на 1-2 интервала перемещения шаблона в направлении перехода на новую полосу регистрации.

В ортогональных съемках отработка площади может осуществляться как в направлении *in-line* (вдоль линий приема), так и в направлении *cross-line* (вдоль линий возбуждения).

Для не ортогональных съемок целесообразно вести отработку в направлении in-line*. Для таких съемок, как «кирпичная кладка», «зигзаг» и т.п. в каждом конкретном случае требуется обосновать целесообразность той или иной стратегии.*

***Стратегия отработки в направлении* in-line**

Данная стратегия отстрела предполагает преимущественное перемещение шаблонов в направлении *in-line*. При перемещении шаблонов в направлении *in-line* с одного края площади исследований на другой образуется полоса отстрела в этом направлении. Как правило, шаг перемещения шаблонов в направлении *in-line* равен расстоянию между пунктами возбуждения в этом направлении, то есть расстоянию между профилями возбуждения (*SLI*). Откуда следует, что общее число шаблонов в полосе регистрации, включая неполные шаблоны на краях съемки, равно количеству профилей возбуждения, которые ее пересекают.

По достижении края съемки осуществляется переход в следующую полосу отстрела. Шаблон перемещают в направлении cross-line на расстояние равное интервалу, который занимают источники в шаблоне.

Для стандартных ортогональных съемок этот интервал равен расстоянию между линиями приема (*RLI*). При этом количество полных полос на площади исследований будет равно общему количеству профилей приема минус число линий приема в шаблоне минус 2. Общее количество полос, включая неполные полосы в области набора-сброса кратности, будет

равно количеству профилей приема минус один.

Для нестандартных съемок общее число полос, включая неполные, вычисляется следующим образом: количество профилей приема минус один разделить на число интервалов RLI, занятых источниками в шаблоне.

Во время перемещения шаблона в направлении линий приема источник (или группа источников) будет двигаться от участка, занятого источниками в одном шаблоне к аналогичному участку в соседнем шаблоне (рис.7.1). Такая схема предполагает, что для технологического транспорта, обслуживающего источник, должен быть обеспечен широкий проезд как по профилям приема, так и по профилям возбуждения.

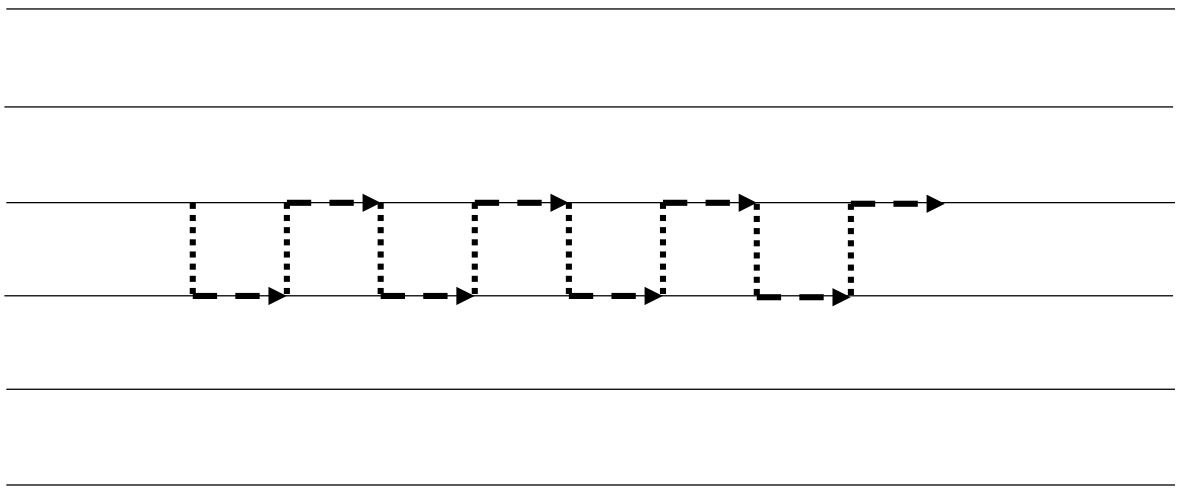


Рис.7.1. Схема перемещения источников в полосе отстрела по in-line с шаблоном, состоящим из 6 линий приема: стрелками показаны перемещения источников с одного профиля возбуждения на другой

При наличии достаточного запаса приемного оборудования, например, в 2 раза превышающего количество активных каналов в шаблоне, технологическая цепочка, обеспечивающая непрерывную работу в рамках рассматриваемой стратегии, выстраивается следующим образом. Все имеющееся приемное оборудование одновременно расставляется в полосе отстрела. Оператор последовательно, согласно сценарию отстрела коммутирует (выбирает) требуемую группу каналов, соответствующую текущей активной расстановке. Отработав все физические наблюдения в одном шаблоне, оператор дает команду на отработку источников в

следующем шаблоне. Источники перемещаются на соседний профиль возбуждения, а оператор коммутирует соответствующие им приемные каналы. Начинается регистрация физических наблюдений в новом положении шаблона. Таким образом, шаблон движется в пределах полосы отстрела. По мере освобождения части полевого оборудования из процесса регистрации рабочие сейсмического отряда по заданию оператора снимают освободившееся в начале полосы отстрела приемное оборудование с каждой приемной линии и перебрасывают вперед по направлению перемещения шаблона. Операции коммутации и смотки-размотки приемного оборудования повторяются до тех пор, пока шаблон не достигнет конца площади работ в направлении *in-line* (рис. 7.2, а). Для перехода в следующую полосу регистрации часть освободившегося оборудования переставляется на линии приема следующей полосы регистрации (рис. 7.2 б, в). Процесс регистрации продолжается в аналогичной последовательности, но в обратном направлении. Этот способ требует хорошей организации работы сейсмического отряда и относительно большой его численности.

При наличии значительного количества полевого приемного оборудования применяется более технологичная схема, обеспечивающая экономию времени, людских и транспортных ресурсов. Для работы по этой схеме приемное оборудование устанавливается во всей полосе отстрела и дополнительно еще на одном или нескольких профилях приема, что зависит от ширины перекрытия шаблонов в направлении cross-line. После отработки первой полосы формируется вторая полоса, для этого подключается резервная линия (или линии) приема, а источники передислоцируются в соответствующий интервал второй полосы. Освободившаяся линия (или линии) приема первой полосы, собирается по всему профилю приема и перемещается на новое место для отработки следующей, третьей, полосы отстрела и так далее (рис.7.3.). Удобство этой технологии заключается в том, что текущие процессы смотки и размотки происходят на целом

профиле приема, это не мешает регистрации, уменьшает транспортные расходы и не создает организационных трудностей.

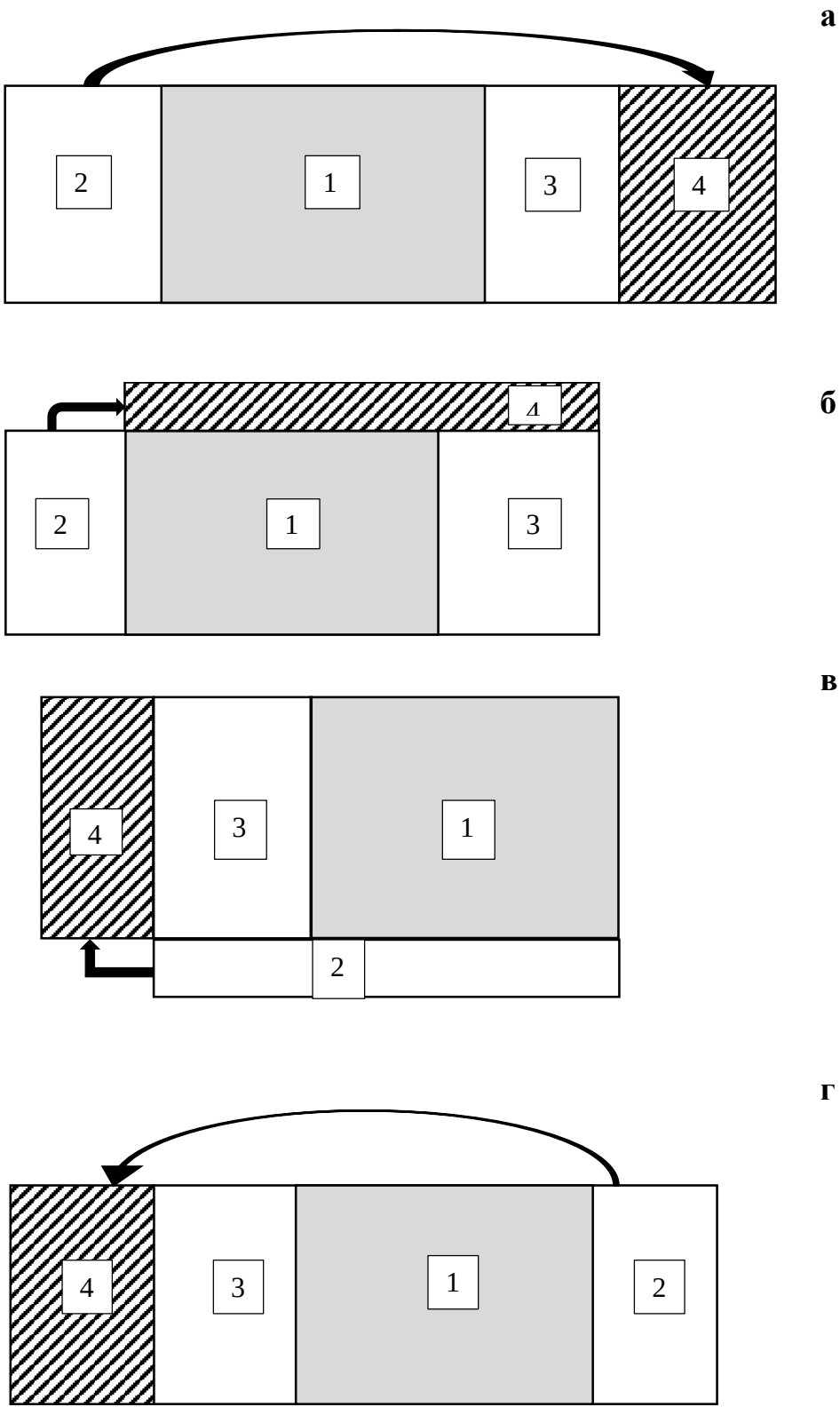


Рис.7.2. Схема смотки и размотки с минимальным запасом приемного оборудования: а) конвейер в первой полосе; б) в конце первой полосы отстрела; в) в начале второй полосы отстрела, г) конвейер во второй полосе. 1 – активная расстановка, 2 – отработанные каналы (смотка), 3 – не отработанные каналы, 4 – новое положение отработанных каналов

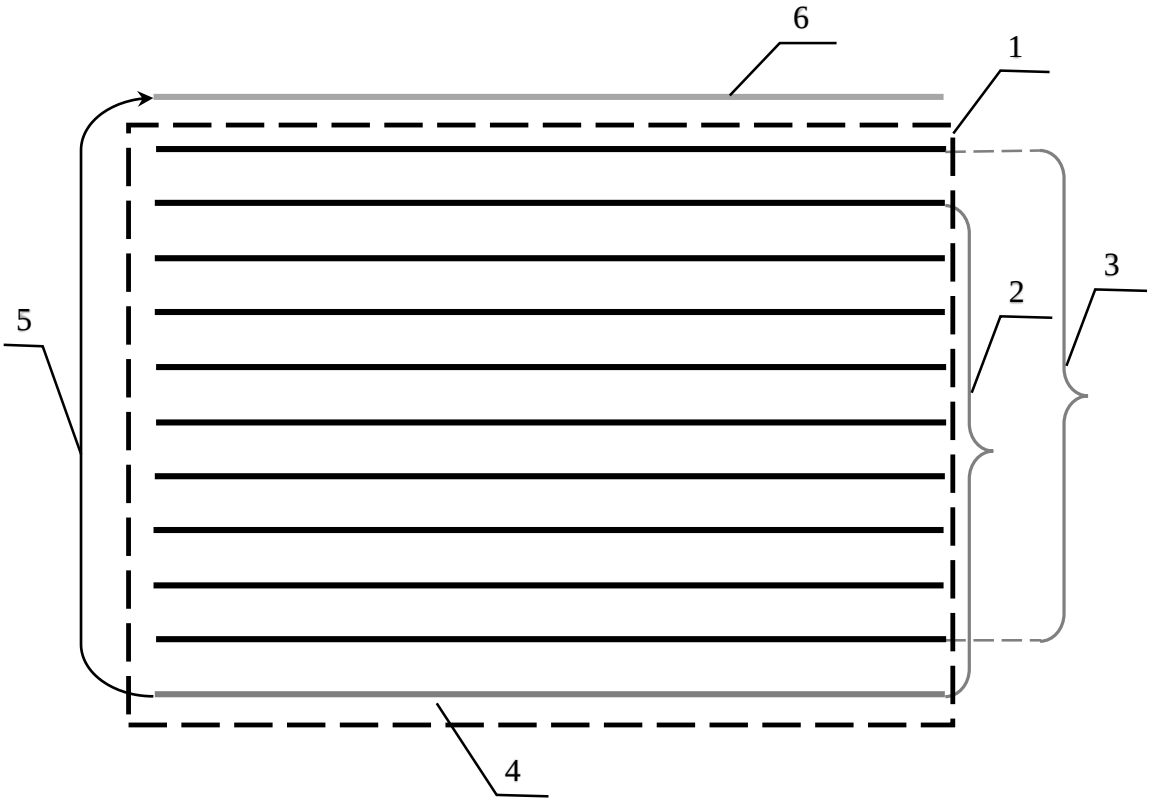


Рис.7.3. Схема смотки и размотки приемного оборудования, включающего одну полосу, состоящую из 8 приемных линий и 1 дополнительную линию: 1 – исходное положение приемного оборудования перед началом работы; 2, 3–положение линий приема в 1 и 2 полосе; соответственно; 4 – приемная линия, подлежащая смотке после отработки 1 полосы; 5 – направление перемещения освободившейся линии первой полосы; 6 – новое положение освободившейся приемной линии

Стратегия отработки в направлении cross-line

Если преимущественное направление перемещения шаблона происходит вдоль линий возбуждения, то источники будут перемещаться вдоль каждого профиля возбуждения последовательно по всей его длине. Такая схема предполагает, что для технологического транспорта, обслуживающего источники, должен быть обеспечен проезд по профилям возбуждения, например, шириной не менее 4 м, при этом профили приема могут иметь меньшую ширину, например, 1.5 м для выполнения смоточных и размоточных работ вручную или с помощью малогабаритного транспорта.

Для работы по этой схеме необходимо иметь минимум полуторный запас приемного оборудования, что гарантирует непрерывный процесс

регистрации сейсмограмм. При малом запасе полевого оборудования скорость смотки и размотки освободившегося приемного оборудования может отставать от скорости регистрации.

Рассматриваемая стратегия может реализовываться в следующем порядке. Источник (или группа источников) перемещается с шагом источников (*SI*) вдоль одного и того же профиля возбуждения. Оператор сейсмостанции в соответствии с местоположением источника осуществляет коммутацию и регистрацию активной расстановки. По мере продвижения шаблона в пределах полосы регистрации полевое оборудование с освободившихся приемных линий снимается и переставляется вперед на новые позиции по аналогии с тем, как показано на рис. 7.3. Создание следующей полосы регистрации сопровождается переносом части отработавшего приемного оборудования, занимающего интервал равный *SLI*, на новые позиции в направлении линий приема (рис. 7.4). После установки оборудования во второй полосе отстрела источник может работать на следующем профиле возбуждения. Далее цикл отработки полосы регистрации повторяется.

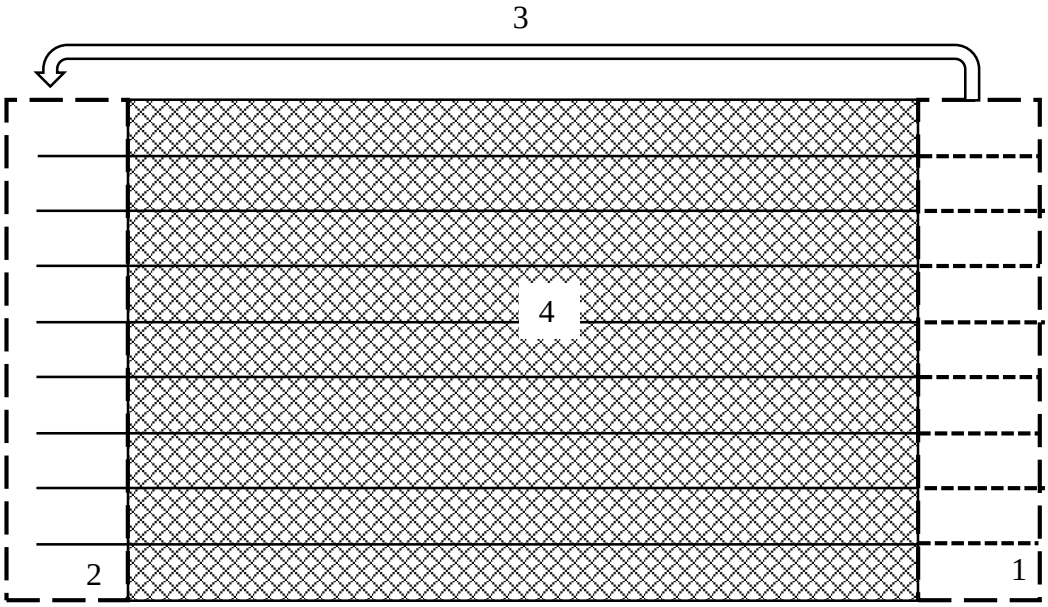


Рис.7.4. Схема смотки и размотки приемного оборудования в направлении in-line: 1 – освободившееся приемное оборудование; 2 – новое положение приемного оборудования; соответственно; 3 – направление транспортировки освободившегося приемного оборудования; 4 – текущая полоса отработки по cross-line

Работа в полной полосе регистрации с использованием стратегии *cross-line* выгодна, если число приемных профилей невелико, а имеющееся оборудование полностью занимает эту полосу и дополнительно участок, относящийся к следующей полосе регистрации. Например, если в съемке 25 профилей приема, а шаблон имеет 18 приемных линий, то можно выложить полевое оборудование в направлении *cross-line* на 1.5 шаблона, а в направлении *in-line* – на ширину, превышающую ширину шаблона в этом направлении на 1 интервал между профилями возбуждения. После отработки первой полосы, источник перемещается на следующий профиль. Отработавшее оборудование снимается с начальных пикетов, занимающих интервал, равный *SLI*, со всех линий приема и перекидывается в продолжение линий приема в направлении *in-line* (рис.7.4). При большом числе приемных линий, эта технология потребует большого сейсмического отряда.

Работа с двумя и более источниками или группами источников

Чтобы увеличить производительность труда, прибегают к технологии работы с двумя (и более) источниками (взрывными) или группами источников (невзрывными). Для работы по такой технология приемное оборудование размещают таким образом, чтобы вести отстрел на 2 и более профилях возбуждения или поочередно на одном профиле при значительном удалении источников друг от друга. В обоих случаях переезд технологического транспорта, сопровождающего источники, не должен мешать приему сейсмических сигналов. В задачу планировщика и оператора входит правильное задание геометрии шаблонов и логики перемещения источников.

Работа с несколькими источниками может выполняться при любой стратегии отстрела.

Области набора и сброса кратности

При создании сети наблюдений источники и приемники вблизи границ съемки располагают таким образом, чтобы область съемки с полной

кратностью была как можно шире. При равномерной сетке заполнения площади съемки пикетами приема и возбуждения эта же цель достигается за счет отработки неполных шаблонов на краях съемки. Минимальный размер шаблона для ортогональных стандартных шаблонов содержит $0{,}5 \times NCy + 1$ линий приема и имеет длину, равную половине полного шаблона. Набор кратности в этом случае происходит путем увеличения числа линий приема до значения *NCy* и увеличения количества каналов на каждой приемной линии до *NCx*. Количество каналов в направлении *in-line* наращивается группами, количество каналов в такой группе равно числу интервалов *RI*, содержащихся в интервале *SLI*. Ширина области набора сброса кратности, главным образом, зависит от размеров шаблона и равна примерно 1.4 его дины с в ответствующих направлениях.

В случаях, когда проектируемая съемка дополняет соседнюю съемку, полная кратность на краях участка работ определяется с учетом предыдущей съемки.

Для малоразмерных площадей применяются схемы наблюдений с прижатием к краям съемки пикетов возбуждения и выходом за пределы площади исследований пикетов приема при этом контуры участка работ по пикетам приема и возбуждения будут отличаться.

Работа в эксклюзивных зонах

При наличии на площади работ участков, недоступных для размещения ПВ и (или) ПП (эксклюзивных зон), необходимо описать способы по сохранению кратности (Шнеерсон М.Б., 2009). Целесообразно выбранную стратегию сохранения кратности смоделировать в программах проектирования трехмерных съемок с получением карты кратности.

Варианты сохранения кратности в эксклюзивных зонах весьма разнообразны: сгущение сетки профилей, смещение пикетов с линий профилей, увеличение размеров шаблона, и т.п. Выбор способов сохранения кратности зависит от размеров эксклюзивной зоны, сложности ландшафта, возможностей организовать дополнительные профили приема и

возбуждения, а также минимально допустимого значения кратности в области ее снижения.

Например, одним из вариантов сохранения кратности в эксклюзивной зоне в виде широкой (около 100 м) реки при условии запрета возбуждения в этой зоне может быть смещение ПВ из эксклюзивной зоны на расстояние, кратное шагу ПП (*RI*) и не превышающее половину интервала между линиями ПВ.

Важно, чтобы все мероприятия по сохранению кратности были организационно легко осуществимы в полевых условиях для всех подразделений сейсмической партии, участвующих в процессе сбора информации.

Рекомендации по выбору технологии

Выбор стратегии отработки площади базируется на возможности проезда технологического транспорта в пределах участка работ. Эта возможность зависит от вида транспорта, ландшафта изучаемой территории и климатических условий.

Производство сейсморазведочных работ всегда начинается с создания сети профилей. При прокладке профилей следует иметь в виду, что для передвижения крупногабаритного технологического транспорта, как правило, задействованного при возбуждении сейсмических колебаний: вибрационных источников, буровых на тракторной базе или на автомобилях высокой проходимости, необходимо обустройство широких проездов, обычно не менее 4 м. На приемных профилях, поскольку значительная часть работ по смотке и размотке приёмного оборудования может осуществляться вручную или с малогабаритным высоко проходимым транспортом, достаточно будет обустроить проходы шириной до 1.5 м.

На залесенных территориях для прокладки сейсмических профилей осуществляется рубка просек. Для оптимизации расходов на этот очень дорогой вид работ выгодно проводить рубку широких просек (4 м) по профилям возбуждения, и узких просек (1.5 м) - по профилям приема. Таким

образом, экономический и, не в последнюю очередь, экологический факторы предопределяют на залесенных территориях применение стратегии отработки в направлении линий возбуждения - *cross-line*.

На территориях, свободных от леса и разного рода препятствий целесообразно применять весьма простую в организационном отношении стратегию отработки в направлении *in-line* с расстановкой полевого оборудования в полной полосе регистрации.

Выбрав технологию отстрела, следует приступить к комплектации полевой партии необходимым оборудованием, определить способ смотки - размотки сейсмических кос, тип и количество транспортных средств, количество персонала, средств связи, необходимую производительность сейсморазведочных работ.

На следующем этапе составляются схемы смотки-размотки полевого приемного оборудования и переездов технологического транспорта, обслуживающего источники возбуждения. Приводится количество полевого оборудования, которое будет расставляться одновременно, и количество, которое будет «перекидываться» при смоточно-размоточных операциях в направлениях по линиям приема и (или) по линиям возбуждения. Рассчитывается число перестановок по линиям приема и (или) по линиям возбуждения, количество полос (блоков) отстрела.

7.3. Пример описания технологии сейсморазведочных работ

Шаблон для отработки площади исследований состоит из 20 линий приема, на каждой линии по 120 каналов (табл.6.1), при этом источники занимают интервал между 10 и 11 линиями приема в центре приемной расстановки. Общее число активных каналов - 2400. Требуемое количество дополнительных каналов - 1918. Общее количество каналов, задействованных при отработке участка работ - 4318.

Количество физических наблюдений (сейсмограмм) в каждом шаблоне 6. Схема шаблона приведена на рис. 5.3. Края съемки будут отрабатываться неполными шаблонами, чтобы прижать к границам

исследуемого участка, область «живых» бинов. Минимальная конфигурация юго-западного углового шаблона состоит из 11 приемных линий по 61 каналу на каждой линии и серии из 6 источников, расположенных между 1 и 2 линиями и между 1 и 2 каналами на линии. Эта конфигурация является исходной для набора кратности как в направлении *in-line*, так и в направлении *cross-line*. Смещение шаблона вдоль линий возбуждения - 300 м (интервал *RLI*), смещение шаблона вдоль приемных линий - 300 м (интервал *SLI*).

Поскольку объемы сейсморазведочных работ небольшие – 6228 физических наблюдений, то будет использоваться одна группа источников.

Группа состоит из 3 вибраторов, которые для каждого ПВ будут создавать сигнал на двух позициях, поэтому наиболее выгодна будет стратегия отработки в направлении *cross-line*. Этот вариант позволит минимизировать перемещение крупногабаритных вибрационных машин (8,68×3,8 м) и тем самым сэкономить на потреблении ими горючего.

Поскольку участок имеет небольшие размеры, целесообразно заполнить приемным оборудованием полосу регистрации, содержащую все 34 приемные линии. На каждой линии будут размещены 127 каналов (120 активных и 7 пассивных - запас для следующей полосы регистрации). Всего в полосе регистрации будет установлено 4318 приемных канала.

Сценарий отработки

Первый профиль возбуждения, расположенный на западном краю съемки, будет отработан, шаблонами минимальной длины по *in-line*, соответствующей половине длины приемной расстановки. Первый шаблон, расположенный в юго-западном углу участка, состоит из 671 канала (минимальная конфигурация). Набор кратности в направлении линий возбуждения будет происходить путем последовательного увеличения количества линий приема от 11 до 20. Каждый раз, когда будет отработана очередная серия из 6 ПВ, оператором будет подключаться новая линия приема. После достижения максимального числа линий приема в активной

расстановке – 20 каждое перемещение шаблона будет сопровождаться отключением одной линии приема со стороны пройденного участка и подключением одной новой линии с противоположной стороны, при этом источники всегда будут находиться между двумя центральными линиями шаблона. Когда 20 линия текущего шаблона окажется на последнем приемном профиле (№ 34) исследуемой площади, начнётся процесс сброса кратности в направлении *cross-line*. Он заключается в сокращении числа линий приема в активной расстановке с 20 до 11 (табл.6.2).

Отработка второго профиль возбуждения начинается с шаблона, длина которого по *in-line* больше предыдущего на один интервал между профилями возбуждения (*SLI=300 м*). Первый шаблон второй полосы будет состоять из 11 приемных линий по 67 каналов на каждой. Порядок отработки второго профиля возбуждения аналогичен первому, только в обратном направлении. При отработке следующих профилей возбуждения, имеющих номера 3-11, будет наращиваться длина шаблона по *in-line* (см. таблицу 6.3), за счет этого будет происходить набор кратности в направлении *in-line*. На 11 профиле возбуждения длина шаблона достигнет (проектного значения), что соответствует 120 приемным каналам, при этом будут задействованы каналы, расположенные на пикетах 2-121. Для профилей возбуждения с номерами 11-25 длина расстановки будет фиксированная (по 120 каналов). На этом участке съемки при переходе на соседний профиль возбуждения номера крайних пикетов приема, соответствующих границам шаблона, будут наращиваться на 6. Таким образом, для 12 профиля – это пикеты с 8 по 127, для 13 профиля - с 14 по 133 и так далее. Для профиля 25 последний канал окажется на предпоследнем пикете профиля приема - 199.

При последовательной отработке 12-25 профилей на каждой приемной линии будет производиться смотка (сбор) приемного оборудования, освободившегося из процесса регистрации, и его перемещение и размотка на новые позиции для следующих полос регистрации. Например, для

отработки 13 профиля возбуждения, регистрация физических наблюдений которого производится на пикетах приема 14-133, необходимо со всех линий приема собрать оборудование с 1-7 пикетов и установить его на пикетах 128-134.

Смотка и размотка каналов должна производиться таким образом, чтобы не было простоев в работе сейсмической партии. В циклическом режиме смотка и размотка происходит до 24 профиля возбуждения, всего 12 циклов. Начиная с 25 профиля возбуждения, оператор уменьшает размеры шаблона вдоль линий приема, происходит сброс кратности по *in-line*. Освободившееся оборудование подлежит окончательной смотке. Общее количество шаблонов в съемке, включая неполные шаблоны - 1048.

Для обслуживания 34 приемных линий при смоточно-размоточных работах предлагается задействовать 17 рабочих, по 1 рабочему на 2 линии приема. Для смены и зарядки 300 аккумуляторов потребуется 6 техников, каждый техник будет контролировать 50 аккумуляторов.

Транспортировка полевого сейсмического оборудования будет производиться по линиям возбуждения на 4 вездеходах, а затем вручную укладываться (сниматься) вдоль приемных профилей. Дополнительно планируется задействовать не менее 6 снегоходов «Буран», которые будут использоваться как для замены аккумуляторов питающих полевых модулей на профиле, так и для смоточно-размоточных работ.

С учетом водителей вездеходов сейсмический отряд будет состоять из 27 человек.

Для обеспечения оперативной связи между работниками сейсмоотряда потребуются рации для всех рабочих и техников (дальность связи до 10 км), всего 23 штуки; для связи сейсмического отряда, а также операторов вибрационных источников с базой партии и оператором сейсмостанции - радиостанции с дальностью связи до 50 км, установленные в кабине транспортных средств: 4 – на вездеходах сейсмоотряда, 3 – в кабинах сейсмовибраторов, 1 - в балке оператора сейсмостанции, всего 8 штук.

Таблица 7.2

Сценарий отработки в первой полосе регистрации в направлении cross-line

Номер шаблона в полосе регистрации	Номер линии ПВ	Положение источников между		Номера линий ПП	Число приемных линий в шаблоне	Число каналов на 1 линии приема в шаблоне
		линиями ПП (№)	каналами на линии ПП (№)			
1	1	1-2	1-2	1-11	11	61
2	1	2-3	1-2	1-12	12	61
3	1	3-4	1-2	1-13	13	61
…	…	…	…	…	…	…
8	1	8-9	1-2	1-18	18	61
9	1	9-10	1-2	1-19	19	61
10	1	10-11	1-2	1-20	20	61
11	1	11-12	1-2	2-21	20	61
12	1	12-13	1-2	3-22	20	61
…	…	…	…	…	…	…
23	1	23-24	1-2	14-33	20	61
24	1	24-25	1-2	15-34	20	61
25	1	25-26	1-2	16-34	19	61
26	1	26-27	1-2	16-34	18	61
27	1	27-28	1-2	17-34	17	61
..	…	…	…	…	…	..
32	1	32-33	1-2	22-34	12	61
33	1	33-34	1-2	23-34	11	61

Таблица 7.3

Комплектация первого шаблона в 1-35 полосах регистрации

Номер полосы регистрации	Номер линии ПВ	Положение источников между		Номера линий ПП	Число линий приема в шаблоне	Число каналов на 1 линии приема в шаблоне	Номера пикетов приема	
		линиями ПП (№)	ПП (№)				Начальный	Конечный
1	1	1-2	1-2	1-11	11	61	1	61
2	2	1-2	7-8	1-11	11	67	1	67
3	3	1-2	13-14	1-11	11	73	1	73
		…..						
9	9	1-2	49-50	1-11	11	109	1	109
10	10	1-2	55-56	1-11	11	115	1	115
11	11	1-2	61-62	1-11	11	120	2	121
		….						
24	24	1-2	139-140	1-11	11	120	80	199
25	25	1-2	145-146	1-11	11	120	86	205
26	25	1-2	151-152	1-11	11	115	92	206
		…..						
33	33	1-2	199-200	1-11	11	67	134	206
34	34	1-2	205-206	1-11	11	61	140	206

Список литературы

Основная

1. Бондарев В.И. Крылатков С.М. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Издание третье, дополненное. В двух томах. Т.1. Екатеринбург: Издательство УГГУ, 2012. – 472 с.

2. Череповский А.В. Наземная сейсморазведка нового технологического уровня. – М., ООО «ЕАГЕ Геомодель», 2016. – 230 с.

3. Шнеерсон М.Б., Жуков А.П., Белоусов А.В. Технология и методика пространственной сейсморазведки. М., ООО «Издательство «Спектр», 2009. – 112 с.

Дополнительная

1. Инструкция по сейсморазведке. Министерство геологии СССР. - Л., 1986 г., 80 с.

2. Инструкция по сейсморазведке. ГФУП ВНИИГеофизика, Москва, 2003 г., 149 с.

3. Кузнецов В.И. Элементы объемной (3D) сейсморазведки: учебное пособие для студентов вузов. Тюмень: Изд-во «Тюмень», 2004. – 272 с.

4. Урупов А.К. Основы трехмерной сейсморазведки: Учебное пособие для вузов. – М., ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004. – 584 с.

5. Череповский А.В. Сейсморазведка с одиночными приемниками и источниками: обзор современных технологий и проектирование съемок. – Тверь, ООО «Издательство ГЕРС», 2012. – 134 с.

6. Cordsen Andreas, Galbraith Mike and Peirce John. Planning land 3-D seismic surveys. Tulsa. Geophysical Developments Series No.9, SEG 2000. – 204 p.

7. Liner C.L. Elements of 3-D Seismology. Tulsa. PennWell, 1999. – 438 p.

8. Vermeer G., 3D symmetric sampling: Geophysics, 1998, 63(5), 1629-1647.

Учебное издание

Надежда Анатольевна Крылаткова
кандидат геолого-минералогических наук
доцент кафедры геофизики нефти и газа

ТРЕХМЕРНАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА

Учебное пособие по курсу «Трехмерная сейсморазведка»
для студентов специальности 21.05.03
«Технология геологической разведки»,
специализаций «Сейсморазведка» и «Геофизические методы поиска и разведки месторождений полезных ископаемых»

Редактор издательства XXXXXXXXXXXXXXXXX
Компьютерная верстка Н.А. Крылатковой

Подписано в печать xxxxxxxxxx
Бумага офсетная Формат xxxxxxxxxx .
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. Xxx. Уч. – изд. л. xxxx. Тираж 80. Заказ xx

620144, г.Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»
Отпечатано с оригинал-макета в лаборатории множительной техники

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УЧЕБНОЕ МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.17 МОРСКАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация

Сейсморазведка

форма обучения: очная, заочная

Автор: Крылаткова Н.А.

Екатеринбург
2022

Занятие №1

Прочитайте интервью 2016 г. по ссылке:Подводные камни морской сейсморазведки. Часть 1 (korabel.ru)

Ответьте на следующие вопросы:

1. **Почему в российской морской сейсморазведке сложилась неблагоприятная ситуация?**
2. **Какие виды морских сейсморазведочных работ и на каких территориях наиболее рентабельны в России в ближайшие годы?**
3. **Какие технологии морской сейсморазведки применяют в морях, скованных льдом?**
4. **Почему нельзя построить универсальное сейсморазведочное судно?**
5. **Рассчитайте в рублях стоимость сейсморазведки МОГТ 3Д при их проведении с судна Ramform компании Petroleum Geo Service для лицензионного участка в 4000 кв.км**

По учебнику В.И. Бондарева 2011

Перспективы добычи углеводородов на море

Вторая половина XX века ознаменовалась началом интенсивных работ по освоению ресурсов ***Мирового океана***, занимающего почти 71 % всей поверхности Земли. Как известно, вся территория *Мирового океана* подразделяется на ***область шельфа*** с глубинами до 200 м (7,5 % поверхности *Мирового океана*), ***зону материкового континентального склона*** с глубинами до 3 км (10,8 %) и ***океаническую (абиссальную) область*** с глубинами более 3 км (81,7 %). *Основным источником информации* о геологическом строении поддонных отложений *Мирового океана* являются *результаты геофизических*, прежде всего *сейсмических исследований*. В настоящее время уже практически достаточно четко сформировались три отчетливо выраженных направления морских геолого-геофизических исследований:

- поиски и разведка залежей углеводородов (нефть, газ и газогидраты) на шельфе и континентальном склоне;

- поиски, разведка и добыча различного вида *конкреций* – богатых металлических руд - с поверхности дна *Мирового океана*;

- поиски и разведка россыпных месторождений золота, олова, алмазов и др. в прибрежной полосе шельфа.

Однако *основной объем морских геофизических работ* в настоящее время осуществляется с целью *поисков и разведки залежей углеводородов*. С точки зрения

техники и технологии *ведения сейсмических работ* всю территорию *Мирового океана* принято по иному делить на *три области:*

- переходная зона (транзитная) от суши к морю с глубинами воды до 20 м, где *еще не могут ходить* морские сейсморазведочные суда;

- шельфовая (мелководная) зона с глубинами от 20 до 500 м;

- глубоководная часть (*deep water*) *Мирового океана* с глубинами более 500 м.

Выполнение сейсморазведочных работ в каждой из этих зон имеет свои специфические особенности. Основной объем работ пока выполняется в *шельфовой зоне*. Технику и технологию сейсморазведочных работ в этой зоне мы рассмотрим наиболее подробно. Для работ в двух других областях Мирового океана будем лишь указывать на некоторые особенности ведения сейсморазведочных работ.

Морские сейсморазведочные работы *впервые в мире* были начаты в ***СССР*** еще в 1941 году на мелководье *Бакинской бухты*. Конечно, сейсморазведочные работы в то время выполнялись на весьма примитивном уровне. По существу это были наземные сейсморазведочные работы, адаптированные к условиям работы в мелководной бухте на глубинах до 10 - 15 м. Однако они послужили толчком к началу широкого развертывания морских сейсморазведочных работ. Во всем мире, однако, принято считать, что широкое промышленное освоение морских нефтяных богатств было начато в 1947 году работами в *Мексиканском заливе*. В 1997 году в связи с 50-летием с момента начала таких работ мировая научно-техническая общественность подвела основные итоги работ *морской нефтегазодобывающей отрасли*. За все эти годы в различных районах *Мирового океана* выполнено, по разным данным, от 45 до 60 млн. км сейсмических профилей. Были созданы различные конструкции разведочных и добычных морских платформ и буровых судов, общее число которых превысило несколько тысяч единиц. Возможности их работы при различной глубине воды непрерывно расширяются, и по прогнозам специалистов, к 2015 году вполне реальной станет добыча углеводородов при глубине моря до 3500 м. Динамика процесса роста уверенно осваиваемых глубин *Мирового океана* хорошо видна по приводимым данным.

Работами морских геологов и геофизиков открыты и подготовлены значительные запасы углеводородов на территории морей и океанов. Это обеспечивает опережающий и непрерывный рост добычи нефти на акваториях. Если в 1985 году в мире добывалось всего около 2700 млн. т нефти, в том числе добыча на море составляла 750 млн. т (27%), то уже в 2005 году при общей добыче около 4000 млн. т на море добывалось более 1800 млн. т (~ 40%). В среднем с момента начала добычи нефти на море процент прироста морской добычи в общемировом балансе добычи составил 0,8% в год, что существенно

превышает аналогичный показатель суши. Исходя из этих темпов опережающего роста морской добычи, можно полагать, что к 2015 году общие объемы добычи на море и на суше сравняются. В последующие годы можно ожидать заметного преобладания объемов добычи на море. За последние 10 - 20 лет многие страны мира, прежде практически не добывавшие нефть на своей территории, создали свою нефтяную отрасль. Сейчас эти страны полностью обеспечивают свои потребности за счет ежегодной добычи нефти на море. К таким странам следует отнести: ***Англию*** (~ 150 млн. т в год), ***Норвегию*** (~ 200 млн. т в год), ***Мексику*** (~ 130 млн. т в год), ***Вьетнам*** (14 млн. т в год), страны экваториальной *Африки* (***Гвинея***, ***Габон***, ***Нигерия***, ***Ангола*** и др. - 170 млн. т в год) и др.

Общее количество разведанных запасов нефти при *существующих* тенденциях и темпах ее добычи вызывает серьезную озабоченность обеспеченностью ею всего человечества. Особо низкая обеспеченность (7 - 9 лет) нефтяными ресурсами характерна для ***США, Канады***, ряда стран ***Западной Европы***. Эти страны уже давно добыли более половины всех имеющихся у них нефтяных ресурсов. Большинство стран мира преодолели этот рубеж к началу XXI в. Именно это обстоятельство подталкивает все страны интенсивно вести геологоразведочные работы и, прежде всего, морские поисковые сейсморазведочные работы. Если условно исходить из того, что для открытия уже разведанных запасов нефти (~250 млрд. т) к настоящему времени выполнено около 50 млн. км сейсмических профилей, то для обнаружения еще не открытых потенциальных запасов (100 - 200 млрд. т) предстоит выполнить почти столько же сейсморазведочных работ. Не менее половины из них (15 - 20 млн. км) придется выполнять в морях и океанах. В настоящее время основные объемы морских сейсморазведочных работ выполняются в шести районах мира: Мексиканский залив, Северное море, на шельфе Латинской Америки, на шельфе Западной Африки, на Дальнем Востоке, на Среднем Востоке. Распределение структуры морских сейсморазведочных работ по трем вышеназванным областям можно видеть на примере работ в *Мексиканском заливе* (рис1).

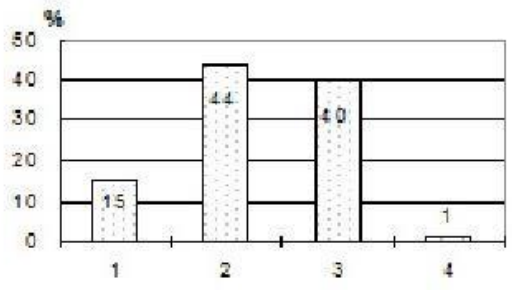


Рис.1 Относительное распределение объемов сейсморазведочных работ по различным областям Мексианского залива: 1 – транзитные зоны, 2 – шельф, 3 – глубоководные зоны, 4 - прочие

На территории ***СССР*** морские сейсморазведочные работы, как уже упоминалось ранее, были начаты на *Каспийском море* еще в начале сороковых годов прошлого века. Официальным же началом морских сейсморазведочных работ в СССР принято считать 1949 год – год организации в г. ***Челекен*** на южном побережье *Каспийского моря* первой *Каспийской морской геофизической экспедиции*. После перевода ее в 1960 году в г. ***Геленджик*** морские сейсморазведочные работы стали проводиться не только на *Каспии*, но и по всей морской периферии *СССР*, а также и за рубежом. Однако в значительных объемах и на достаточно высоком техническом уровне морские сейсморазведочные работы начали разворачиваться в начале восьмидесятых годов. Для этой цели были созданы крупные государственные структуры – *научно-производственные объединения* (***"Союзморгео", г. Мурманск, "Союзморинжгеология", г. Рига, "Южморгеология", г. Геленджик***), состоящие из мощных *производственных организаций*, *научно-исследовательских институтов* и *специальных конструкторских бюро*.

Для выполнения морских работ были запроектированы и построены специальные геофизические суда, получившие в нашей стране статус *научно-исследовательских судов* (***НИС***). С их помощью начались интенсивные морские сейсморазведочные работы на шельфе страны. Основные объемы работ выполнялись на *Баренцевом* и *Карском* морях (до 30–35 тыс. км сейсмических профилей в год), на *Каспийском* (20-25 тыс. км), *Черном и Азовском морях* (до 15 тыс. км), *Балтийском* (до 10 тыс. км) и *Охотском морях* (20-30 тыс. км). Динамика выполнения сейсморазведочных работ в ***СССР*** (***России***) хорошо видна по данным, приводимым на рис.6.

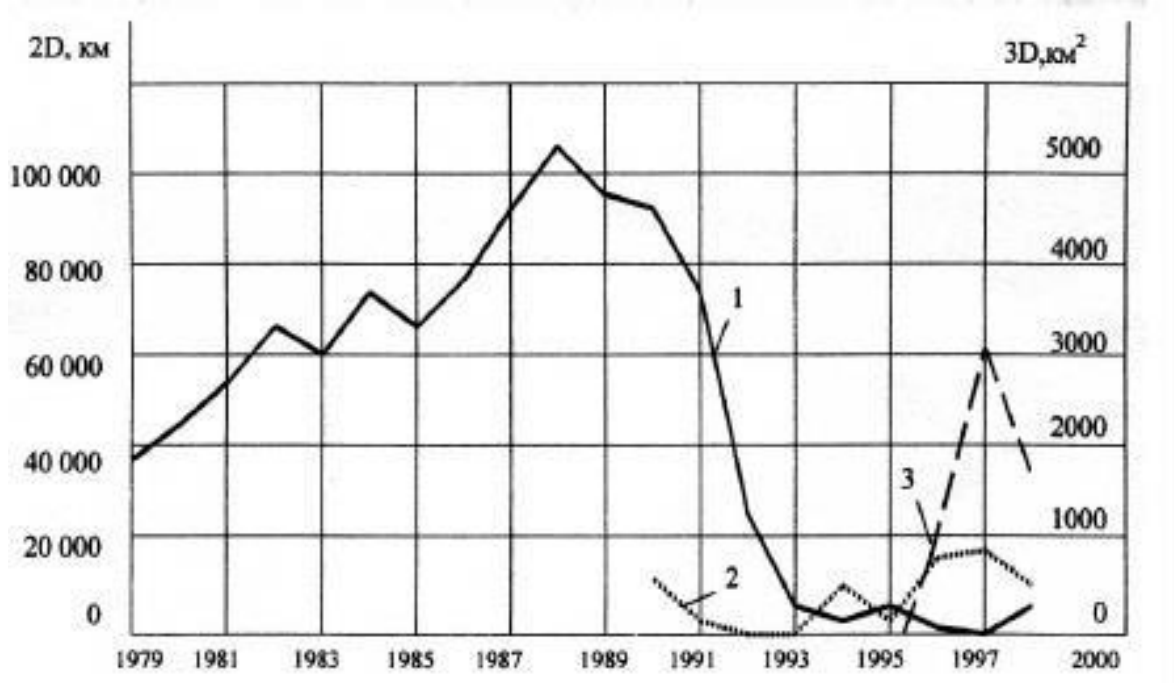


Рис.2 Объемы выполненных морских сейсморазведочных работ в СССР/России: 1 – работы МОГТ 2D за счет госбюджета, 2 - работы МОГТ 2D за счет нефтегазодобывающих компаний, 3 - работы МОГТ 2D за счет различных заказов

На основе результатов этих работ было открыто достаточно много перспективных объектов. На всех морях ***СССР*** (***России***) обнаружено и подготовлено более 430 перспективных структур. Ранее сделанные открытия сейсморазведчиков на *Южном Каспии*, например, позволяют ***Азербайджану*** планировать и на ближайшие годы довести объем добычи нефти до 45 - 60 млн. т. в год. На шельфе ***Сахалина*** на основе сделанных ранее открытий организуется совместно с ***Японией*** и другими странами разработка ряда месторождений в рамках проектов ***"Сахалин - 1"*** и ***"Сахалин - 2".*** В *Баренцевом море* также открыты крупные месторождения нефти и газа, что позволит организовать их добычу уже в ближайшие годы. Тем не менее, северный шельф ***России*** еще практически не исследован, и здесь могут иметь место крупнейшие открытия. С этой точки зрения отечественным геофизикам в первой половине 21 века еще предстоит выполнить крупные объемы сейсморазведочных работ на шельфе севера и востока ***России***.

По данным ФУГП "ВНИИОкеангеология" им. И.С. Грамберга, средняя изученность по всем морям РФ составляет только 0.18 км./км^2, что не позволяет объективно говорить о реальных цифрах запасов шельфовой зоны России (Костечко, 2009).

В российском секторе Арктики плотность изученности акваторий на конец 2008 года составляла:

- в Баренцовом и Печорских морях - 0.41км/км^2, а пробурено всего 51 поисково-разведочная скважина;

- в Карском море - 0.13 км/км^2, пробурено всего 19 скважин;

- по морю Лаптевых, Восточно-Сибирскому и Чукотскому морям - 0.04, 0.03, 0.01 км/км^2 соответственно. Пробуренных скважин нет.

По мнению российских специалистов, объемы сейсморазведочных работ, которые необходимо провести для сколь-нибудь корректной количественной оценки прогнозных и перспективных ресурсов на акватории российского сектора Арктики, составят 1200 тыс. км сейсмических профилей. Для сравнения - за все время исследований российской зоны Арктики - а это уже более 30 лет - выполнено лишь 600 тыс. км. При этом многие материалы имеют низкое качество, поскольку получены на устаревшей аппаратуре и по технологии низкой кратности.

В то же время зарубежный опыт свидетельствует, что результаты сейсмических работ по новейшим технологиям и с высокой плотностью всегда дают новые и весьма важные результаты. Например, в Мексиканском заливе за 60 летнюю историю его изучения выполнено около 35 млн. км сейсмических профилей. Плотность изучения сектора залива, принадлежащего США, составляет 110 км профилей на км^2. Это позволило за эти годы им выдать более 8 тыс. лицензий на освоение участков недр с ежегодным сбором налогов более 6 млрд. долларов. Средняя плотность изученности по всему Мексиканскому заливу составляет более 25 км профилей на км^2, что в 60 раз выше, чем в самом исследованном в России арктическом море - Баренцевом. Не так давно в Мексиканском заливе ежегодно работало более 100 судов. Тогда как на российском арктическом шельфе площадью более 4.5 млн км^2 ежегодно работает лишь два-три НИС, выполняющих только сейсморазведку 2D. При этом возраст этих судов уже более 20 лет, а сезон работы в море короче срока работы в Мексиканском заливе в четыре раза.

С учетом размеров площади континентального шельфа России для того, чтобы обеспечить первичные стадии его исследования в ближайшие годы потребуется для каждого из морей минимум два-три НИС, способных выполнять сейсморазведку 2D и 3D. Это означает, что России нужно 15–20 судов для каждого вида съемки. Поскольку во всех морях Арктики имеются еще и обширные территории мелководья, то необходимо дополнительно 5–7 специализированных судов для таких работ.

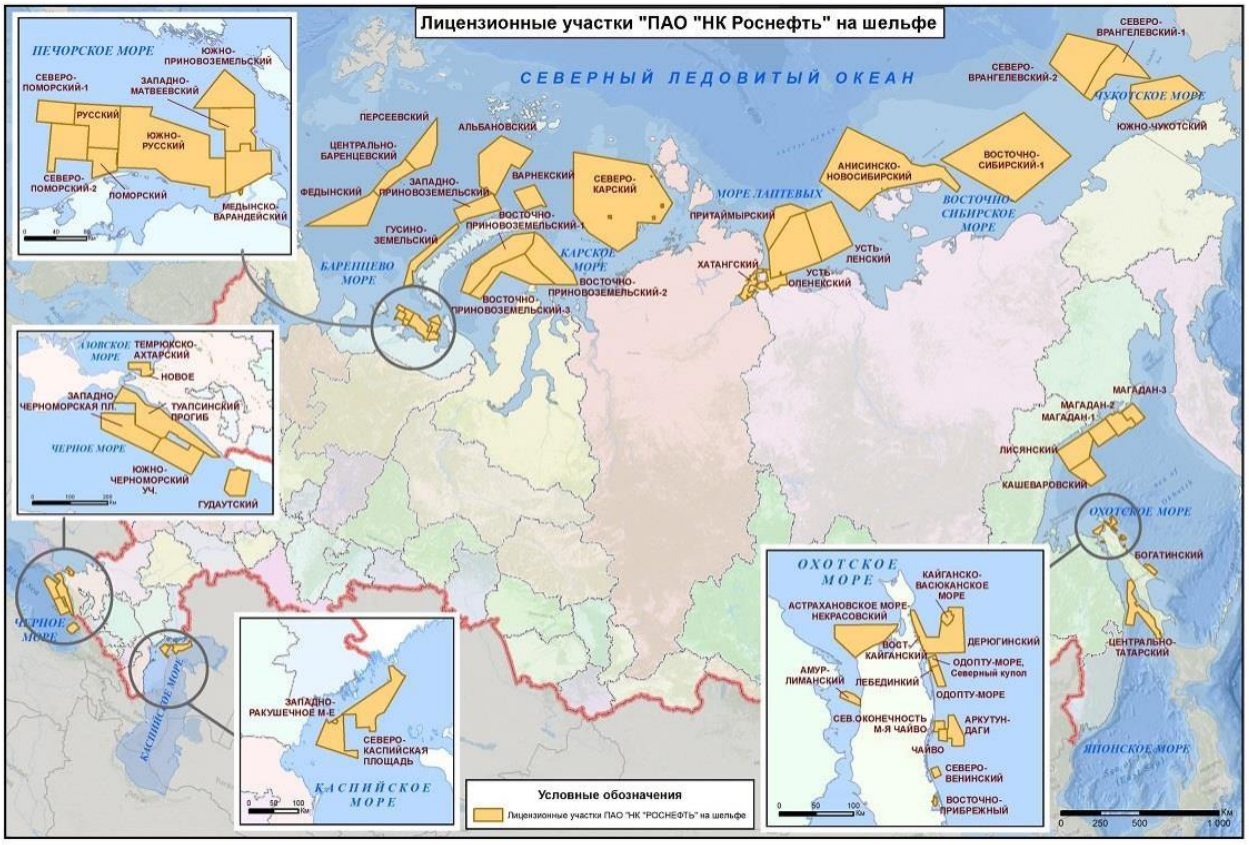
ОСВОЕНИЕ МОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПАО «НК «РОСНЕФТЬ»



Сегодня, когда практически все основные крупные месторождения нефти и газа на суше открыты и освоены, ПАО «НК «Роснефть» уделяет особое внимание одному из перспективных направлений своей деятельности – разведке и освоению углеводородных ресурсов континентального шельфа. В то время, как стремительными темпами идет развитие технологий и добыча сланцевой нефти, неоспоримым является факт того, что будущее мировой нефтедобычи находится на континентальном шельфе Мирового океана. Российский шельф имеет самую большую в мире площадь – свыше 6 млн. км^2, а ПАО «НК «Роснефть» является крупнейшим держателем лицензий на участки континентального шельфа Российской Федерации.

На 01.06.2021 года ПАО «НК «Роснефть» владеет 52 лицензиями на участки в акваториях арктических, дальневосточных и южных морей России. Ресурсы углеводородов по этим участкам оцениваются в 41 миллиард тонн нефтяного эквивалента. Также Компания реализует проект в Черном море у берегов Республики Абхазия, ведет разведку и добычу углеводородов на шельфе Вьетнама и Египта,

участвует в проектах ГРР на шельфе Мозамбика.



Лицензионные участки «Роснефти» расположены в:

- Западная Арктика — Баренцево, Печорское и Карское моря (19 проектов)
- Восточная Арктика — море Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря (9 проектов)
- Дальний Восток — Охотское и Японское моря (17 проектов)
- Южные моря России — Черное, Азовское и Каспийское (7 проектов)

По состоянию на 01.06.2021 на 45 лицензионных участках, расположенных на шельфе РФ и внутренних морях России, Компания проводит работы по геологическому изучению недр. 7 лицензий выданы на разведку и добычу нефти и газа, в том числе на 5 участках ведется добыча УВС. Лицензионные обязательства выполняются в полном объеме.

Основными проектами нефтегазодобычи на континентальном шельфе Российской Федерации в ПАО «НК «Роснефть» являются **«Сахалин-1»**, **Северная оконечность месторождения Чайво**.

Основные достижения в реализации проектов на шельфе:

- общий накопленный объем нефти, отгруженный с терминала Де-Кастри с проектов «Сахалин-1» и «Северное Чайво» по состоянию на 01.01.2021 превысил 139 млн. т;
- бурение с берега буровой установкой «Ястреб» пяти горизонтальных наклонно-направленных скважин с длиной по стволу 10-11 тыс. м на Северной оконечности месторождения Чайво;
- бурение самых протяженных скважин в мире на месторождении Чайво проекта «Сахалин-1»;
- в Карском море открыты два новых уникальных газовых месторождения - им. Маршала Жукова и им. Маршала Рокоссовского.

По итогам 2020 года добыча углеводородного сырья на шельфовых месторождениях в доле Компании составила 9,5 млн т н.э.

Стратегическим направлением развития шельфовых проектов ПАО «НК «Роснефть» является освоение континентального шельфа Арктических морей. По своему совокупному нефтегазовому потенциалу осадочные бассейны российского арктического шельфа сравнимы с крупнейшими нефтегазоносными регионами мира.

Практический старт широкомасштабным работам по освоению арктического и дальневосточного шельфа ПАО «НК «Роснефть» дала в августе 2012 года, когда Компания приступила к полевым работам в Карском, Печорском и Охотском морях. За период с 2012 по 2020 гг. ПАО «НК «Роснефть» выполнило беспрецедентный объем сейсморазведочных работ. Всего на арктических и дальневосточных лицензионных участках было проведено 171 тыс. пог. км 2D-сейсморазведочных работ в том числе 144 тыс. пог. км на участках арктического шельфа, 27 тыс. пог. км на шельфе Дальнего Востока.

Для уточнения геологического строения перспективных структур и планирования поискового бурения на выбранных структурах на лицензионных участках арктического и дальневосточного шельфа в 2012-2020 гг выполнено 35,3 тыс. км^2 3D-сейсморазведочных работ, в том числе 28,7 тыс. км^2 на участках арктического шельфа и 6,6 тыс.кв. км на участках дальневосточного шельфа. В результате проведенных геологоразведочных работ выявлено и детализировано более 450 локальных перспективных структур. За 2012-2020 гг. на шельфе Арктики и Дальнего Востока Компания пробурила 10 поисково-разведочных скважин, и открыла 5 новых месторождений, в том числе 4 – на арктическом шельфе.

В 2020 году был успешно реализован сложнейший этап по бурению самых северных в истории освоения шельфа России малоглубинных скважин. Был отобран

ценнейший геологический материал — керн из десяти скважин в объеме около 300 метров. Полученные образцы горных пород служат прямым источником геологической информации, необходимой для определения возраста (стратификации), состава и условий формирования пород арктического шельфа. Первичный геологический материал представляет огромный интерес для получения новейших данных о геологическом строении и нефтегазовом потенциале Северо-Карского бассейна.

В южных морях за 2012-2020 гг. Компания выполнила 4,1 тыс.пог.км сейсморазведочных работ 2D, 8,3 тыс. км^2 сейсморазведочных работ 3D, пробурила 4 скважины.

В 2020 году ПАО «НК «Роснефть» по итогам поисково-оценочного бурения на лицензионном участке Восточно-Приновоземельский-2 в Карском море открыла новое газоконденсатное месторождение с суммарными запасами в 514 млрд. куб.м газа и 53 млн.т конденсата. По действующей классификации запасов оно относится к категории уникальных. Месторождению, открытому в год празднования 75-летия Победы, присвоено имя великого полководца Маршала Рокоссовского.

Ранее в ходе бурения на структуре «Викуловская» лицензионного участка «Восточно-Приновоземельский-1» Компанией было открыто уникальное месторождение Маршала Жукова с запасами газа в 800 млрд. куб.м. Бурение велось в рамках комплексной программы ПАО «НК «Роснефть» по освоению нефтегазового потенциала этого региона.

Старт Карскому проекту в 2014 г. дал Президент России Владимир Путин. Результатом бурения первой скважины «Университетская-1» стало открытие одного из крупнейших в мире нефтегазовых месторождений «Победа». Его суммарные извлекаемые запасы составляют порядка 130 млн т нефти и 422 млрд. куб м. газа.

Комплексная программа бурения, реализованная «Роснефтью» в Карском море, подтвердила высокую нефтегазоносность изучаемых структур и позволила сформировать в этом районе новый нефтегазовый кластер, включающий три открытых месторождения с суммарным объемом оцененных запасов более 1,7 трлн куб.м газа и порядка 200 млн т нефти и конденсата.

Важнейшим принципом реализации шельфовых проектов ПАО «НК «Роснефть» является безусловное следование требованиям российского природоохранного законодательства и международных соглашений на всех этапах работ, с соблюдением всех норм экологической и промышленной безопасности. В период проведения морских операций осуществлялось постоянное наблюдение за морскими животными.

Выявление и предупреждение экологических рисков являются обязательной частью любого проекта ПАО «НК «Роснефть» в области разведки и добычи. В Компании разработаны стандарты экологической безопасности, основополагающим направлением которых является применение технологий, снижающих негативное воздействие на окружающую среду.

Начиная с 2012 года Компания проводит изучение гидрометеорологических, ледовых, инженерно-геологических и экологических условий на лицензионных участках в Арктике. В 2020 г. Компанией при участии специалистов ООО «Арктический научный центр» (АНЦ) организованы очередные ежегодные комплексные научно-исследовательские экспедиции, в ходе которых проведены исследования в арктических морях.

В ходе научно-исследовательской экспедиции в Арктику «Кара-Лето 2020» специалистами ООО «Арктический Научный Центр» успешно выполнены гидрометеорологические исследования на шельфе арктических морей РФ с целью поддержания наблюдательной инфраструктуры Компании в Баренцевом, Карском, Чукотском морях и море Лаптевых.

В 2020 г. завершен трехлетний проект по исследованию черноморских китообразных как биологических индикаторов состояния экосистемы Черного моря. Комплексные исследования были возобновлены после многолетнего перерыва. За время реализации проекта были проведены две комплексные морские экспедиции общей протяженностью около 2000 км и продолжительностью 25 дней, которые включали визуальные наблюдения, авиаисследования с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и акустические исследования. На основе обработанных данных подготовлены рекомендации по мониторингу черноморских млекопитающих как биологических индикаторов состояния экосистемы Черного моря. В рамках заключенного соглашения с Минприроды России ООО «Арктический Научный Центр» приступил к реализации корпоративной программы по изучению, сохранению и мониторингу ключевых видов – биоиндикаторов устойчивости арктических экосистем: белого медведя, атлантического моржа, дикого северного оленя и белой чайки – редкого вида чайки, занесенного в Красную книгу Российской Федерации. Кроме того, совместно с Центром морских исследований МГУ организована масштабная экспедицию по изучению атлантического подвида моржа и белого медведя. Исследования животного мира проводились в акваториях Карского и Баренцева морей, а также на архипелаге Земли Франца-Иосифа.

При научно-методической поддержке ООО «Арктический Научный Центр» были разработаны средства обеспечения айсберговой безопасности морских нефтегазопромысловых сооружений. Основываясь на результатах моделирования процесса буксировки разработана уникальная конструкция буксировочной системы, позволяющая повысить эффективность и результативность операций по обеспечению айсберговой безопасности. Также разработан симулятор буксировки опасных ледяных образований. Полученные решения являются критически важными для минимизации рисков техногенных катастроф в арктическом регионе.

В 2020 г. ООО «Арктический Научный Центр» продолжил разработку микробного препарата для утилизации углеводородов в морях арктического региона. В настоящее время завершены работы по созданию лабораторного прототипа биопрепарата для очистки береговой линии и акватории северных морей от разливов нефти и нефтепродуктов. Тестирование будет проводиться на Беломорской биологической станции МГУ.

Для успешной реализации проектов на шельфе Арктики ПАО «НК «Роснефть» провела оценку потребности в судах обеспечения и сопровождения буровых работ на лицензионных участках Компании. Определены основные типы судов и морских сооружений, необходимых для реализации шельфовых проектов Компании. К каждому типу разработаны функциональные требования. Благодаря запуску проектов в Арктике ПАО «НК «Роснефть» формирует якорный заказ для отечественной промышленности и заинтересована в локализации новых технологий и современных производств. Большую часть заказов на строительство буровых платформ, труб и другого оборудования планируется разместить на российских предприятиях.

Весной 2014 года ПАО «НК «Роснефть» опубликовала перечень оборудования и техники, которые требуются на различных этапах освоения морских нефтегазовых месторождений. Таким образом, компания уже анонсировала российским производителям заказы на более чем 20 наименований судов и авиатехники, запрос на российское нефтепромысловое и буровое оборудование — еще около 30 позиций. Только в Архангельской и Мурманской областях, а также в Ямало-Ненецком автономном округе в выполнении заказов ПАО «НК «Роснефть» будет задействовано более 100 предприятий. «В рамках реализации шельфовых проектов предполагается обеспечить локализацию до 70% оборудования. Таким образом, освоение шельфа сформирует от 300 до 400 тысяч высококвалифицированных мест в различных отраслях российской экономики. Это будет способствовать развитию инноваций и разработке

высокотехнологичной продукции», — отмечал на Международном инвестиционном форуме в Сочи Глава ПАО «НК «Роснефть» Игорь Сечин.

С целью освоения Арктического шельфа «Роснефть» ведет активную работу по созданию уникальной производственной базы морской техники. Одним из направлений работ по решению этой задачи станет создание на базе ОАО «Дальневосточный центр судостроения и судоремонта» промышленного и судостроительного кластера на Дальнем Востоке России, ядром которого будет новая верфь — судостроительной комплекс «Звезда» в городе Большой Камень.

Судостроительный комплекс «Звезда» создан на базе Дальневосточного завода «Звезда» Консорциумом АО «Роснефтегаз», ПАО «НК «Роснефть» и АО «Газпромбанк». Проект комплекса предполагает строительство тяжелого достроечного стапеля, сухого дока и производственных цехов полного цикла. Судостроительный комплекс «Звезда» будет выпускать крупнотоннажные суда, элементы морских платформ, суда ледового класса, специальные суда и другие виды морской техники.

В сентябре 2017 на ООО «ССК «Звезда» состоялась церемония закладки четырёх многофункциональных судов-снабженцев усиленного ледового класса. Суда будут сданы в эксплуатацию в 2019–2020 г.г. и будут обеспечивать морские буровые работы на Арктических лицензионных участках компании. Оператором судов выступит ООО «Роснефтефлот».

В октябре 2017 года АО «Роснефтефлот», дочернее общество НК «Роснефть», заключило с ООО «ССК «Звезда» договоры на строительство десяти арктических танкеров-челноков дедвейтом 42 тысячи тонн каждый. Танкеры усиленного ледового класса ARC7 предназначаются для работы во льдах толщиной до 1,8 м при температуре атмосферного воздуха до минус 45 градусов.

11 сентября 2018 года в присутствии Президента Российской Федерации на стапеле «Звезды» был заложен первый танкер класса «Афрамакс». Сейчас на «Звезде» изготавливают и собирают секции первых трех судов. Первый «Афрамакс» был спущен на воду в 2020 году.

Реализация проекта будет способствовать развитию судостроительного и промышленного кластера и локализации производства судового оборудования на Дальнем Востоке России, обеспечению возможности выполнения проектирования на территории Российской Федерации арктических танкеров-челноков, формированию оптимального портфеля заказов для загрузки судостроительного комплекса «Звезда».

В рамках XXI Петербургского международного экономического форума при поддержке ПАО «НК «Роснефть» Судостроительный комплекс «Звезда» подписал с

французской инжиниринговой компанией Gaztransport & Technigaz (GTT) меморандум о взаимопонимании по вопросу проектирования и строительства грузовых систем для судов-газовозов СПГ (сжиженного природного газа).

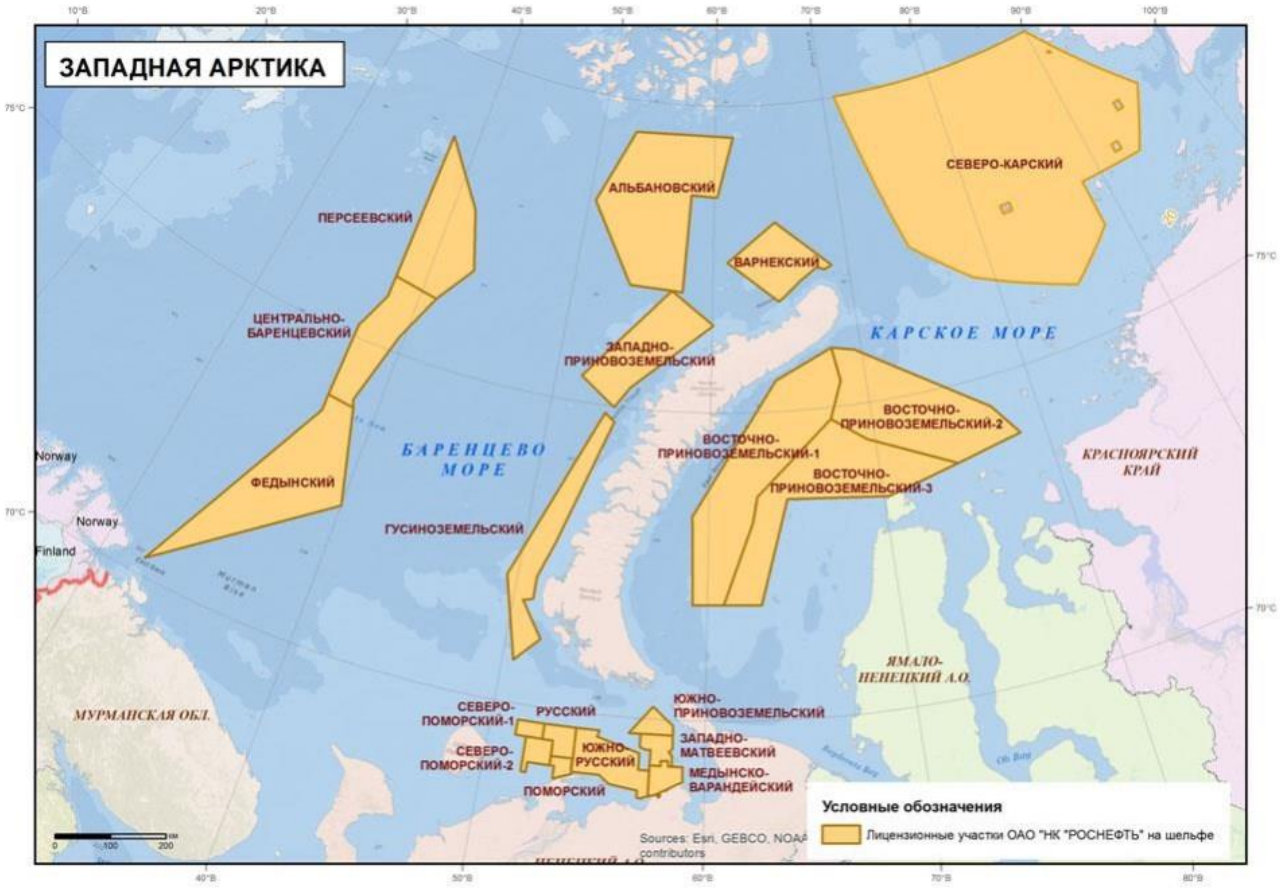
Суда-газовозы могут быть востребованы при реализации ряда проектов по освоению шельфовых месторождений, а также для транспортировки добытого на территории Российской Федерации природного газа.

Западная Арктика

Общая информация

На континентальном шельфе морей Западной Арктики ПАО «НК «Роснефть» владеет лицензиями на 19 лицензионных участков:

- 7 участков в Баренцевом море — Федынский, Центрально-Баренцевский, Персеевский, Альбановский, Варнекский, Западно-Приновоземельский и Гусиноземельский;
- 8 участков в Печорском море — Русский, Южно-Русский, Южно-Приновоземельский, Западно-Матвеевский, Северо-Поморские-1, 2, Поморский и Медынско-Варандейский;
- 4 участка в Карском море — Восточно-Приновоземельские-1, 2, 3 и, Северо-Карский.



Карта лицензионных участков ПАО «НК «Роснефть» в морях Западной Арктики

Суммарные извлекаемые ресурсы нефти и газа участков по результатам аудита, выполненного компанией ДеГольер и МакНоттон по состоянию на 01.01.2021 г., оцениваются в 14 млрд. т.н.э.

На территории участков открыто 7 месторождений (Победа, им. Маршала Жукова, им. Маршала Рокоссовского в Карском море, Северо-Гуляевское, Медынское-море, Варандей-море и Поморское в Печорском море). Суммарные извлекаемые запасы категорий С1+С2 указанных месторождений на 01.01.2021 года составляют:

- нефть+конденсат – 333 млн. т.
- газ – 1,9 трлн. м3

За период с 2012 по 2020 гг. Компания выполнила 70 тыс. пог км аэрогравимагниторазведочных работ, более 70 тыс. пог. км 2D сейсморазведки, и около 29 тыс. км^2 3D сейсморазведки, провела инженерно-геологические изыскания на 19 площадках для бурения поисковых и разведочных скважин, проведено 6 геологических экспедиций.

На лицензионных участках шельфа морей Западной Арктики ПАО «НК «Роснефть» выполняет лицензионные обязательства с опережением установленных сроков и существенным превышением объемов работ по лицензиям.

Восточная Арктика

Общая информация

На континентальном шельфе морей Восточной Арктики ПАО «НК «Роснефть» владеет лицензиями на 9 участков:

- 5 участков в море Лаптевых — Усть-Оленекский, Усть-Ленский, Анисинско-Новосибирский, Хатангский и Притаймырский;
- 1 участок в Восточно-Сибирском море — Восточно-Сибирский-1;
- 3 участка в Чукотском море — Северо-Врангелевские-1,2 и Южно-Чукотский.

Извлекаемые ресурсы углеводородов на участках шельфа морей Восточной Арктики по результатам аудита, выполненного компанией ДеГольер и МакНоттон по состоянию на 01.01.2021 г., составляют более 19 млрд. т н.э.

За период с 2012 по 2020 гг Компания выполнила 242 тыс.пог.км аэрогравимагниторазведочных работ, более 73 тыс. пог. км сейсморазведочных работы 2D, проведено 8 геологических экспедиций.

В декабре 2015 года «Роснефтью» была получена лицензия на разработку Хатангского участка, расположенного в Хатангском заливе в юго-западной части моря Лаптевых на севере Красноярского края. 3 апреля 2017 года было начато и 1 мая 2018 года завершено стрительство поисковой скважины «Центрально-Ольгинская-1».

По результатам бурения скважины была подтверждена нефтегазоносность акватории моря Лаптевых и открыто месторождение «Центрально-Ольгинское с извлекаемыми запасами (по категориям С1+С2) более 80 млн тонн нефти.



Лицензионные участки ПАО «НК «Роснефть» в морях Восточной Арктики

Дальний Восток России

Общая информация

На континентальном шельфе Охотского и Японского морей в Дальневосточном федеральном округе ПАО «НК «Роснефть» является участником проекта «Сахалин-1» по разработке на условиях СРП месторождений Чайво, Одопту-море, Аркутун-Даги и вместе с дочерними и совместными предприятиями владеет еще 14-ю лицензиями на участки, а именно:

- 9 участков на шельфе острова Сахалин —Северная оконечность месторождения Чайво, месторождение Кайганско-Васюканское – море, Дерюгинский, Астрахановское море — Некрасовский, Северо-Сахалинский,

Северо-Венинское газоконденсатное месторождение, Амур-Лиманский, Центрально-Татарский, Богатинский;

- 5 участков на примагаданском шельфе — Магадан-1,2,3, Лисянский, Кашеваровский.

Извлекаемые ресурсы углеводородов на участках шельфа Охотского и Японского морей по результатам аудита, выполненного компанией ДеГольер и МакНоттон по состоянию на 01.01.2021 г., составляют 2,9 млрд т н.э., без учета ресурсов участков Северо-Сахалинский, Амур-Лиманский и Богатинский, оцениваемых ПАО «НК «Роснефть» в объеме 400 млн. т н.э.

На территории участков открыто 5 месторождений (Чайво, Аркутун-Даги, Одопту-море, Кайганско-Васюканское – море, Северо-Венинское).

Извлекаемые запасы в доле ПАО «НК «Роснефть» составляют:

90,4 млн. т нефти и конденсата и 151 млрд. $м^3$ газа.

В этот период ПАО «НК «Роснефть» существенно увеличило объемы сейсморазведочных работ на лицензионных участках. За 2012-2020 годы было выполнено около 27 тыс. пог. км сейсморазведочных работ 2Д, 6,6 тыс. $км^2$ сейсморазведочных работ 3Д, более 1,8 тыс. пог. км электроразведочных работ, проведены инженерно-геологические изыскания на 5 площадках перспективных площадей для определения точек бурения поисковых скважин, пробурено 6 поисково-разведочных скважины. Значительный объем геологоразведочных работ выполнен на лицензионных участках магаданского шельфа с опережением сроков установленных обязательствами по лицензиям.

Северная оконечность месторождения Чайво

Общая информация

В 2011 году ПАО «НК «Роснефть» получило лицензию на геологическое изучение, разведку и добычу углеводородов на лицензионном участке «Северная оконечность месторождения Чайво», который расположен в пределах мелководной части северо-восточного шельфа острова Сахалин. Начальные извлекаемые запасы нефти и конденсата на месторождении — свыше 14 млн тонн; газа — свыше 20 млрд куб. м.

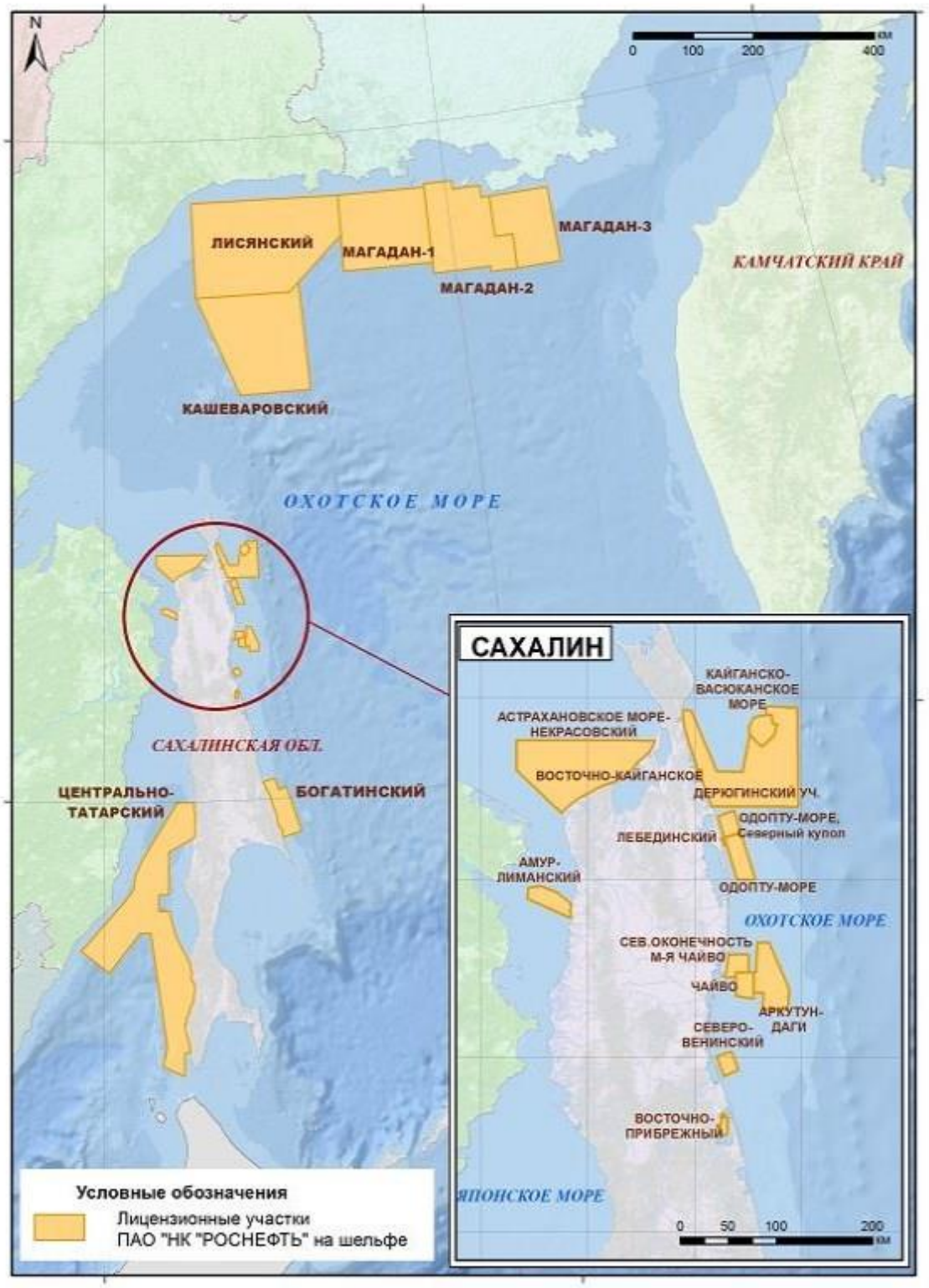
В мае 2014 года «Роснефть» приступила к реализации масштабного проекта по освоению запасов нефти Северного Чайво. На проекте Северное Чайво применена инновационная технология бурения горизонтальных скважин с берега с рекордными отходами от вертикали с использованием уникальной буровой установки «Ястреб».

В конце 2014 года завершено строительство временной обвязки и начата добыча из двух первых скважин. В 2015 году пробурена и введена в эксплуатацию третья эксплуатационная скважина, начато бурение четвертой добывающей скважины. В 2016 году с ускорением графика введены в эксплуатацию четвертая и пятая нефтяные скважины с глубиной по стволу 10496 м и 11163 м соответственно.

Скважины с большим отходом от вертикали на северной оконечности месторождения Чайво являются уникальными по сложности конструкции. На скважинах применены высокотехнологичные системы заканчивания с устройствами контроля притока для ограничения прорывов газа и обеспечения максимальной накопленной добычи.

Фактическая добыча нефти и конденсата за 2020 год составила – 0,47 млн тонн, суммарный объем поставленного газа потребителям – 0,14 млрд куб. м. По состоянию на 01.01.2021 ПАО «НК «Роснефть» добыло свыше 7,7 миллионов тонн нефти на северной оконечности месторождения Чайво с начала реализации проекта.

Нефть, добываемая на месторождении, относится к марке SOKOL и обладает превосходным качеством. В нефти очень низкое содержание серы — 0,25%, плотность — 0,825-0,826 кг/м^3 (36,8 градусов API). Вся добываемая нефть отгружается нефтеналивными танкерами с терминала «Де-Кастри» в Хабаровском крае в страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Попутный нефтяной газ реализуется на внутреннем рынке потребителям Дальнего Востока.



Карта лицензионных участков ПАО «НК «Роснефть» в Охотском море

Южный регион

Общая информация

ПАО «НК «Роснефть» владеет лицензиями на 7 участков в российских акваториях Черного, Каспийского и Азовского морей: Темрюкско-Ахтарский участок и месторождение Новое в Азовском море, Северо-Каспийский участок и месторождение Западно-Ракушечное в Каспийском море, Туапсинский прогиб, Западно-Черноморская площадь и Южно-Черноморский участок на шельфе Черного моря. Кроме того, Компания имеет лицензию на Гудаутский участок в Абхазском секторе Черного моря.

Ресурсный потенциал участков оценивается в 3,4 млрд. т нефти и конденсата и 61,5 млрд. куб. м газа, без учета ресурсов участка Западно-Черноморская площадь, ресурсы которого ПАО «НК «Роснефть» оценивает более чем в 500 млн. т нефти.

Извлекаемые запасы в доле ПАО «НК «Роснефть» составляют:

- нефть+конденсат – 7,2 млн. т.
- газ – 1,6 млрд. м3

За 2012-2020 гг. Компанией выполнено более 4,1 тыс.пог.км сейсморазведочных работ 2D, около 8,3 тыс. км^2 сейсморазведочных работ 3D, инженерно-геологические изыскания на 11 площадках, пробурено 4 скважины, организовано 4 полевых геологических экспедиции на прилегающей суше.

Основными инвестиционными проектами ПАО «НК «Роснефть» на шельфе южных морей России являются проекты по освоению лицензионных участков Черного моря. Эти участки обладают огромным ресурсным потенциалом, однако поиски и разведка скоплений нефти и газа в их недрах требуют значительных инвестиций в связи с большими глубинами дна моря (до 2,2 км) и необходимостью использования специальной техники, устойчивой к воздействию морской воды с высоким содержанием сероводорода. В марте 2018 года была пробурена первая сверхглубоководная скважина «Мария-1» на лицензионном участке «Западно-Черноморская площадь». Строительство скважины завершено 15 марта 2018 года.

Также ведется плановая работа по проведению ГРР и на участках Компании в Каспийском и Азовском морях – научно-исследовательские, сейсморазведочные работы и подготовка к поисковому и разведочному бурению.

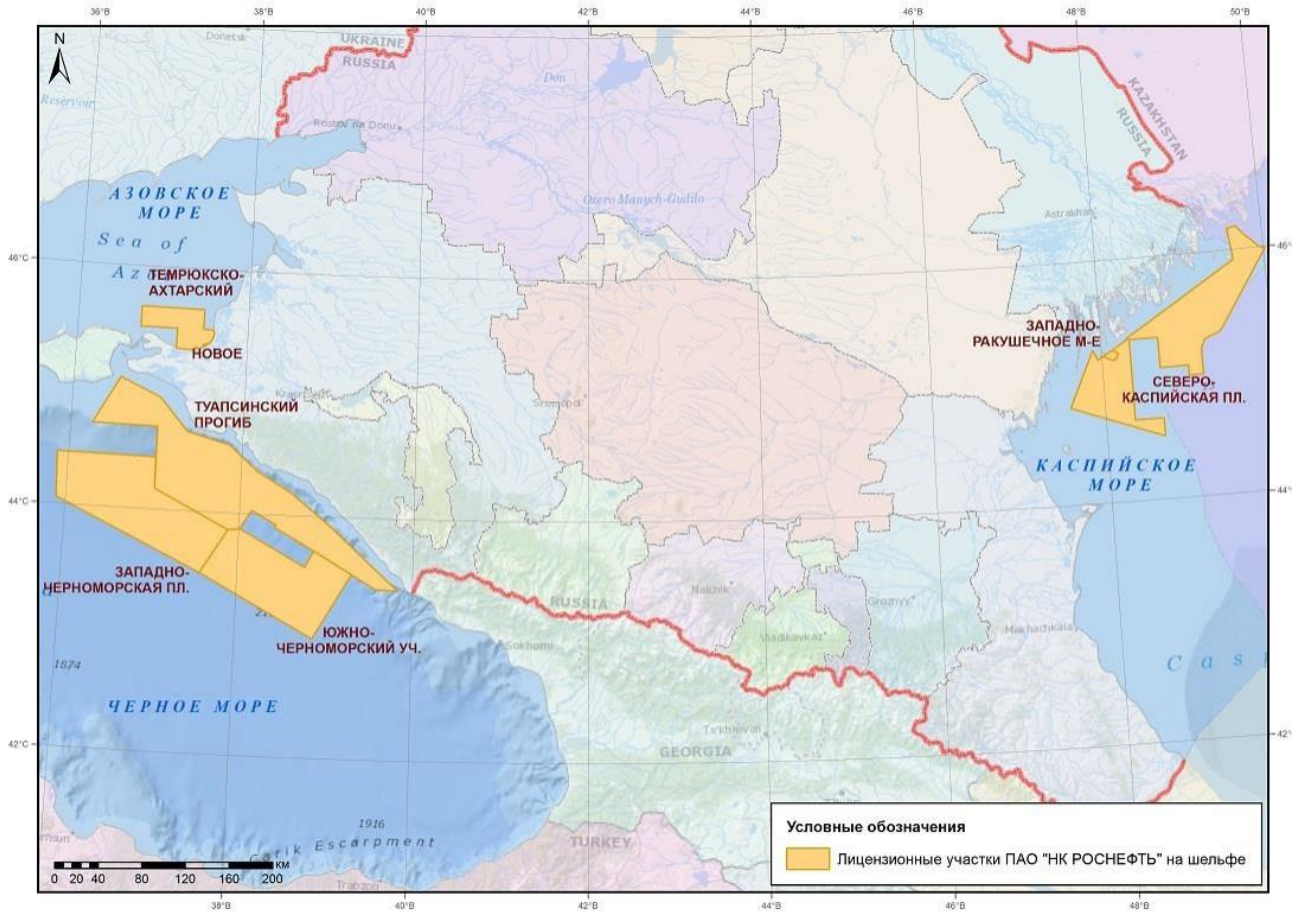
На этапе разработки на шельфе Азовского моря находится месторождение Новое.

«Месторождение Новое»

По результатам проведенных геологоразведочных работ на Темрюкско-Ахтарском лицензионном участке в Азовском море в 2007 году открыто месторождение Новое с извлекаемыми запасами 2,4 млн. т нефти и 0,9 млрд. куб. м газа. В 2013 году была получена лицензия на разработку месторождения Новое.

Добыча на месторождении начата в сентябре 2016 года. В августе 2020 года в эксплуатацию запущена скважина Новая-2. Накопленная добыча нефти с начала разработки на 01.01.2021 составляет – 108 тыс тонн (в доле Компании – 55 тыс тонн), добыча газа – 108 млн куб. м (в доле Компании – 55 млн куб. м).

Извлекаемые запасы на 01.01.2021г. составляют 2,3 млн т нефти и 0,7 млрд. м3 газа.



Карта лицензионных участков ПАО «НК «Роснефть» в Южном регионе

Занятие №2

Задание:

1. Составьте словарь терминов, относящихся к шельфу и его окраинам со стороны материка и океана. Иллюстрируйте термины рисунками из Интернета.
2. Охарактеризуйте осадки, которые формируются в морских условиях.
3. Охарактеризуйте глубину моря и размеры шельфовой зоны для пассивных и активных шельфов

ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АКВАТОРИЙ

Борисов А.С. - д. геол.-мин. наук, проф., **Плотникова И.Н.** - д. геол.-мин. наук

Глава 1

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ДНА МИРОВОГО ОКЕАНА

Подводные континентальные окраины нашей планеты представляют собой уникальную морфологическую структуру (морфоструктуру) земной поверхности, характеризующуюся значительными размерами и имеющую фундаментальное геологическое значение. Высокий ресурсный и биологический потенциал континентальных окраин сделали их предметом пристального изучения и постоянно возрастающего внимания.

Основная часть площади дна мирового океана (73,8%) располагается на глубинах от 3000 до 6000 м. В основе выделения морфоструктур дна океана лежат различия в строении и истории развития их земной коры. Участки мирового океана, прилегающие к материкам, представляют собой подводную окраину материков и характеризуются материковым типом земной коры. По особенностям рельефа океанического дна в пределах данных участков выделяются ***шельф, материковый склон и материковое подножие***. За подножием следует ложе океана или ложе котловин краевых морей (если подводная окраина материка обрамляется зоной островных дуг).

Шельф - прибрежная донная равнина с небольшими глубинами, в сущности, продолжение окраинных равнин суши. Большая часть шельфа имеет платформенную структуру. На шельфе нередки остаточные (реликтовые) формы рельефа надводного происхождения, а также реликтовые речные, ледниковые отложения. Это означает, что при регрессии моря в четвертичный период обширные пространства шельфа превращались в сушу. Обычно шельф заканчивается на глубинах 100–200 м, а иногда и на

больших, довольно резким перегибом, так называемой ***бровкой шельфа***. Ниже этой бровки в сторону океана простирается материковый склон - более узкая, чем шельф, зона океанического или морского дна с уклоном поверхности в несколько градусов. Нередко материковый склон имеет вид уступа или серии уступов с крутизной от 10 до нескольких десятков градусов.

Средняя глубина внешнего края (бровки) шельфа, отделяющего его от материкового склона, составляет около 130 м. У берегов, подвергавшихся оледенению, на шельфе часто отмечаются ложбины (троги) и впадины. Выработанные ледниками троги часто тянутся поперек всего шельфа; местами вдоль них располагаются исключительно богатые рыбой отмели. Шельфы у берегов, где оледенения не было, имеют более однообразное строение, однако и на них часто встречаются песчаные или даже скальные гряды, возвышающиеся над общим уровнем. В ледниковую эпоху, когда уровень океана понизился вследствие того, что огромные массы воды аккумулировались на суше в виде ледниковых покровов, во многих местах нынешнего шельфа образовались речные дельты.

Говоря о материковом склоне, необходимо отметить следующие особенности: во-первых, он обычно образует четкую и хорошо выраженную границу с шельфом; во-вторых, почти всегда его пересекают глубокие подводные каньоны. Средний угол наклона на материковом склоне составляет 4□, но встречаются и более крутые, иногда почти вертикальные участки.

Для ложа океана характерна сравнительно тонкая кора океанического типа, состоящая из трёх слоев: верхнего слоя рыхлых осадков - «первого сейсмического слоя», второго – «надбазальтового» и нижнего — «базальтового». Рельеф ложа представляет собой сочетание плоских аккумулятивных (абиссальных) равнин и расчленённых холмистых поверхностей, которым свойственен вулканический рельеф. Здесь также развиты цепи гор и отдельные вулканические горы, широкие сводовые и блоковые поднятия. Самый распространенный тип рельефа океанических котловин - рельеф абиссальных холмов. Так называются бесчисленные возвышенности высотой от 50 до 500 м, с диаметром основания от нескольких сотен метров до десятка километров, почти сплошь покрывающие дно котловин. Кроме того, на дне океана известно более 10 тыс. подводных горных вершин. Некоторые подводные горы с уплощенными вершинами называют гайотами. Полагают, что некогда эти пики вздымались над уровнем океана, пока их вершины не были постепенно срезаны волнами.

Глубины в пределах океанического ложа варьируют от 2000—4000 до 11000 м. Отрицательные формы ложа представлены узкими желобами, которые приурочены к гигантским разломам и прогибам земной коры.

Подводные окраины материков в тектоническом отношении представляют собой части материковых платформ, покрытые морской водой. Они характеризуются относительно спокойным тектоническим режимом, при котором преобладают медленные отрицательные движения земной коры.

Подводные окраины характеризуются изометрическими очертаниями геофизических полей и слабыми положительными аномалиями силы тяжести. У внешнего края шельфа и материкового склона часто отмечаются линейные положительные магнитные и гравитационные аномалии. Переходная зона представляет собой область высоких скоростей вертикальных движений земной коры, которая имеет сложный рисунок геофизических полей с резкой дифференциацией. Примечательно, что глубоководным желобам обычно свойственны резко выраженные отрицательные, а котловинам окраинных морей — значительные положительные аномалии силы тяжести. Срединно-океанические хребты характеризуются чередованием линейно-вытянутых положительных и отрицательных магнитных аномалий и, как и переходная зона, являются областями высокой сейсмичности, вулканизма и горообразования.

Ложе океана отличается довольно широким распространением особого типа вулканизма, разломной тектоники, слабой сейсмичностью и медленными отрицательными движениями земной коры регионального характера. Геофизические поля в пределах ложа большей частью имеют изометрические очертания, преобладают положительные аномалии силы тяжести.

Долгое время наши знания о геологическом возрасте, вещественном составе и истории формирования осадочного чехла океана ограничивались данными о самых верхних горизонтах слоя рыхлых осадков («первого сейсмического слоя»). Начиная с 1968 в результате систематического глубоководного бурения дна океанов и морей удалось достигнуть вулканических пород «надбазальтового» слоя океанической коры. В итоге, на основе геологических исследований и сейсмического зондирования было установлено, что мощность осадков океанического дна меняется от 2000—3000 и более метров вблизи материков до первых десятков и даже до нуля метров на гребнях срединных океанических хребтов, крутых склонах поднятий и уступах материкового склона.

Донные осадки океана подразделяются на терригенные, биогенные (известковые, кремнистые), вулканогенные и осадки смешанного происхождения (полигенные), к которым относятся глубоководные красные глины.

Терригенные осадки приурочены преимущественно к подводным окраинам материков, к периферии ложа океана, а также к глубоководным желобам. Для них характерно распространение отложений мутьевых потоков — турбидитов, а также обогащённость органическим веществом. Разложение органического вещества создает восстановительную обстановку среды, что обусловливает серую окраску осадков.

Известковые осадки наиболее распространены в тёплых и умеренных зонах океана. В пределах океанического ложа они представлены фораминиферовыми и кокколитово-фораминиферовыми отложениями, а на мелководьях — ракушечными и коралловыми отложениями. На глубинах более 4500—5000 м известковые осадки отсутствуют (вследствие растворения $CaCO_3$), а доминирующую роль приобретают кремнистые осадки (радиоляриевые и диатомовые).

Красная глубоководная глина отлагается в зонах глубоководных (4500—5000 и более метров) котловин с низкой биологической продуктивностью. В областях океана, примыкающих к зонам активного вулканизма, формируются вулканические осадки.

В условиях современного океана наибольшие площади дна занимают карбонатные осадки (около 150 млн км^2), глубоководные красные глины (свыше 110 млн км^2) и кремнистые илы (около 60 млн км^2).

Основное формирование современного шельфа Мирового океана происходило в течение новейшего времени - в позднечетвертичный период (поздний плейстоцен), начавшийся примерно 125 млн лет назад. Процесс формирования происходил в несколько этапов, связанных с крупными оледенениями. Шельфы этого времени представляют собой сочетание деформированных волнами абразионных и аккумулятивных террас, возникших под влиянием седиментационных процессов.

Пассивные шельфы Северного Ледовитого и Атлантического океанов характеризуются мощным слоем осадков (до 10–12 км), выровненным рельефом поверхности, максимальной шириной (300 км и более), глубоким залеганием бровки шельфа (400–600 м). Они бывают часто нарушены подводными каньонами, связанными с долинами крупных рек.

Шельфы ***активных континентальных окраин*** относятся к тихоокеанскому типу, так как большая их часть связана с зонами столкновения и поглощения литосферных

плит у побережья Тихого океана. Такие шельфы характеризуются небольшой шириной, сложным рельефом, небольшим слоем рыхлых и очень разнородных по составу осадков.

Занятие №3

Задание:

1. **Составьте словарь терминов. Иллюстрируйте термины рисунками из Интернета.**
2. **Опишите назначение и характеристики судов.**

Суда для сейсморазведочных работ

На начальном этапе ведения морских сейсморазведочных работ (в мире до 1960 г., в ***СССР*** до 1980 г.) в качестве судов для сейсморазведочных работ применялись различные переоборудованные суда из числа рыболовецких траулеров, пассажирских судов и судов другого назначения. По мере становления морской сейсморазведки стало очевидным, что для эффективного ведения таких работ необходимо проектировать и строить *специализированные сейсморазведочные суда* (***seismic survey vessel***). Второй этап развития морской сейсморазведки ознаменовался постройкой большого числа специализированных судов, на которых и выполняется в настоящее время основной объем работ. Эти суда были предназначены для работы по технологии *2D* и могли буксировать одну, редко две – четыре сейсмические косы. К середине 90-х годов стало ясно, что дальнейшие успехи применения сейсмической разведки в нефтяной геологии следует связывать с работами по более сложным технологиям *3D* и *3D/4C*. При этом немедленно выяснилось, что ранее построенные сейсморазведочные суда второго поколения не могут обеспечить эффективного ведения работ по этим технологиям. Возникла необходимость либо в переоборудовании существующих судов, либо в проектировании и строительстве новых. В настоящее время в ряде крупных геофизических компаний уже появились суда нового - *третьего поколения,* специально предназначенные для работы по новейшим технологиям *3D* и *3D/4C*.

На шельфах морей для производства сейсморазведочных работ в настоящее время используются специализированные суда, оснащенные современными средствами регистрации, сбора, хранения , обработки и привязки геолого-геофизических данных. Они подразделяются на следующие шесть типов:

- суда, ориентированные на выполнение работ методом сейсмоакустического профилирования высокого разрешения для изучения верхней части тонкослоистых геологических сред на глубинах воды до 1000-1200м;

- суда, способные проводить только стандартную двумерную профильную съемку 2D;

- суда, способные выполнять как профильные работы 2D, так и трехмерные сейсморазведочные работы с количеством плавающих приемных устройств менее шести (мини суда 3D);

-суда, осуществляющие полномасштабные трехмерные работы 3D с восьмью и более сейсмическими косами;

- суда, предназначенные для проведения сейсмического мониторинга по методике 4D с плавающими косами;

- суда, способные выполнять четырехкомпонентную сейсморазведку 4С с помощью донных станций или донных кос.

Российские компании, занимающиеся сейсморазвкой, имеют в настоящее время в общей сложности всего девять судов, способных выполнять работы 2D (и мини 3D), средний возраст которых превышает 20 лет! В России нет ни одного судна, способного выполнить полномасштабные работы 3D. До 2009 года на судостроительных верфях России не было заложено ни одного такого судна, что означает, что в ближайшие 3 года пополнение сейсморазведочного флота не ожидается. Вместе с тем следует отметить, что судостроители России могут выполнять такие работы достаточно качественно. Так на Амурском судостроительном заводе (г. Комсомольск на Амуре) в 2004-2007 годах было успешно осуществлено строительство для индийской компании ONGC полномасштабного сейсморазведочного судна для работ по технологии 3D.

Сейсмические исследовательские суда 2 - 6 типов (суда для собственно сейсморазведочных работ) должны удовлетворять по минимуму следующему ряду требований:

- удобное размещение комплекса сейсморазведочной аппаратуры и оборудования;

- достаточно комфортное размещение 12-25 членов исследовательской команды;

- обеспечивать относительно низкую сейсмоакустическую шумность буксировки сейсмических кос в рабочем диапазоне скоростей 5 - 8 узлов (9 - 15 км/ч).

- иметь специальное радионавигационное оборудование для уверенного ведения судна по запроектированной системе сейсмических профилей;

- обладать достаточной автономностью плавания (30 - 60 суток).

Для размещения регистрирующей и обрабатывающей аппаратуры, как правило, необходима рубка - лаборатория площадью не менее 20 - 25 кв. м в наиболее комфортной части судна. В машинном отделении необходимо размещение не менее двух специальных воздушных компрессоров высокого давления. Процесс смоткии размотки сейсмических кос требует установки на корме судна в полузакрытом помещении

специальных барабанов с электроприводом и емкостью размещаемых кос объемом до 10 - 15 м^3.

Экипаж научно-исследовательской команды состоит из нескольких операторов и их помощников, рабочих сейсмической косы, специалистов по обслуживанию пневматических источников, радиогеодезистов и, возможно, геофизиков - обработчиков получаемой сейсмической информации. Это в общей сложности может составлять 15 и более человек.

Специфика морских исследований такова, что скорость буксировки сейсмических кос не может быть как *очень малой* (менее 8 - 9 км/ч), так и *очень большой* (более 14 - 16 км/ч). Низкая скорость буксировки не позволяет гарантированно удерживать сейсмические косы в горизонтальном и прямолинейном виде. Высокая скорость буксировки создает излишне высокие *акустические шумы*, что сильно ухудшает соотношение интенсивности полезного сигнала и помех. Кроме этого, весьма важно, чтобы шумы самого судна (шумы двигателя) были бы также достаточно малыми. Это достигается либо через применение дизель-электрического привода на винт, либо использованием движущего винта с регулируемым шагом.

При выходе судна на запланированный объект работ его вождение по системе запроектированных профилей осуществляют специалисты - радиогеодезисты из геофизической рубки с применением специальных технических средств. Штатные судоводители - штурманы лишь выполняют их команды. И только в случае возникновения нештатных ситуаций управление судном немедленно переходит к вахтенному штурману.

Для выполнения сейсмических работ вдали от портов необходимо, чтобы экипаж НИС имел возможность длительной непрерывной работы в море. Это возможно при условии, что судно обладает всеми необходимыми ресурсами для такой работы (запас топлива, пресной воды, основных запчастей и расходных материалов и т. п.

В качестве общей информации о типичном геофизическом судне второго поколения приведем (www.smnggeophysics.com, 2005) основные технические характеристики ***НИС "Академик Лазарев"*** (**рис.7**), принадлежащего российской компании "***Севморнефтегеофизика"*** (***г. Мурманск***).

Научно-исследовательские суда *третьего поколения* по своим техническим характеристикам весьма существенно отличаются от судов второго поколения. Главное принципиальное отличие – техническая возможность одновременной буксировки большого (6–12) числа забортных приемных устройств (кос) и нескольких линий (2–4) источников колебаний. Эти возможности реализуются благодаря наличию у судна

специальной уширенной кормы, использованию специальной техники и технологии разведения буксируемых кос в плане. Для реализации этих возможностей потребовалось создание научно- исследовательских судов принципиально нового типа. Головным судном этого проекта стало ***НИС*** "***Ramform***" (**рис.8**). Основные технические характеристики судов этого типа приведены ниже. Сравнительное представление о размерах ***НИС*** второго и третьего поколений можно получить по данным **рис.9**, где приведены в одинаковом масштабе их плановые контуры.

Занятие №4

Задание по теме «Морские стримеры»

1. Прочитайте статью из файла Saratov Sentinel et Nautilus, раздел «Твердотельные буксируемые косы» и ответьте на вопросы:

a. Как устроена твердотельная коса?

b. Каковы основные преимущества твердотельных кос?

c. Почему твердотельные косы менее чувствительны к вибрациям?

d. Как в твердотельных стримерах решена проблема снижения гидродинамического шума?

e. Для чего предназначена методика BROADSEIS, применяемая с применением твердотельных кос?

2. Составьте таблицу с параметрами стримеров Sentinel (SD, RD, HD, MD). Включите в таблицу следующие позиции:

- особенности стримера
- назначение (виды сейсморазведочных работ)
- диаметр стримера
- длина секций
- количество каналов в секции
- тип сейсмоприемников
- максимальная рабочая глубина буксировки
- максимальная длина стримера

Источники информации:

f. Sercel-solidstreamer (устройство),

g. Seal428_brochure_Sercel_EN (стр. 7-9 назначение),

h. Seal428_specifications_Sercel_EN (стр. 4-7 технические параметры)

Занятие №5

Задание на тему « Применение пневматических источников в морской сейсморазведке» Прочитайте текст стр. 7-11 из файла «Semenov_menod_posobie_po_ocenke» (папка лекция 6) и составьте либо краткую характеристику сейсмических пневматических источников (1 стр.) в виде тезисов, либо презентацию из нескольких слайдов с пояснениями к ним в виде заметок.

ИСТОЧНИКИ ДЛЯ МОРСКОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

На акватории морей и океанов сейсморазведочные работы проводятся с импульсными невзрывными источниками. С 1970-х годов на сегодняшний день самой популярной является пневматический источник, который можно описать как камеру со сжатым воздухом, который быстро выпускается в окружающую воду для создания акустического импульса и оказывает лишь незначительное влияние на морскую флору и фауну Используемый источником сжатый воздух дешев и легкодоступен.

Пневматический источник в специальной литературе называют воздушной пушкой (в англ. яз. air-gun). Воздушные пушки способны возбуждать колебания в широкой полосе частот. Создаваемый ими акустический сигнал состоит из нескольких импульсов избыточного давления и разрежения. Эти импульсы предсказуемы, повторяемы и управляемы.

Акустические единицы измерения

Амплитуды возбуждаемых импульсов давления принято приводить к расстоянию в 1 м от источника. Единицами измерения служат МПа-м, бар-м (10 бар= 1 МПа). У большинства модификаций пневматических источников максимальное значение давления на расстоянии 1 м составляет 0,1–0,5 МПа. Например, 0,1 МПа-м означает, что для одиночного источника гидрофон на расстоянии 50 м обнаружил бы давление 0,002 МПа. Чувствительность гидрофонов к звуковому давлению измеряется в микропаскалях (мкПа) или микробарах (мкбар). Один мкбар соответствует 10^{11} МПа.

При проведении измерений звука акустики используют отношение давлений, масштабируемое в шкалу децибел (дБ). В этом случае уровень звукового давления S по отношению к опорному давлению S_0 определяется по формуле:

$SP\ (дБ) = 20 \log_{10} (S / S_0)$.

Акустические сигналы в ближней зоне пневматического источника

Пульсирующая полость, создаваемая пневматическими источниками, создается в результате выхлопа в воду сжатого воздуха под давлением 10–15 МПа. Энергия, затраченная на выхлоп, зависит от объема пневматической камеры, начального и конечного давлений сжатого воздуха при выхлопе. В зависимости от глубины погружения источника и конструкции пневматического излучателя (соотношения объема и площади выхлопного отверстия, скорости открытия выхлопного отверстия и времени, в течение которого оно остается открытым) газовая полость совершает 5–8 интенсивных колебаний (рис.1).

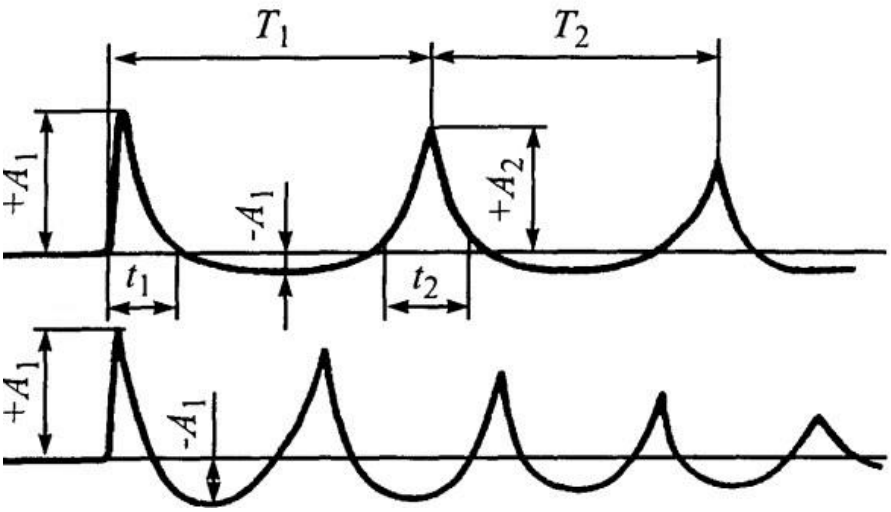


Рис. 1 Акустические сигналы в воде в ближней зоне пневматического источника при выхлопе сжатого воздуха: T_1 и T_2 - периоды пульсации; +A1+A2, -A1, - амплитуды импульсов сжатия и разряжения; и, t_1 и t_2 — длительность импульсов сжатия

По мере удаления от источника форма акустического сигнала меняется незначительно при этом давление в импульсе уменьшается обратно пропорционально расстоянию. Период первой пульсации зависит от энергии выхлопа и глубины погружения источника.

Возможность группирование воздушных пушек

Погрешность синхронизации момента выхлопа у пневматических источников обычно не более +0,001 с, в связи с этим имеется возможность накопления воздействий и группирования достаточно большого количества источников (до 50 штук и более).

Энергия, излучаемая группой воздушных пушек, преимущественно направлена вертикально вниз. Широкая полоса частот от группы пушек формирует импульс с размахом амплитуды в диапазоне 1.4–2.8 МПа-м, что соответствует 243–249 *дБ относительно 1 мкПа-м* вертикально вниз. Уровни амплитуды, излучаемые по горизонтали, как правило, на 15–24 дБ ниже.

Основное внимание при групповом возбуждении уделяется «дальнему полю», создаваемому вертикальным движением вниз волнового поля от группы пневматических пушек, поскольку оно обеспечивает количественную меру силы сейсмической волны группы.

Колебания пузыря

Когда сжатый воздух внезапно попадает в воду, образуется колеблющийся пузырь. *Первоначально давление внутри пузыря значительно превышает гидростатическое (внешнее) давление. Затем воздушный пузырь расширяется за пределы точки, в которой внутреннее и гидростатическое давление равны. Когда расширение прекращается, внутреннее давление пузыря становится ниже гидростатического давления, пузырь схлопывается. Коллапс пузыря выходит за пределы положения равновесия, и цикл расширения начинается снова. Пузырь продолжает колебаться с периодом от десятков до сотен миллисекунд.*

Колебания останавливаются из-за сил трения, а плавучесть пузыря заставляет его разбивать поверхность моря. Если бы можно было остановить это циклическое движение сразу после первого расширения пузыря, воздушная пушка создала бы идеальный сигнал, близкий к одиночному хлопку. Однако из-за циклического движения пузыря сигнал от пневматической пушки далек от идеального.

Преобладающая частота колебаний пузыря уменьшается:

- с увеличением объема пушки,
- с увеличением давления в пушке,
- с уменьшением глубины погружения источника.

Маленькие пушки излучают более высокие частоты, а большие пушки - более низкие. Поскольку геофизику нужен широкий диапазон частот, то для возбуждения применяют сочетание пушек разного калибра.

Призрак источника

Импульс от воздушной пушки одновременно распространяется от нее вниз и вверх. Импульс ушедший вверх (рис. 2), отразившись от поверхности моря, присоединяется к нижнему импульсу давления. Этот задержанный во времени импульс, отраженный от поверхности моря, называется ***призраком источника***. С точки зрения обработки данных морской сейсморазведки, паразитный источник считается неотъемлемой характеристикой волнового поля источника и поэтому включается в понятие сигнатуры давления источника.



Рис.2 Воздушный пузырь из пушки 600 in^3 на глубине 3 м. Выхлоп воздуха создает ударную волну с крутым фронтом, которая наблюдается в виде ряби на поверхности моря (кадры 1 и 2), прежде чем пузырь вырвется на поверхность (кадры 3 и 4)

Влияние фантомного сигнала источника на частотную составляющую сигнатуры источника существенно. Следовательно, наряду с размерами пушки, глубина погружения пушки, от которой зависит характер интерференции призрака источника с нисходящим сигналом, является важным параметром при планировании параметров источника.

Призрак источника отрицательно влияет на широкополосный спектр. На рисунке 3 показано изменение формы сигнала за счет его интерференции с сигналом, отраженным от поверхности моря («призраком»).

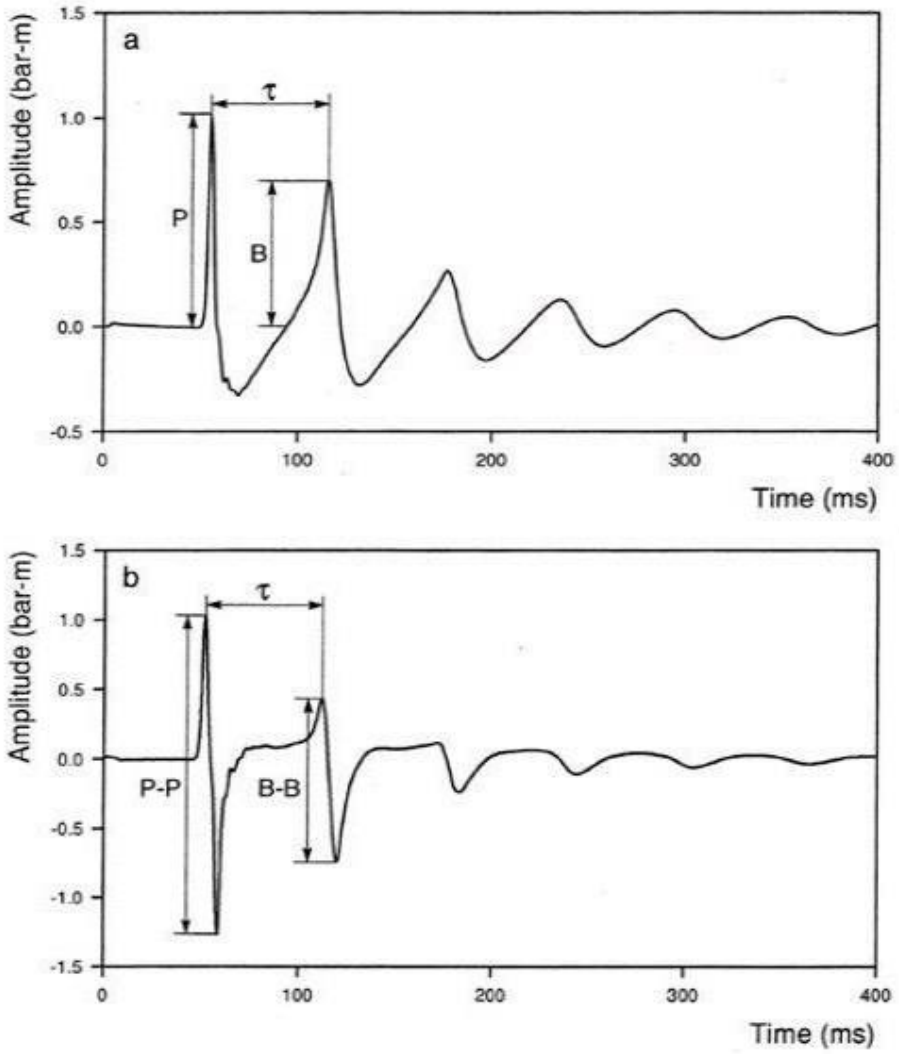


Рис.3 Изменение давления звукового импульса одиночной пневматической пушки 40 куб. дюймов (0,65 литра)

График ближнего поля (верхняя кривая) показывает измерение выпущенного воздуха, создающего круто фронтальную ударную волну, за которой следуют несколько колебаний, возникающих в результате повторного схлопывания и расширения воздушного пузыря. При этом уровни сигнала прямой волны P и первого пузыря B (ближняя зона), а отношение пика прямой волны к уровню пузыря в ближней зоне PBR = P/B.

Форма сигнала дальнего поля (нижняя кривая) показывает влияние, которое призрак источника оказывает на изменение сигнала давления ближнего поля. Размах амплитуды PP (расстояние между положительным пиком основного и отрицательным пиком фантома) составляет 2,3 бар-м. Отношение пика к пузырю в дальней зоне составляет PBR = PP/BB = 1,9. Период пузыря равен tau = 60 мс (Langhammer 1994).

Сигнатура давления воздушной пушки

Импульс давления, который излучается одиночной пневматической пушкой в вертикальном направлении, называется ***сигнатурой давления***.

«Сигнатура» пневматической пушки, регистрируемая гидрофоном, имеет три составляющие:

- прямой сигнал, возникающий при работе пушки;

- сигнал, отраженный от поверхности моря - источник-призрак;

- импульс пузыря, вызванный циклом расширения-схлопывания пузыря воздуха.

Сигнатура характеризуется двумя параметрами: размахом основного импульса (PP), или «силой», полезной частью сигнала и периодом пузыря. Эти параметры зависят от размера пневматической пушки, начального давления выхлопа и глубины погружения источника.

Двумя важными параметрами сигнатуры пневматических пушек являются ее максимальная амплитуда (PP) и отношение первичного сигнала к последующему пузырю (PBR). PBR должен быть как можно более высоким, чтобы сигнатура пневматических пушек была близка к идеальному импульсу. Чтобы определить силу PP массива, его сигнатуру измеряют на расстоянии от источника, известном как точка дальнего поля, точка, где выходные сигналы отдельных пушек конструктивно интерферируют, обычно на расстоянии 250–300 м под ними. Эта сигнатура дальнего поля затем используется для определения номинального уровня точечного источника на расстоянии 1 м путем умножения сигнатуры на радиальное расстояние от этой точки до гидрофона. Этот номинальный уровень точечного источника является теоретическим уровнем звукового давления. Из-за частичной деструктивной интерференции между сигналами отдельных пушек в группе фактический уровень в 10 раз (на 20 дБ) ниже номинального уровня. Сила PP, связанная с этим номинальным уровнем источника, определяется как разница в абсолютной амплитуде между пиками первичного и фантомного вступлений.

Важно помнить, что характеристики мощности PP и PBR во временной области сильно зависят от полосы частот массива. Когда высокие частоты обрезаются, сила PP и отношение PBR уменьшаются.

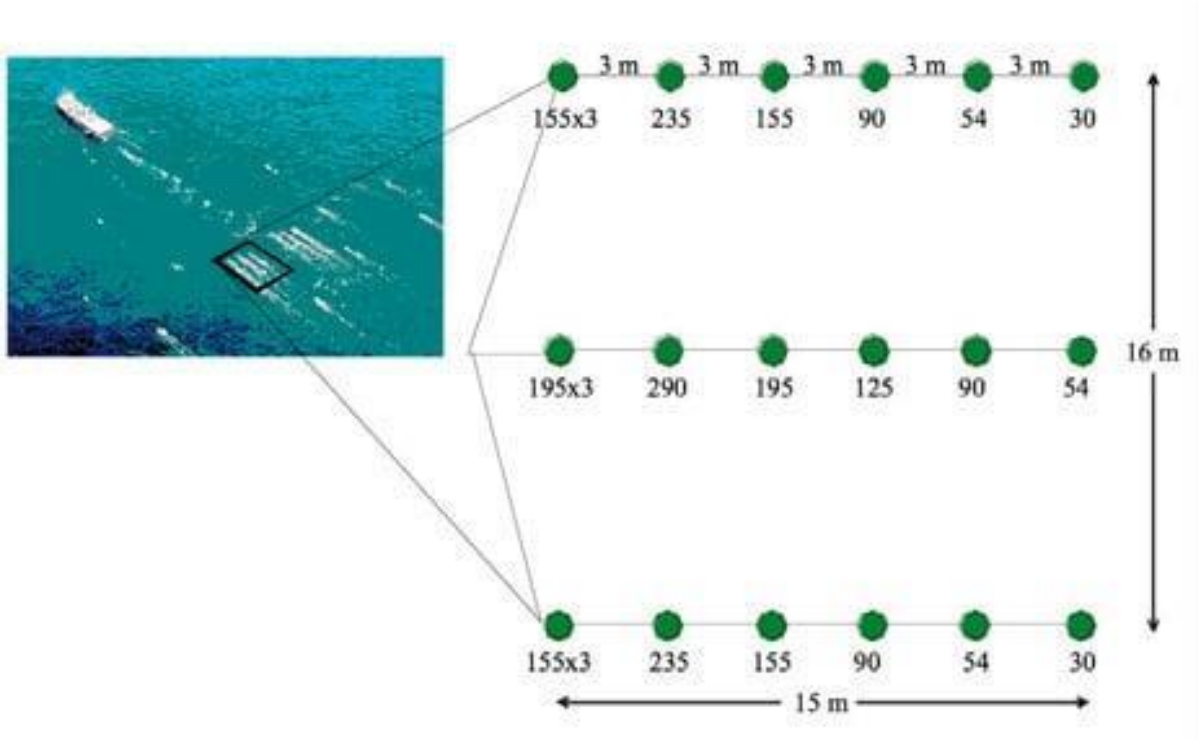


Рис.4 Сейсмическое судно, буксирующее две установки пневматических пушек на глубине 6 метров. Один массив, состоит из трех рядов по 6 пушек, изображен в виде плана. Его размеры 15 м х 16 м (линейный х поперечный). Цифры - это объемы пушек в куб. дюймах. Общий объем составляет 3 397 куб. дюймов

Есть несколько причин для размещения пневматических пушек в рядах (рис. 4). Первая - увеличить мощность источника. Основная идея состоит в том, что массив из n одиночных источников производит в n раз больше мощности, чем одиночный источник. Вторая - минимизировать PBR путем настройки массива таким образом, что пушки с разными объемами будут иметь разные периоды пузырьков, что приведет к конструктивному суммированию первого (основного) пика и деструктивному суммированию амплитуд последующих пузырей.

Движение пузыря

Физика пузырей воздуха из морских пушек очень сложна. Температура внутри пузыря может упасть до минус ста градусов по Цельсию, что приведет к образованию кристаллов льда. Также есть свидетельства того, что пузырь состоит из нескольких маленьких пузырей, а не из одного большого (рис.5).

Тем не менее, в первом приближении параметры, которые определяют период осцилляции пузырей, относительно просты:

$$T = C1\ P^{1/3} V^{1/3} / P0^{5/6},$$

здесь P и V - начальное внутреннее давление (давление срабатывания) и объем воздуха до его выпуска, а P0 - гидростатическое давление, C1 - константа, которая зависит от параметров пневматической пушки.

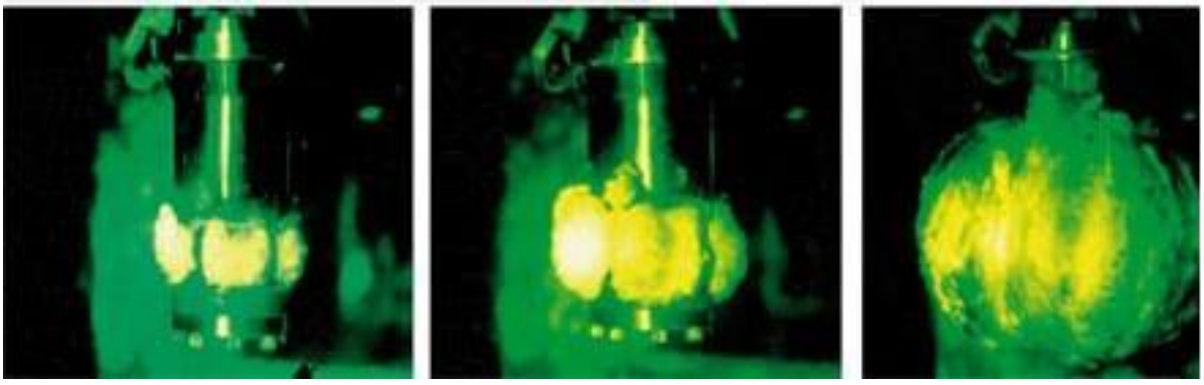


Рис.5 Изображения пузырей воздуха через 1 мс, 1,5 мс и 7 мс после выстрела из небольшой пневматической пушки в резервуаре

Преобладающая частота движения пузыря, f = 1/T, уменьшается с увеличением объема пушки, или с увеличением давления в пушке, или с уменьшением гидростатического давления (то есть при уменьшении глубины погружения источника).

Способы подавления пульсаций пузыря

При применении воздушных пушек в качестве полезного сигнала используют первый импульс давления, в связи с этим необходимо принимать специальные меры по подавлению пульсаций пузыря, чтобы обеспечить высокую разрешающую способность сейсморазведки. Особенностью пневматических источников является относительная стабильность пульсаций и высокий КПД, что позволяет сосредоточить энергию сигнала в достаточно узком диапазоне частот. С учетом сигнатуры давления, создаваемой воздушными пушками, применяют следующие два направления подавления пульсаций.

Первое направление заключается в искусственном повышении давления в газовой полости в момент се максимального расширения. Выравнивание давления относительно гидростатического после повторного расширения полости устраняет причину пульсации и может достигаться повторным выхлопом или задержкой истечения сжатого воздуха. Удовлетворительная степень подавления пульсации достигается при равенстве энергий основного и вспомогательного выхлопов, если последний производится в момент, близкий к середине периода первой пульсации.

Второе направление связано с накоплением сигналов с разными периодами пульсации при постепенном изменении энергии воздействия или группирование источников с разными периодами пульсации. При группировании пневмоисточников с целью подавления пульсации используется набор пневмокамер разного объема.

Синхронное сложение первых импульсов давления, излучаемых при выхлопе сжатого воздуха, и несинхронное последующих, излучаемых при пульсациях, уже при группировании 6 источников обеспечивает при соответствующем шаге изменения объемов пневмокамер в одной группе 8-кратное превышение амплитуды первого импульса давления над последующими (рис.6).

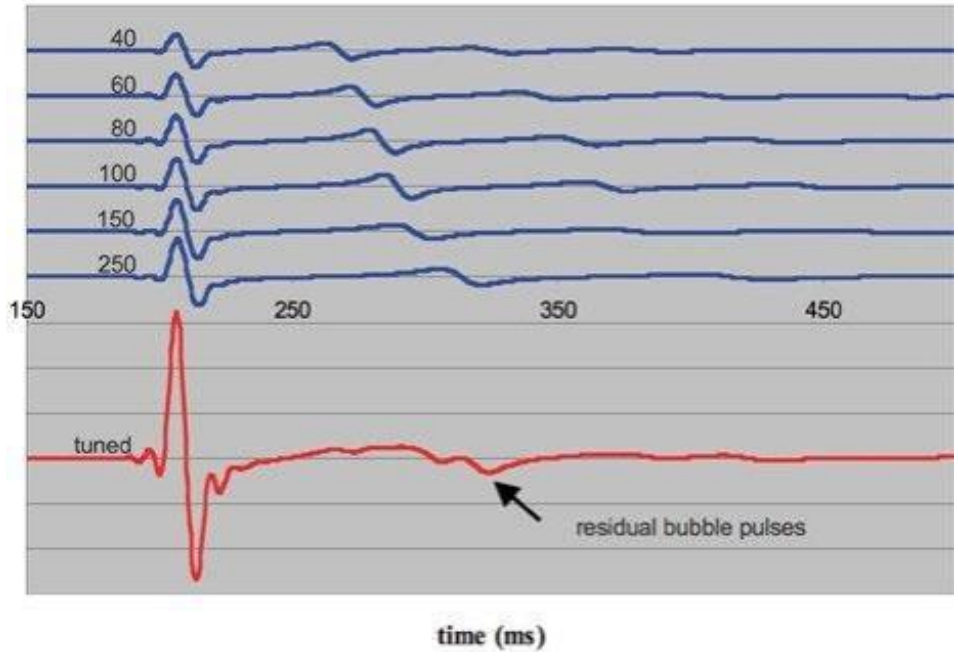


Рис.6 Сигнатуры давления в дальнем поле разнокалиберных пневматических пушек (синие кривые), стреляющих одновременно, и суммарный импульс (красная кривая) PBR = 8,6

Частичное подавление пульсации возможно за счет группирования пневмокамер одинакового объема, размещенных на близком расстоянии друг от друга (рис.7), в этом случае газовые полости сливаются в общую пульсирующую полость, геометрическая форма которой существенно отличается от сферической. Например, линейное группирование четырех пневмокамер равного объема при шаге между смежными камерами 1,0–1,5 максимального диаметра газовой полости одиночной камеры обеспечивает 3–4-кратное превышение амплитуды первого импульса над последующими.



Рис. 7 Одиночная воздушная пушка (слева) и кластер из 3 одинаковых пушек

Степень подавления пульсаций зависит от глубины погружения группы источников (рис.8), что связано с увеличением радиуса полости при уменьшении глубины погружения.

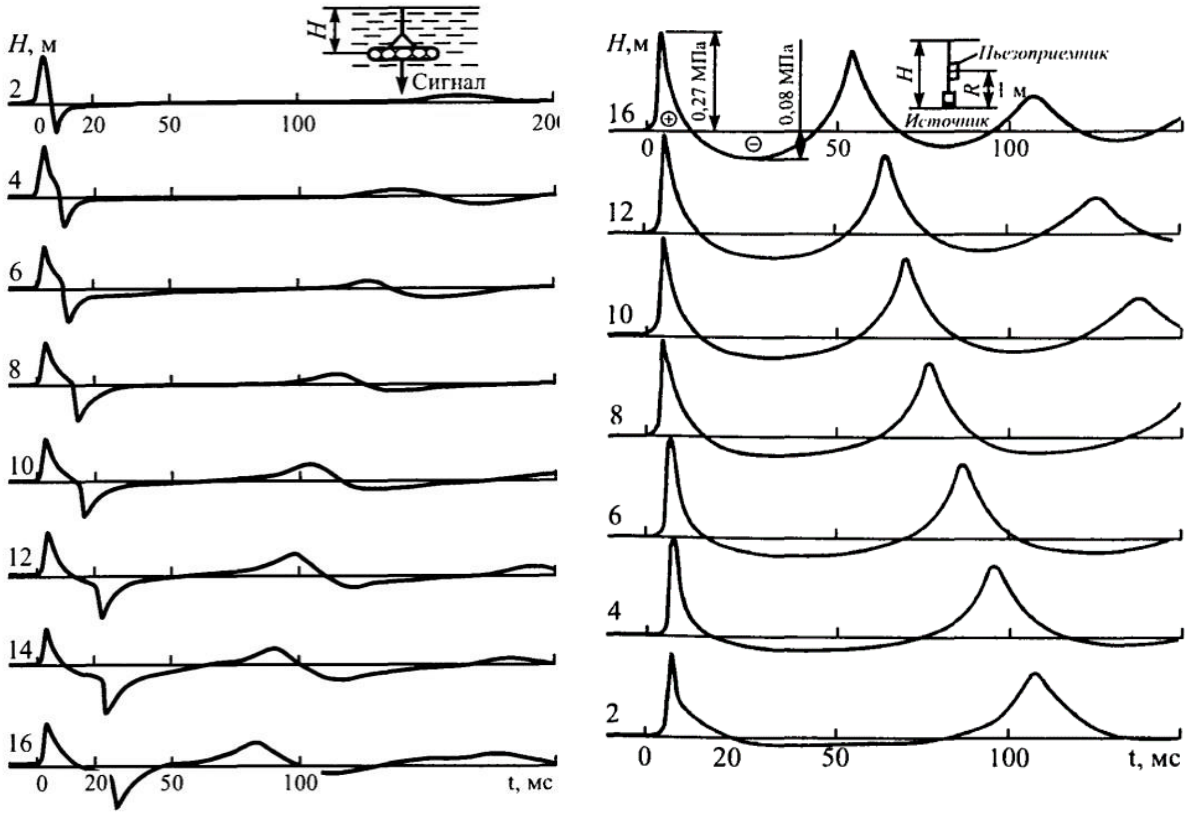


Рис.8 Акустические сигналы от линейной группы из 6 воздушных пушек при разных глубинах погружения H, м: слева – в дальней зоне, справа – в ближней зоне

Спектральные характеристики сейсмического сигнала в водном слое

Положение морского источника относительно поверхности воды и дна моря от оказывает влияние на формирование сейсмического сигнала. При достаточно большой глубине водоема сейсмический сигнал, распространяющийся вертикально вниз, состоит из цуга волн, возбуждаемых непосредственно источником, и волн, отраженных от поверхности воды и дна. Глубина погружения источника оказывает значительное

влияние на спектральный состав возбуждаемых волн. При необходимости сосредоточения энергии сигнала в диапазоне частот *f1-f2* глубина погружения источника *H* должна определяться соотношением:

$H = V_в/(2\,(f1-f2))$, где $V_в$ — скорость распространения волн в воде.

Приведенное соотношение относится к случаю, когда глубина водоема велика, и отражение от дна практически не оказывает влияния на формирование сейсмического сигнала. При малой глубине водоема сигнал состоит из многократно отраженных волн от дна и поверхности водоема, что приводит к усложнению формы возбуждаемых колебаний.

Если глубина водоема достаточно велика, первый максимум спектральной плотности импульса будет располагаться на частоте: $f1 = V_в/(4H) = 1/(2\tau)$, где τ - время задержки отраженной волны, равное $2H/V_в$.

Если глубина водоема невелика, и сейсмический сигнал формируется в тонком водном слое, положение первого максимума смещается от частоты *f1* к частоте $f2 = V_в/(4h)$, где h — глубина водоема. Поскольку $h >> H$, то смещение первого максимума направлено в сторону низких частот. При регистрации сейсмических колебаний в диапазоне частот 5–10 Гц влияние дна водоема сказывается, начиная с глубины 100 м.

Занятие №6

Задание по сейсмическому морскому комплексу с буксируемыми косами

1. Ознакомьтесь с брошюрами и спецификациями из папки «Морские комплексы». Посмотрите видео о системе Nautilus с сайта Sercel. Опираясь на текст в учебнике 2011 «Сейсморазведка», том 1, Бондарев В. И., Крылатков С.М. Стр.337 (базовая) и стр.333-336 (вспомогательные) **, сделайте описание на русском языке системы Seal428. Объем не более 5 страниц, включая иллюстрации. Можно использовать дополнительный материал по этой теме.
2. Практическое задание: составьте комплектацию сейсмического комплекса Seal428 для 16 буксируемых кос и устройство одного стримера. (Примеры комплектации из источников положены в папку с брошюрами)

** Текст и рисунки к нему в усеченном варианте представлены в папке “Бондарев”

Морские сейсмические косы

Морские сейсмические косы предназначены для приема сейсмических колебаний регистрирующей аппаратурой, расположенной на геофизическом судне. По специфике использования они подразделяются на два типа - плавучие буксируемые и донные (Evans, 1997; Телегин, 2004). В зависимости от структуры и глубины преобразования сейсмических сигналов в косе они также подразделяются на аналоговые и цифровые. В аналоговых косах сейсмический сигнал от каждого канала передается на борт судна и оцифровывается в сейсморазведочной станции. Оцифровка сейсмических сигналов в цифровых косах осуществляется для нескольких соседних каналов непосредственно в сейсмической косе. По существу, цифровые сейсмические косы — это морской аналог совокупности полевых сейсморегистрирующих модулей телеметрической системы сбора информации. В настоящее время на большинстве геофизических судов используются цифровые сейсмические косы. Общая структура морской плавучей сейсмической косы показана на **рис.10**.

Коса состоит из совокупности рабочих секций, каждая из которых изготавливается из поливинилхлоридного шланга диаметром 50 - 70 мм с толщиной стенок до 3 мм. Каждая секция начинается и заканчивается специальной муфтой из нержавеющего титанового сплава. В муфтах устанавливаются многоконтактные герметические разъемы, через которые соединяются между собой электрические цепи различных секций. В каждой секции муфты соединены между собой прочным стальным тросом, через который передается усилие буксировки сейсмической косы в толще воды.

Внутри шланга размещаются пьезоприемники, воспринимающие акустическое давление от приходящих сейсмических волн, другие необходимые устройства для регистрации сейсмических сигналов, а также все нужные соединительные провода.

Внутрь шланга через клапаны в соединительных муфтах заливается специальная жидкость, обеспечивающая пьезокосе нейтральную плавучесть в морской воде, надежную электрическую изоляцию всех цепей пьезоприемников и передачу акустического давления из окружающей среды на чувствительные пьезоэлементы. В качестве такой жидкости могут использоваться технический спирт, керосин, дизельное топливо и т. п. Структура и параметры всех рабочих секций одинаковы, что позволяет собирать из отдельных взаимозаменяемых секций сейсмическую косу заданной конфигурации.

Кроме секций с пьезоприемниками (рабочих секций), в состав буксируемой косы обязательно входят бесприборные шланговые и кабельные секции, служащие для удаления приборных секций на заданное расстояние от судна. Для заглубления всей косы на требуемую глубину при ее буксировке за судном применяют короткие грузовые секции, которые совместно с секциями-амортизаторами и концевой секцией образуют систему буксировки. Эта система должна обеспечивать заглубление начальной части косы, ее требуемое удаление от судна и уменьшение акустических помех, вызываемых вибрацией косы в потоке, вибрацией судовых механизмов и шумами кильватерной струи. Бесприборная часть косы может иметь длину 300 - 600 м. Общая длина сейсмической косы может достигать 6 - 10 км (**рис.11**).

При работе морские косы буксируются за судном на глубине 12 - 18 м при скорости до 6 - 7 узлов (11 - 12 км/ч). Стабилизация положения отдельных секций на глубине обеспечивается специальными пассивными или активными стабилизаторами глубины, которые устанавливаются на соединительные муфты и автоматически поддерживают глубину с точностью ±1 м (рис.12). Для более точного определения геометрии косы во время буксировки в косе монтируются специальные датчики глубины и азимута. Кроме того, в конце косы с помощью специальной системы буксируется радар - отражатель, позволяющий с борта судна определять его местоположение. В результате работы всех устройств контроля геометрии косы появляется возможность не только знать, но и учитывать в процессе обработки реальную форму, буксируемой косы и положение ряда ее элементов. Учет этих факторов повышает качество получаемых сейсмических материалов. Особенно важно это при производстве работ по технологии 3D или 4D.

Набортные сейсморазведочные станции

На отечественных морских судах, предназначенных для ведения сейсморазведочных работ на шельфе, используются сейсморегистрирующие станции и забортное оборудование фирмы SYNTRON***, INC,*** перешедшей в состав фирмы ***SERCEL*** (www.sercel.com, 11. 2005). Эти станции носят название ***SYNTRAK-480-24^{TM}***. Они представляют собой ***многолинейные многоканальные телеметрические системы*** - ***Multiple Streamer Telemetry System*** (***MSTS***) - и предназначаются для ведения морских сейсмических исследований на базе профильных и пространственных систем наблюдений. Как и всякая морская сейсмическая регистрирующая система, телеметрическая регистрирующая система ***SYNTRAK-480-24^{TM} состоит*** из:

- ***набортного регистрирующего оборудования***,
- ***сейсмических кос,***
- ***забортного вспомогательного оборудования***.

В состав набортного регистрирующего оборудования входят:

- многолинейный телеметрический процессор (Multiple Streamer Telemetry Processor-MSTP);
- система записи данных (Multiple Streamer Recording System-MSRS);
- системный контроллер (System Controller);
- система контроля качества записи (SeaPro GC);
- устройства оперативного контроля и записи информации.

Многолинейный телеметрический процессор (***Multiple Streamer Telemetry Processor-MSTP)*** - содержит набортный интерфейс связи с сейсмическими косами, посредством которого осуществляется контроль и управление работой от одной до 4 цифровых сейсмических кос. Интерфейсы обеспечивают работу станции в режиме до 960 каналов при шаге квантования в 4 мс, 480 каналов при 2 мс и в режиме до 240 каналов при шаге квантования 0,5 мс. В комплект системы может входить до 4 таких процессоров (**рис.13**), что может обеспечить работу 16 сейсмических кос с общим числом каналов свыше 15000. Принципиальная блок-схема функционирования набортной части системы SYNTRAK-***480-24^{TM}*** показана на рис.**..**

Система записи данных (***Multiple Streamer Recording System-MSRS***) через интерфейс связана с телеметрическим процессором ***(MSTP***) и обеспечивает запись сейсмической информации на три картриджные накопители типа ***3480, 3490E*** или ***3590***. Запись выходной сейсмической информации может осуществляться в различных демультиплексных форматах типа ***SEG-D*** с длиной сейсмического слова в 2,5 байта (8015), 3 байта (8036) или 4 байта (8048, 8058). Работой системы записи оператор управляет через интерфейс рабочей станции, основу которой составляет ПЭВМ с двумя

цветными мониторами размером 14 и 19 дюймов. На 19-дюймовый экран оперативно выводятся сейсмические записи.

Сейсмические косы и забортное вспомогательное оборудование состоит из собственно сейсмических кос и устройств управления спуском, подъемом и движением кос.

Рабочие секции имеют стандартную длину 75 м и изготовляются из полиуретанового шланга диаметром 56 мм со стенкой в 4 мм. В каждой секции на базе 6,25 м расположены 8 геофонов, образующих один приемный канал. Масса каждой такой секции без наполнителя 127 кг, с наполнителем – 240 кг. В одну секцию заливается 143 литра наполнителя типа ***Isopar M*** с плотностью 0,79 кг/л. Секция работоспособна при глубине погружения до 200 м, предельная рабочая глубина – 300 м. Выдерживаемое разрывное усилие – 10000 кг, что обеспечивает возможность реализации предельной длины сейсмической косы в 12000 м.

Обязательным элементом цифровой сейсмической косы является ***специальный модуль сбора информации***. В этой косе один модуль обеспечивает работу 12 сейсмических каналов. Каждый модуль содержит двенадцать одинаковых усилителей с четырьмя ступенями усиления (12, 24, 36, и 48 дБ), фильтрами низкой частоты, антиаляйсинг-фильтрами и высококачественным 24-разрядным преобразователем *“аналог-код”* дельта-сигма технологии (***ADST***). Применяемый преобразователь *“аналог-код”* обеспечивает квантование сигналов по времени с шагом 4, 2, 1, 0,5 мс. Кроме того, каждый модуль содержит блок самотестирования и предварительной обработки сейсмической информации. В каждом модуле имеется индикатор глубины погружения, обеспечивающий контроль заглубления косы с точностью ±0,46 м в диапазоне глубин до 120 м. Определение плановой ориентировки каждой секции косы производится путем регистрации азимутальной ориентировки специальным датчиком. Цифровой модуль на 12 каналов смонтирован в цилиндрическом корпусе диаметром 82 мм и общей длиной 53 см. Каждый такой модуль через специальную стандартную муфту монтируется между соседними рабочими секциями. Количество включаемых в состав косы модулей определяется требуемой ее конфигурацией. В зависимости от используемого шага между каналами и числа каналов возможны различные варианты конфигурации косы.

Для записи вспомогательной телеметрической информации (глубины и координаты местоположения элементов косы и др.) в станции предусмотрено 12 специальных каналов. Для осуществления процесса смотки и размотки буксируемая сейсмическая коса размещается на специальном барабане необходимых размеров и

вместимости. Типичные размеры барабана: диаметр - 4 м, ширина - 3 м, емкость 12 - 13 $м^3$.

Вышеприведенный анализ состава и структуры станции показывает, что система ***SYNTRAK-480-24^{TM}*** представляет собой высоко компьютеризированную современную систему сбора, регистрации и предварительной обработки морских трехмерных сейсмических исследований, предназначенную для использования на судах второго и третьего поколений.

В последние годы фирма “SERCEL“ выпустила более совершенную модель морской телеметрической аппаратуры “SEAL System“, в основу которой положена сейсморегистрирующая станция серии 408 CMXL, что обеспечивает регистрацию до 10000 каналов. Параллельная работа двух таких сейсмостанций увеличивает канальность до 20000. Более совершенное программное обеспечение (SQC Pro и SeaPro Bin) дает возможность устранять неполадки в косах, регистрировать с высоким качеством информацию, получаемую с большого числа (до 12) стримеров (кос). Без вмешательства оператора станция проводит периодическое тестирование каждого канала в виде фоновой задачи между регистрациями сейсмических записей. Определяется утечка датчиков, электропроводимость цепей, характеристики приемников тестируются в отдельности для каждого датчика. Информация визуализируется на экране для простого анализа в виде гистограмм или таблиц. Эта же информация также записывается в заголовках сейсмограмм в форматах SEG-D (формат 8058). Максимальное число каналов в одной косе - 960 (шаг 12,5 м при 2 мс). Максимальная длина одной линии с жидкостными секциями - 12750 м, с твердотельными - 15750 м. При работах по технологии 3D максимальное число линий - 12. Длительность записи - 99 с. Блок-схема набортного оборудования показана **на рис. 15**.

Забортное оборудование системы включает либо твердотельные (Sentinel), либо жидкостные секции (Seal) регистрации сейсмических данных. Как жидкостные, так и твердотельные секции кос имеют полностью распределенную электронику. Система регистрации поддерживает переменный интервал между центрами групп. Минимальный интервал может равняться 3,125 м. Обычный вариант - одна секция длиной 150 м собирает информацию по 12 каналам при шаге между ними 12,5 м.

Предварительная обработка сейсмической информации, ее уплотнение, маршрутизация данных и подача питания производится модулями LAUM (LINE ACQUISITION UNIT MARINE). В стандартной конфигурации один LAUM обслуживает 60 каналов (**рис.16**). Оцифровка сейсмической информации (через 4; 2; 1; 0,5 или 0,25

мс) производится двухканальными 24 разрядными АЦП модулями FDU2M - FDU2F (**рис.17**).

Для выполнения донных съемок фирма “Sercel” выпустила специальные донные косы SeaRay, каждый регистрирующий канал которых имеет 3 ненаправленные цифровые акселерометры и один гидрофон. Расстояние между каналами - до 50 м. Все датчики помещаются в специальный алюминиево-бронзовый корпус (Flatpack), который обеспечивает сцепление (контакт) датчиков с морским дном (**рис.18**). Датчики могут устойчиво работать на глубинах либо до 100 м (SeaRay 100), либо до 300 м (SeaRay 300).

Российские НИС, как правило, оснащены оборудованием именно французской фирмы “SERCEL”.

Занятие №7

Упражнение по проектированию морской съемки в программе Mesa

В этом упражнении вы создадите контур съемки и заполните его морской съемкой.

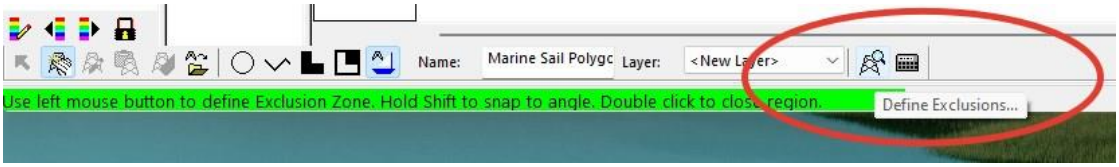
1) Первое, что нужно сделать — это задать контур морской съемки в виде специальной запретной (эксклюзивной) зоны. Из пиктограмм, расположенных под главным меню выберите опцию ***Edit Exclusions***



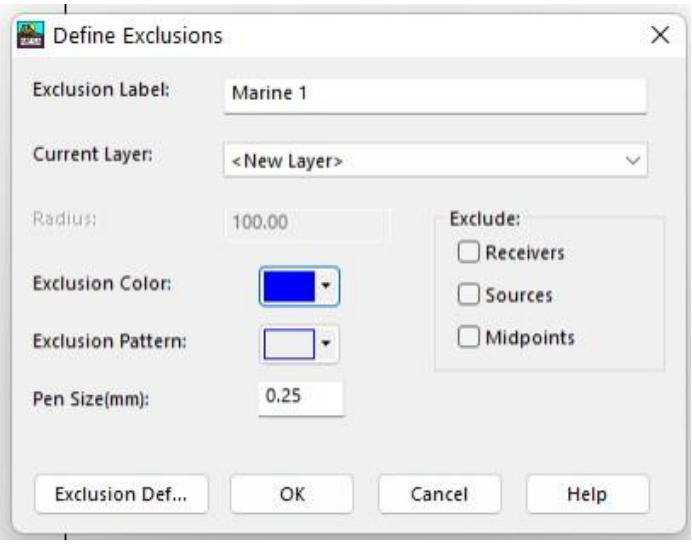
Внизу окна программы появится строка с иконками для разных типов эксклюзивных зон. Задайте запретную зону, используя иконку с корабликом ***Block Polygon***.



Координаты контура морской съемки введите, используя опцию ***Define Exclusions***:



В окне ***Define Exclusions*** задайте имя съемки: **Marin 1**. Нажмите кнопку «***Exclusion Def..***»:



Появится окно ***Exclusions Coordinates***, в котором нужно заполнить координаты углов полигона для съемки

В окне ***Exclusions Coordinates*** укажите координаты углов полигона, используйте для добавления точек кнопку ***Add***:

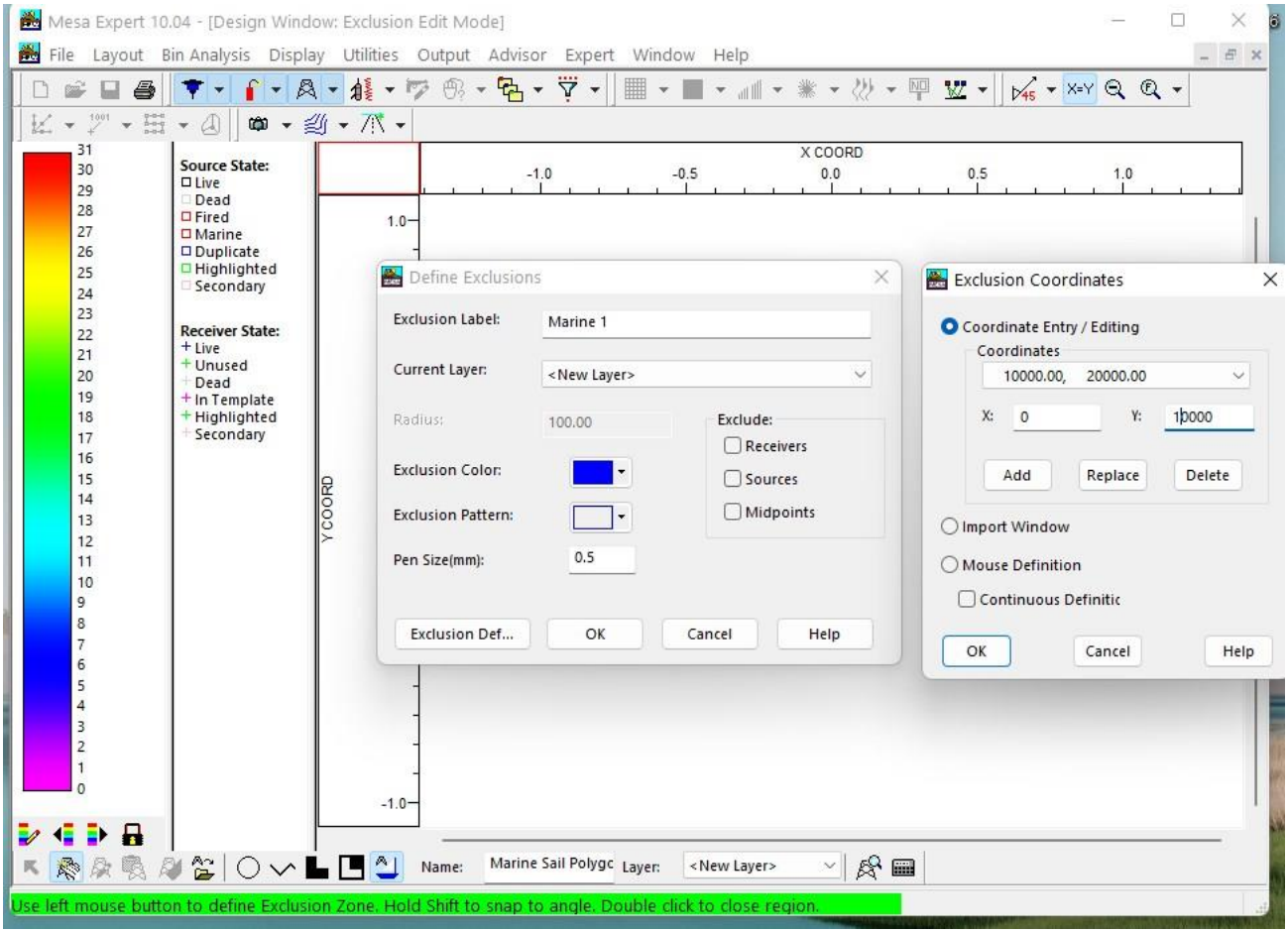
Точка #1: (10000, 0)

Точка #2: (10000, 20000)

Точка #3: (20000, 10000)

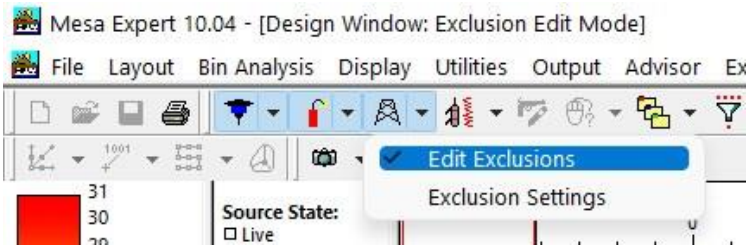
Точка #4: 20000, 0)

Точка #5: (10000, 0)

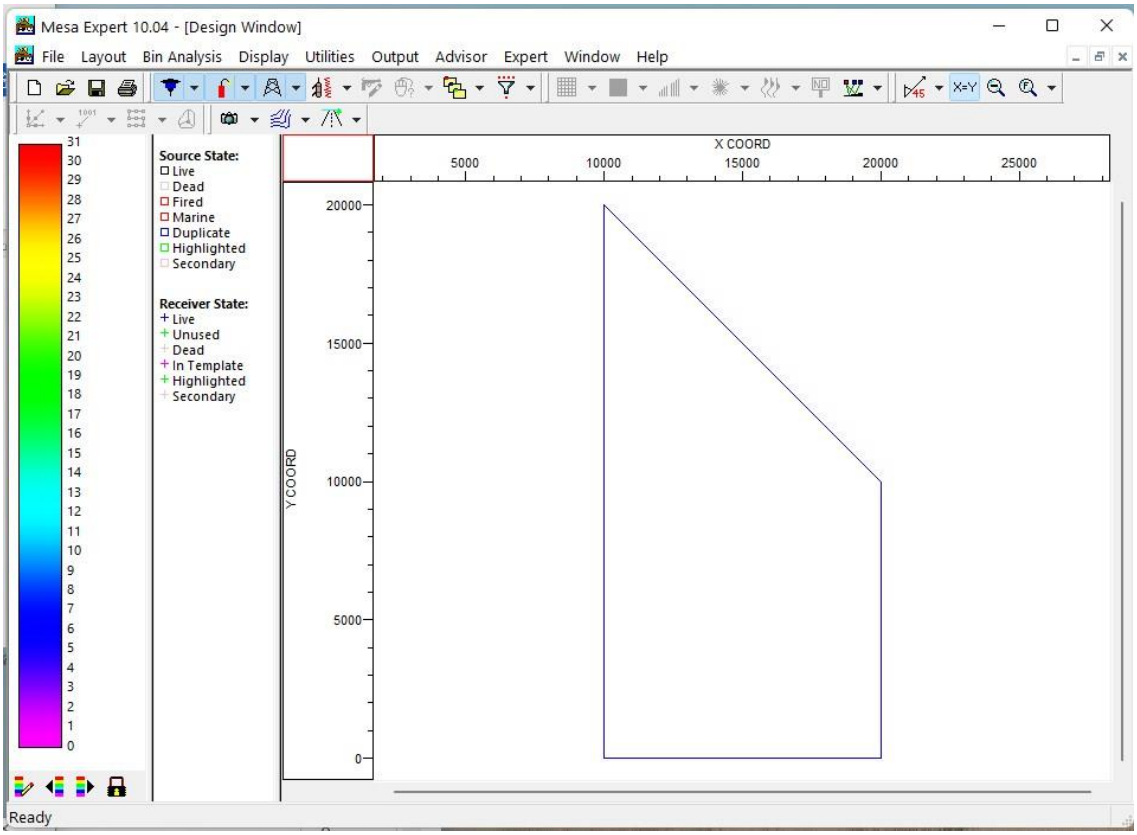


Когда вы закончите ввод координат, нажмите кнопку ***OK*** в каждом из окон.

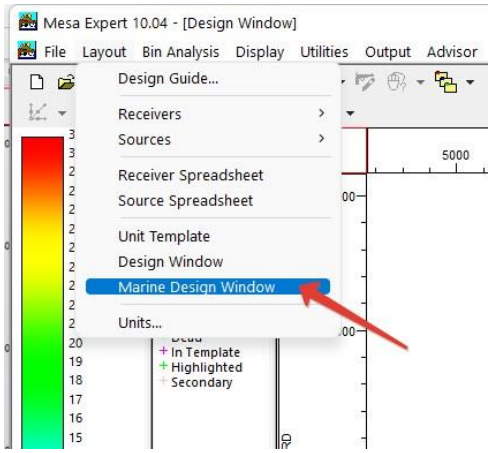
Уберите галочку напротив опции ***Edit Exclusions***, чтобы выйти из режима редактирования и войти в режим проектирования морской съемки.



В результате программа перейдет в окно проектирования ***Design Window***, где будет высвечена запретная (эксклюзивная) зона, как показано ниже. Эта запретная зона будет служить контуром-границей морской съемки.

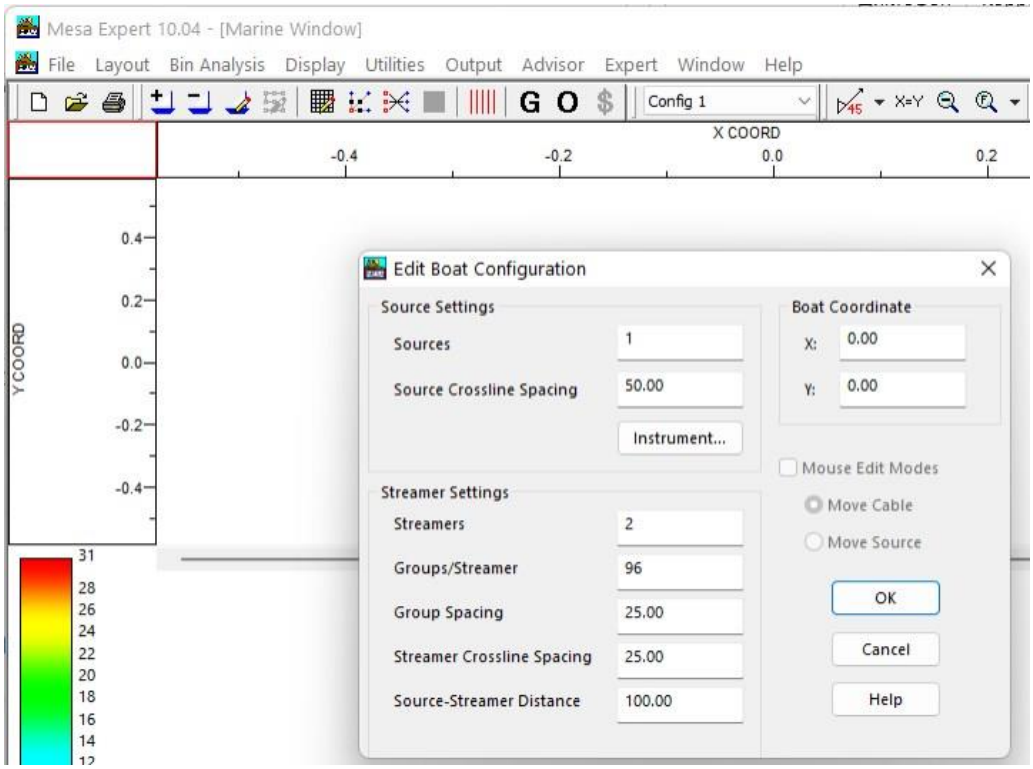


2) После создания контура морской съемки в меню **Layout** выберите опцию **Marine Design Window**.



Откроется окно проектирования морской съемки - ***Marine Window.***

Поскольку вы открываете это окно первый раз, то автоматически откроется диалоговое окно ***Edit Boat Configuration***.

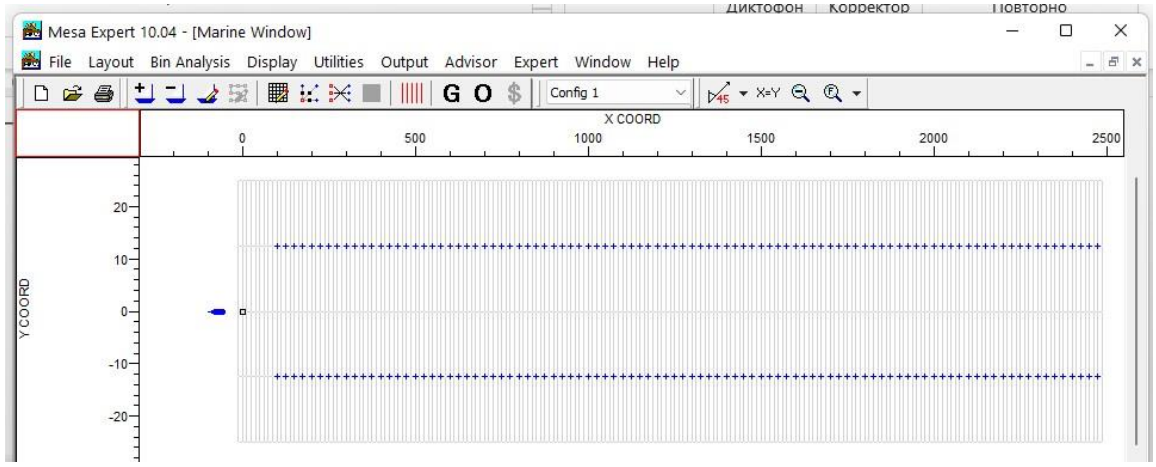


Это окно используется для создания или редактирования конфигурации оборудования судов для морских съемок.

Назначение опций диалогового окна ***Edit Boat Configuration***:

Опция **Boat Coordinate** используется только при отработке морской съемки несколькими судами. Если у вас только одно судно, поставьте координаты (0, 0).

Заполните окно ***Edit Boat Configuration***, как показано на рисунке выше, и нажмите на **OK**. В результате окно морской съемки (Marine Window) будет выглядеть так, как показано ниже.

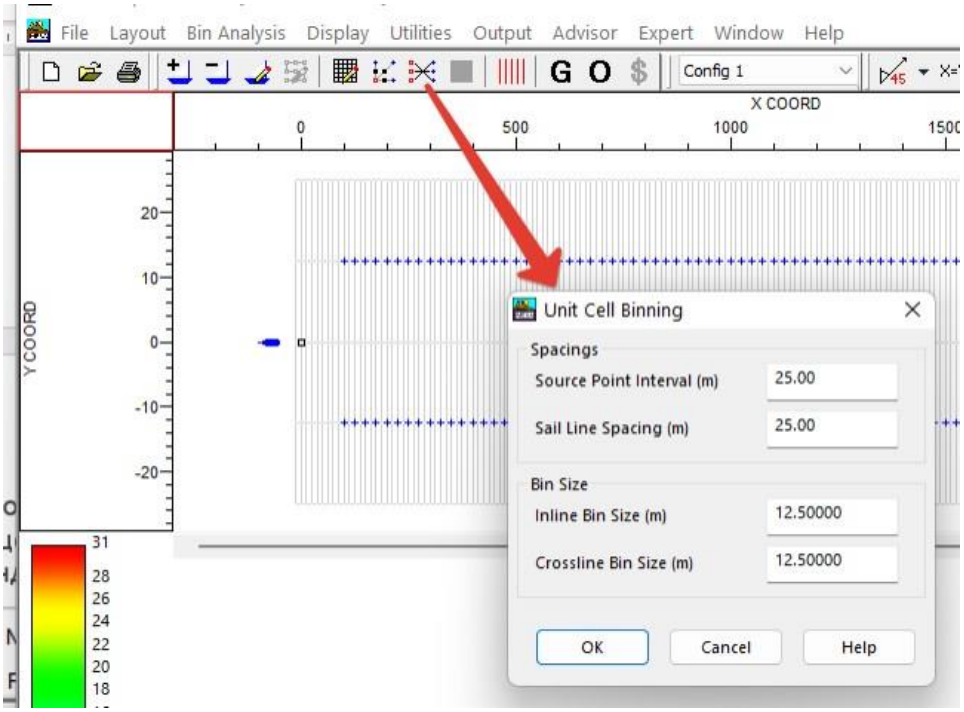


На этом этапе вы можете добавить другое судно (иконка кораблик+), удалить текущее судно (кораблик -) или изменить его конфигурацию (кораблик с карандашиком).

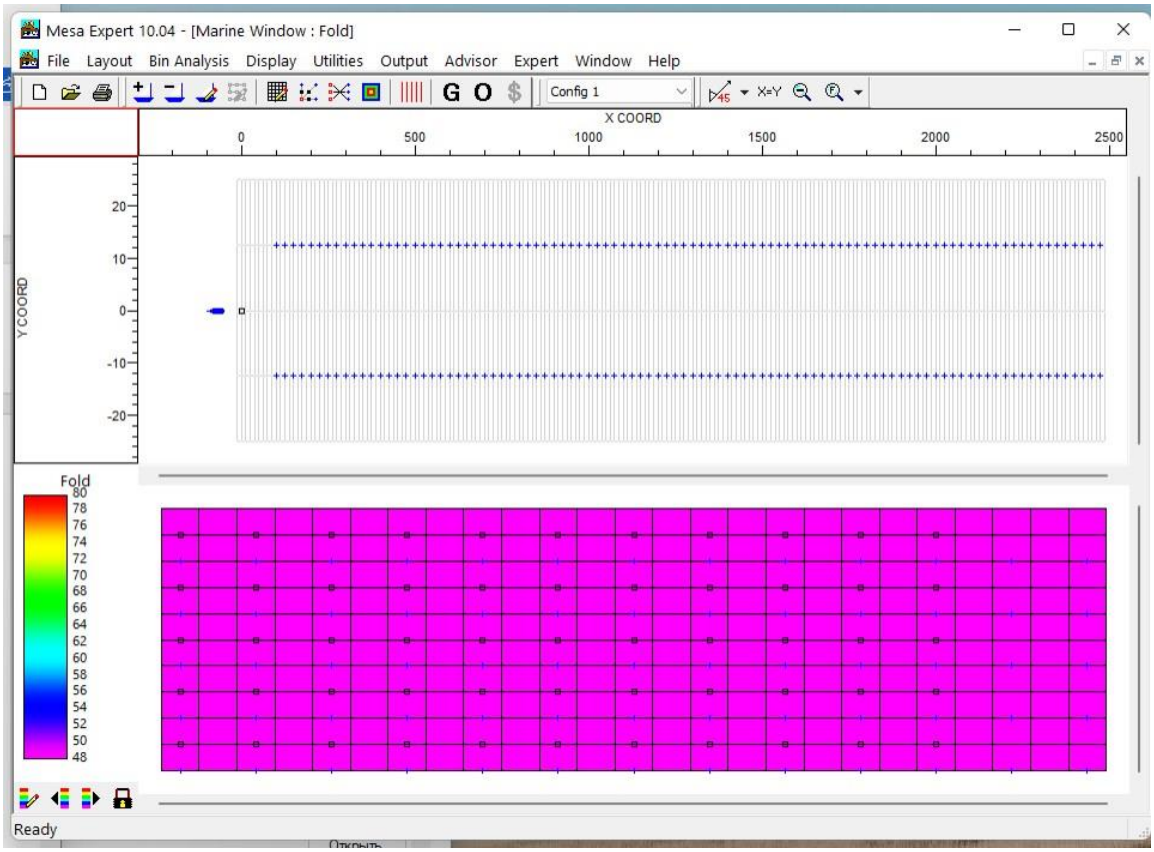


Кнопку **Edit Grid (клетчатый квадратик с карандашиком)** используйте для изменения параметров сетки, необходимой для проектирования или редактирования положения источников и буксируемых кос.

3) Когда окончательная конфигурация судна задана, выберите иконку **Unit Cell Binning** для задания параметров сетки бинов.



Окно ***Unit Cell Binning*** служит для задания неповторяющейся группы бинов (*unit cell*). Заполните это окно так, как показано ниже. Выберите ***OK***, и окно морской съемки станет заполненным. Текущая конфигурация судна и интервал между проходами судна позволят получить **съемку с кратностью 48**.



4) Теперь можно использовать судно с заданными выше параметрами для заполнения участка съемки, контуры которого созданы на первом этапе в виде запретной зоны.

Выберите иконку ***Sail Lines***, чтобы открыть окно ***Sail Lines Options***.

Заполните этот диалог, как показано ниже.

В этом упражнении вы заполняете определенную запретную зону, хотя можно заполнить просто прямоугольный контур. По умолчанию, азимут линий прохода судна (***Line Bearing***) выбирается вдоль самой длинной стороны контура съемки.

Опция ***Generate Offlap*** позволяет продлить линии прохода судна так, чтобы в контуре съемки получить полную кратность. Иначе линии прохода судна будут ограничены контуром съемки.

Опция ***Generate Sail Lines*** позволяет высветить морскую съемку в главном окне проектирования. Необязательно генерировать линии прохода судна, чтобы выполнить анализ в неповторяющейся группе бинов в окне морской съемки.

Выберите ***OK*** после заполнения диалога. Главное окно проектирования ***Design Window*** обновится, и в заданном контуре будет запроектирована морская съемка. Ваше окно должно выглядеть так, как показано ниже.

Увеличьте самый северный угол съемки и щелкните на одном из ПВ при нажатой клавише ***Shift***. Откроется диалог ***Source Information***. Выбранный ПВ и положение кос для него будут подсвечены.

5) Чтобы рассчитать и высветить атрибуты съемки, которые показывают ее качество, вам нужно будет задать сетку бинов для морской съемки. Выберите ***Bin Grid Settings*** в подменю ***Display Bins*** и заполните окно ***Bin Definition*** как показано ниже и нажмите ***OK***.

6) Рассчитайте атрибуты съемки для каждого бина. Выберите опцию ***Fold Calculation*** в меню ***Bin Analysis***

   Рассчитайте кратность, удаления и азимуты (***Fold, Offsets, and Azimuths***).

   Карта кратности должна выглядеть так, как показано ниже, а именно 48 на всей площади съемки в пределах заданного контура.

Список тем, по которым необходимо подготовить доклад и презентацию

1. Морские пневматические источники фирмы BOLT (устройство, технические характеристики, номенклатура) – 2 человека
2. Морские пневматические источники SLEEVE GUN фирмы UON (устройство, технические характеристики, номенклатура)
3. Морские пневматические источники G-SOURCE фирмы Sercel (устройство, технические характеристики, номенклатура) – 2 человека
4. Морские пневматические источники фирмы ООО Пульс - Геленджик (устройство, технические характеристики, номенклатура)
5. Набортное и забортное оборудование для обеспечения работы пневматических источников (на примере аксессуаров фирмы Sercel)
6. Технология работ с пневматическими источниками (по литературе 2,3)
7. Электроискровые источники типа «спаркер» (sparker) (устройство, технические характеристики, номенклатура)
8. Электродинамический источник — глубинный профилограф типа «бумер» (boomer)) (устройство, технические характеристики, номенклатура)
9. Сейсмопрофилограф типа «пингер» (pinger) (устройство, технические характеристики, номенклатура)
10. Гидролокатор «чирп» (chirp sonar) (устройство, технические характеристики, номенклатура)
11. Электромагнитные источники типа «Енисей» (устройство, технические характеристики, номенклатура)

Объем материалов:

1. текст без картинок 2–3 стр. (12 пт., через 1,5 инт.),
2. картинки – количество не лимитировано,
3. презентация - не менее 10 слайдов.

Источники информации:

1. Бондарев В.И. Сейсморазведка., 2011
2. Морская сейсморазведка / под редакцией А.Н. Телегина, 2004
3. В.Н. Семёнов, Ю.И. Зуенко, И.А. Атаманова, О.Н. Мухаметова, Г.С. Зеленихина, Б.В. Архипов, А.Б. Корниенко Методическое пособие по оценке размера вреда водным биоресурсам при сейсморазведке и электроразведке. — М.: Изд-во ВНИРО, 2016. — 86 с.
4. Сайты фирм – производителей сейсмических источников

ПРИМЕЧАНИЕ источники 2 и 3 в папке ЛЕКЦИЯ 6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсового проектирования
по дисциплине
«Технология и безопасность взрывных работ»

для студентов специализации «Сейсморазведка» (НФ)
специальности 21.05.03 «Технология геологической разведки»

Крылаткова Н.А., Бондарев В.И. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проектирования по дисциплине «Технология и безопасность взрывных работ» предназначено для студентов специализации «Сейсморазведка» (НФ) специальности «Технологии геологической разведки» Екатеринбург, изд. УГГУ, 20 г. – 44 с.

В пособии излагаются общие требования, предъявляемые к проекту на буровзрывные работы при сейсморазведке, основные положения по организации безопасного проведения этих работ, методические указания по выбору методики и оборудования буровзрывных работ. Материалы пособия могут быть использованы при выполнении курсового проекта по дисциплине «Сейсморазведка» и выпускной квалификационной работы инженера по специальности «Технология геологической разведки».

Пособие рассмотрено на заседании кафедры геофизики нефти и газа Уральского государственного горного университета 5 февраля 20 года (протокол №1) и рекомендовано для издания в печати.

Рецензент - Азанов Михаил Алексеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры шахтного строительства УГГУ.

©Крылаткова Н.А., Бондарев В.И.,
20 г.
©Уральский государственный
горный университет

Содержание

Введение 4

Принятые сокращения 6

1. Содержание курсового проекта 7

2. Методические указания по написанию проекта 8

2.1. Введение 8

2.2. Организация и технология проведения буровых работ 10

2.3. Организация и технология проведения взрывных работ 17

2.4. Организация перевозки и хранения ВМ 40

2.5. Ликвидация последствий буровзрывных работ 47

2.6. Основные мероприятия по технике безопасности при взрывных работах 51

2.7. Заключение и литература 52

3. Сроки и порядок прохождения проекта 53

4. Рекомендуемая литература 54

Приложение 1 55

Приложение 2 56

Введение

Дисциплина «Технология и безопасность взрывных работ» входит в цикл дисциплин учебного плана 2016 года специализации «Сейсморазведка» для специальности «Технологии геологической разведки». Курсовой проект по этой дисциплине выполняется на 9 семестре. Цель проектирования - закрепление лекционного материала. Время выполнения курсового проекта - 4 недели с момента выдачи задания.

Учебно-методическое пособие содержит общие положения и справочный материал для написания проекта на буровзрывные работы при наземной сейсморазведке в соответствии с современными требованиями безопасности проведения этих работ на производстве. При подготовке методического пособия авторы использовали нормативные документы, регламентирующие безопасную работу с взрывчатыми материалами (см. приложение 1), учебную и специальную литературу [2, 3, 4, 5, 6, 7], а также типовые проекты на производство буровзрывных работ, используемые в ведущих сервисных геофизических компаниях ОАО «Хантымансийскгеофизика» [8] и ОАО «Сибнефтегеофизика» [9].

Исходным материалом для написания курсового проекта является перечень основных сведений по условиям производства и методике проведения наземных сейсморазведочных работ (МОГТ, МПВ) или скважинной сейсморазведки (ВСП, МСК и т.п.) Пример задания с исходными данными для проектирования приведен в приложении 2.

Проект на буровзрывные работы является обязательным документом в составе проектной документации на производство сейсморазведочных работ с использованием взрывных источников. Согласно Единым правилам безопасности при взрывных работах [1] проект должен содержать решения по безопасной организации работ, основные параметры буровзрывных работ, способы инициирования зарядов, расчеты взрывных сетей, конструкции зарядов, расчеты предполагаемого расхода взрывчатых материалов, определение опасной зоны и описание организации охраны этой зоны с учетом объектов, находящихся в ее пределах (здания, сооружения, коммуникации и т.п.).

В результате работы над проектом студент должен научиться составлять реальные проекты на производство буровзрывных работ при сейсморазведке.

Принятые сокращения

БВР	буровзрывные работы
ВВ	взрывчатое вещество
ВМ	взрывчатые материалы
ВП	взрывной пункт (специально оборудованный кузов для производства взрывов)
ВР	взрывные работы
ВСП	вертикальное сейсмопрофилирование
ВЧР	верхняя часть разреза
ГСМ	горюче смазочные материалы
ЕПБВР	Единые правила безопасности при взрывных работах
КОМ	командная отметка взрыва
МОГТ	метод общей глубинной точки
МСК	микросейсмокаротаж
МПВ	метод преломленных волн
ПВ	пункт взрыва (пикет взрыва на профиле)
ПАЗС	передвижная автозаправочная станция
СВ	средство взрывания
СИ	средство инициирования
ССВ	система синхронизации взрывов
ф.н.	физическое наблюдение
ЭД	электродетонатор
ЭВЦ	электровзрывная цепь

1. Содержание курсового проекта

Курсовой проект должен описывать решения по безопасной организации буровзрывных работ при сейсморазведке на нефть и газ, производимых **методом скважинных зарядов**. Проект должен содержать следующие обязательные разделы:

Введение

1. Организация и технология проведения буровых работ
2. Организация и технология проведения взрывных работ
3. Организация перевозки и хранения ВМ
4. Основные мероприятия по технике безопасности при взрывных работах

Заключение

Литература

В проекте обязательны следующие рисунки (графические приложения):

1. Типовой разрез взрывной скважины
2. Схема расположения оборудования при бурении и заряжании скважин
3. Схема расположения оборудования при отстреле скважин
4. Схема конструкции заряда
5. Электрическая схема монтажа взрывной магистрали
6. Схема устройства и расположения склада ВМ

Ориентировочный объем проекта: 12-15 страниц печатного текста (без рисунков).

2. Методические указания по написанию проекта

2.1. Введение

Во введении описываются административное положение участка работ, условия производства и краткие сведения по методике сейсморазведочных работ. Особое внимание уделяется условиям и элементам методики, которые оказывают влияние на организацию и технологию проведения буровзрывных работ.

Рекомендуемый план написания раздела

1. Административное положение участка работ (область/ республика, район, название площади). Размеры площади участка в кв. км.
2. Ближайшие населенные пункты, железнодорожные станции (аэропорт, речной или морской порт). Перечень промышленных и коммуникационных объектов в пределах площади проведения БВР.
3. Наличие подъездных путей к площади работ. Виды транспорта для проезда к участку работ и передвижения в его пределах.
4. Рельеф местности. Ландшафт (заселенность, заболоченность и т.п.). Речная и озерная сеть.
5. Климатические условия на время полевого периода.
6. Краткая характеристика зоны малых скоростей (ЗМС): мощность, тип пород, глубина залегания УГВ.
7. Виды и объемы сейсмических работ:

а) для МОГТ 2D указывается общая длина сейсмических профилей в пог. км, интервал ПВ и количество ф. н.;

б) для МОГТ 3D - длина профилей ПВ в пог. км и количество ф.н.;

в) для МСК – тип МСК (прямой/обращенный), количество скважин, средняя глубина скважин;

г) для МПВ - общая длина профилей в пог. км или количество зондирований, количество (ф.н.);

д) для ВСП – количество скважин, количество ПВ на 1 скважину.

8. Основные параметры системы наблюдений. Тип сейсморазведочной станции. Тип системы синхронизации взрыва.

9. Параметры взрывного источника:

- для МОГТ, ВСП и прямого МСК - тип источника (одиночная скважина или группа скважин), средняя глубина взрывных скважин, средняя масса заряда;
- для обращенного МСК – шаг расположения ЭД, количество ЭД на 1 ф.н., количество ЭД на 1 скважину (в электродетонаторной косе).

10. Цель проведения опытных работ и их объемы.

Объем текстовой части раздела - 1 стр.

В качестве графического приложения во введении приводится обзорная схема района работ, на которую наносятся: участок проектируемых работ, расположение базы сейсмической партии, маршрут подъезда к участку работ.

2.2. Организация и технология проведения буровых работ

В разделе «Организация и технология проведения буровых работ» необходимо описать назначение буровых работ, их объемы (включая опытные работы), методику бурения взрывных скважин. Привести необходимые расчеты и схемы.

Общие замечания

При сейсморазведочных работах основным способом, обеспечивающим максимальное использование выделенной взрывом энергии для создания упругих колебаний, является метод скважинных зарядов. В этом методе скважины предназначены для размещения в них зарядов ВВ и последующего производства взрывов. Кроме того, такая методика необходима для безопасного ведения взрывных работ, поскольку взрыв в скважине происходит без каких-либо заметных последствий для окружающей среды.

Взрыв в скважине сосредоточенного заряда, расположенного ниже ЗМС в водоносном горизонте или обводненных упругих породах, закупоренного глинистым раствором или водой, без выброса на земную поверхность считается хорошим источником сейсмических волн. Поэтому, как правило, глубина взрывных скважин при МОГТ, МПВ или ВСП превышает мощность ЗМС и колеблется от 5 до 100 метров. В среднем она составляет не более 30 метров. При глубине взрывных скважин меньшей, чем мощность ЗМС, рекомендуется выводить забой скважины в пластичные глины или плывуны, обеспечивающие хорошее возбуждение упругих

колебаний. В отсутствие пластичных грунтов забой скважины следует располагать ниже уровня грунтовых вод. При неблагоприятном строении ВЧР: сухие пески и суглинки, галечники повышенной мощности, достаточно эффективным может быть применение заряда ВВ, распределенного в группе мелких скважин глубиной 3-5 метров. Параметры такой группы подбираются опытным путем.

Сейсмический источник при работах МОГТ, МПВ или ВСП может представлять собой либо одиночную взрывную скважину, либо группу скважин. В некоторых случаях, когда в одиночной скважине соотношение суммарной длины заряда к его диаметру более 12-15, необходимую массу ВВ поровну распределяют в нескольких неглубоких (до 5 м) скважинах [7]. Когда на одном пункте взрыва бурится несколько скважин, то они должны располагаться на таком расстоянии одна от другой, чтобы зона разрушения одной скважины не охватывала зоны разрушения другой, это обеспечивает условие отсутствия камуфлета.

Взрывные скважины бурятся на местности в точках, определяемых методикой сейсмических наблюдений. Бурение осуществляется непосредственно на пикете возбуждения линии профиля, но если это невозможно, то скважину смещают на несколько метров в сторону перпендикулярно к линии профиля. Возле пробуренной скважины буровой мастер ставит вешку (колышек), на которой надписывают номер профиля, номер ПВ скважины, ее глубину и расстояние от линии профиля.

Микросейсмокаротаж (МСК) скважин используется в основном для изучения ЗМС, при этом глубина изучаемых скважин охватывает всю ЗМС и в среднем составляет 50-150 метров. Применяются две модификации МСК: обращенный и прямой. При обращенном каротаже сейсмоприемники устанавливают на расстоянии от 1 до 15 м от устья скважины и регистрируют взрывы от одного-двух электродетонаторов, размещаемых в скважине с одинаковым шагом. При прямом каротаже приемники помещают внутри скважины и регистрируют взрывы малых (до 100 г) зарядов, которые находятся на поверхности земли либо в мелких скважинах (до 5 м) вблизи устья скважины.

Технология бурения скважин должна обеспечивать возможность заряжения скважины взрывчатыми материалами по окончании бурения. При сейсморазведке для проходки взрывных скважин обычно применяются установки, предназначенные для бурения шнековым, шарошечным с продувкой или промывкой, ударно-вращательным и др. способами. В перечень буровых установок, используемых в сейсморазведке, входят: УШ-2Т-4Н (на базе трактора Т-170МБ), УШ-1Т (на базе трактора), УШ-2Т (на базе трактора-болотохода), УРБ-2А2, УРБ-2.5А2, УРБ-1В2, ПБУ-1, ПБУ-2, ПБУ-2-165, УГБ-50М, УГБ-1ВС (Ш), УБЛ-1К и т.п.

Чаще всего для бурения взрывных скважин применяют установки для бурения полыми шнеками. В этом способе бурения процессы углубления скважины и удаления продуктов разрушения совмещены, что обеспечивает необходимые для проходки взрывных скважин качества: высокую механическую скорость бурения, незначительные

затраты времени на монтажно-демонтажные работы и вспомогательные операции, сравнительно большой диаметр скважины, а также отсутствие потребности в воде для промывки. Наличие отверстия внутри шнека позволяет по окончании бурения произвести через него погружение заряда ВМ на заданную глубину.

В сложных горнотехнических условиях (при заводнении скважин, при бурении в зимнее время в мерзлых и крепких породах) применяется колонковый способ бурения с продувкой воздухом [5].

Основные технические характеристики некоторых установок для бурения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика	УКБ-2/25	УРБ-А2	УГБ-50М	УШ-2Т	УРБ-1В2
Глубина бурения, м	15	200	50	60	30
Диаметр скважины, мм: - начальный, - конечный	 80	 190 93	 180 135	 175 150	 146 93
Мощность, кВт	3,3	45	37-40	73,5	
Транспортная база	УАЗ-469Б, снегоход «Буран»	ЗИЛ-131	ГАЗ-66-02 с авто-прицепом	Болотный трактор Т-100М3Б	Вездеход ГТ-СМ (ГАЗ-71)
Масса установки, т	1.84	10.08	6.235	17.25	5

Типы буровых агрегатов, способ бурения, диаметр и глубина скважины выбираются исходя из конкретных условий: назначения скважин, строения геологического разреза, категории бурения, диаметра зарядов ВВ.

Диаметр взрывных скважин должен быть на 10-20 мм больше диаметра погружаемых зарядов ВВ. В условиях сейсморазведки диаметр выбирается из диапазона от 90 до 200 мм. При этом в устойчивых породах при малой массе зарядов он берется равным 90 мм. Чаще всего диаметр на забое скважины выбирается равным 108-150 мм.

Количество буровых бригад, обеспечивающих необходимую производительность сейсмического отряда, зависит от производительности сейсмического отряда (количества ф.н., отрабатываемых за 1 отрядосмену) и скорости бурения в условиях типового для, исследуемой площади, разреза взрывных скважин. Пример оформления типового разреза представлен в таблице 2.

Временные затраты на бурение можно определить с помощью таблицы 3.

На монтаж-демонтаж бурового оборудования и переезды до следующего ПВ отводится 20% времени, затрачиваемого на бурение скважины. В примере из таблицы 2 расчетное время бурения одной скважины равно 44 минутам, что при сменной производительности 100 ф.н. одного сейсмического отряда, потребует 5 буровых установок при двухсменной работе бурового отряда.

Рекомендуемый план написания раздела

1. Целевое назначение буровых работ.

2. Типовой разрез взрывных скважин на участке работ с указанием категорий бурения по всем видам горных пород, слагающих разрез.

Таблица 2

Осредненный литологический разрез взрывных скважин*

Интервал, м	Мощность, м	Литологическое описание пород	Категория бурения	Мощность/ глубина скв., %
0,00-1,25	1,25	Лед, мерзлые грунты, ил, торф, песок, суглинки	4	8,33
1,25-2,10	0,85	Растительный слой, торф, илистые грунты	1	5,67
2,10-5,50	3,4	Глины ленточные, пластичные, песчаные	2	22,67
5,50-9,00	3,5	Суглинки, плотные глины	3	23,33
9,00-12,0	3	Вязкие плотные глины	4	20
12,0-15,0	3	Плывуны	3	20
			Итого:	100

*Всего по каждой категории: 1 категория – 5,7%; 2 категория – 22,7%; 3 категория – 43,3%; 4 категория – 28,3%.

3. Методика бурения. Обосновываются: вид бурения, тип бурового оборудования, глубина бурения в метрах (средняя, минимальная, максимальная), диаметр скважин в миллиметрах (начальный и конечный), среднее время бурения одной скважины.

4. Объемы бурения. Рассчитываются общий объем бурения в погонных метрах и объемы бурения по категориям. Объемы определяются на основании следующих данных: длина профилей взрыва, интервал между пунктами взрыва, вид источника (одиночная

скважина или группа скважин), объем бурения для опытных работ, процентное соотношение пород по категориям бурения.

Таблица 3

Классификация горных пород по буримости [5]

Горные породы	Шнековое бурение		Механическое вращательное бурение	
	Категория	Время бурения 1 метра, мин.	Категория	Погонные метры в час.
Растительный слой, торф, ил, трепел, лесс, песок, суглинок	I	0.8	I	22.7
Песчано-глинистые породы с примесью гальки до 10%, глины пластичные, пески средней плотности	II	1.5	I	22.7
Песчано-глинистые породы с примесью гальки до 30%, полутвердые супеси, глины, суглинки, мел слабый, сухие пески, уголь бурый, лед, диатомит	III	2	II	10.8
Песчано-глинистые породы с примесью гальки, гравия, щебня более 30%; твердые глины, суглинки, супеси; каолин, гипс, ангидрит, опоки, мел плотный, каменный уголь; мерзлые породы: песок, ил, торф, суглинок	IV	4.1	III	5.7
Мерзлые твердые глины, плотный ил и дресва с ледяными прослойками, мергель плотный, известняк плотный, сланцы	V	7.2	IV	3.35
Мерзлые галечники с глинистыми или песчанистыми заполнителями, глины с включениями сидеритов и доломитов песчаники на известковистом и железистом цементах. алевролиты и аргиллиты	VI	12.7	V	2.25

5. Количество и состав буровых бригад. Требования по квалификации к членам бригады.

Литература: [2] - стр. 40-42, [4] - стр. 57-62, [5] - стр. 38, 66, 73, 78, 80-132, [6] - стр. 292-293. Объем раздела - 1-1.5 стр.

2.3. Организация и технология проведения взрывных работ

В данном разделе обосновывается и подробно излагается методика безопасного ведения взрывных работ. Приводятся список и обязанности персонала, участвующего при производстве ВР. Рассчитываются безопасные расстояния для людей и сооружений. Описывается оборудование и методика заряжения и подрыва взрывных скважин. В качестве иллюстраций приводятся следующие схемы: расположение оборудования при бурении и заряжении скважин; расположение оборудования при отстреле скважин; конструкция заряда; электровзрывная цепь.

Общие замечания

Руководителем, ответственным за организацию ВР при сейсморазведке, назначается начальник сейсмической партии или сейсмического отряда, или другое лицо, имеющее право ответственного ведения взрывных работ. Бурение и заряжание скважин выполняют буровзрывные бригады. Взрывники заряжающих бригад обеспечиваются сменным запасом ВМ. Подрыв зарядов осуществляют специальные бригады взрывников, которыми руководит оператор сейсмостанции по радиосвязи. В качестве

взрывной машинки используется специальное сейсморазведочное оборудование - система синхронизации возбуждения (ССВ). Для хранения запаса ВМ на площади работ обустраиваются расходные кратковременные и (или) передвижные склады ВМ, которыми руководит заведующий складом ВМ.

Отличительной особенностью взрывных работ при сейсморазведке МОГТ и непрерывном профилировании МПВ является значительное разделение по времени процессов зарядки и подрыва скважин. Методически такие взрывные работы проводятся в два этапа. На первом этапе буровзрывные бригады производят бурение и зарядку скважин. На втором этапе специальная бригада взрывников выполняет подрыв заряженных скважин. Взрыв скважинных зарядов осуществляется по команде оператора сейсмостанции. Бурение и зарядка взрывных скважин взрывчатыми материалами должны опережать работу сейсмостанции в объеме двухсменной производительности сейсмоотряда.

При скважинной сейсморазведке ВСП и МСК, а также при отдельных зондированиях МПВ, взрывные работы ведутся одной бригадой.

При сейсморазведочных работах используют различные типы взрывчатых веществ, выбор которых зависит от условий проведения работ и характера решаемых задач. Величина заряда ВВ зависит от приповерхностных сейсмогеологических условий и подбирается с учетом предыдущих исследований и опытных работ. В таблице 4 приведены средние величины массы заряда по опыту

сейсморазведочных работ в Западной Сибири (по данным ОАО "Хантымансийскгеофизика").

Таблица 4

Район	Особенности геологического строения ВЧР	Средняя масса заряда
Северные районы Ямало-Ненецкого округа	Развита мерзлота	10 -15 кг
Северные районы Ханты-Мансийского округа, южные районы Ямало-Ненецкого округа	Развита мерзлота	6 -10 кг
Восточная часть Ханты-Мансийского округа	Сухие пески и суглинки, гравийный грунт	2 кг
Южные, западные и центральные районы Ханты-Мансийского округа	Развиты плывуны	0,05 -1,0 кг

В качестве основных взрывчатых веществ в сейсморазведке применяются прессованные ВВ в виде шашек-детонаторов, реже гранулированные бризантные ВВ, аммоналы, а также детонирующие шнуры [7]. Среди прессованных ВВ наиболее распространены: ГТП-85Г-К, ГТП-500, ГФП-50 ТП-200, ТП-400, ТП-500, БТП-250, БТП-500, БТП-500П, БТГЛ-250П, ДЗС-900, ЗС-70И и т.д. (число в марке ВВ показывает вес одного заряда). К гранулированным ВВ относятся игданит, гранулит С-2, гранутолуол и т.п. Параметры некоторых шашек-детонаторов, используемых для сейсморазведочных работ, представлены в таблице 5 [7].

Шашки-детонаторы гексотоловые прессованные ГТП-85Г-К



Производитель:
ГОСТ:

Используются в качестве взрывчатых веществ при сейсмических и других видах геофизических работ на дневной поверхности. Применяются в скважинах любой обводненности, в том числе и с проточной водой, со сроком нахождения зарядов в воде до 10 суток при гидростатическом давлении до 0,5 МПа. Представляют собой прессованные гексотоловые шашки цилиндрической формы с центральным каналом под детонирующий шнур.

Основные характеристики
Эксплуатационные:

Плотность, не менее, г/см3	1,58
Масса ВВ , г	85
Размеры шашки, мм (диаметр/высота/диаметр канала)	28 / 102 / 10
Водоустойчивость	10 суток в воде гарантируется

Энергетические:

Скорость детонации, м/с	7200
Теплота взрыва, кДж/кг (ккал/кг)	4520 - 4980 (1080 - 1190)
Давление детонации, кБар	220

Упаковка:

- Древесно-волокнистый ящик с массой нетто ВВ не более 40 кг.
- Ящик из гофрированного влагопрочного картона с массой нетто ВВ не более 24 кг.

Серийный номер ООН 0442
Классификационный шифр 1.1D
Код экстренных мер 24Э
Гарантийный срок хранения 2 года от даты изготовления.

Таблица 5

Основные характеристики шашек-детонаторов

Марка	Тип ВВ	Масса шашки, г	Номинальные размеры, мм			Диаметр отверстия, мм
			диаметр	длина	высота	
ТП-400	Тротил	400	52	101	52	14
ТП-200	"	200	52	101	27	7,7-8,2
Т-400	"	400	70	71	-	7,8-8,2
ТГ-500	Тротил-гексоген	500	70	83	-	14

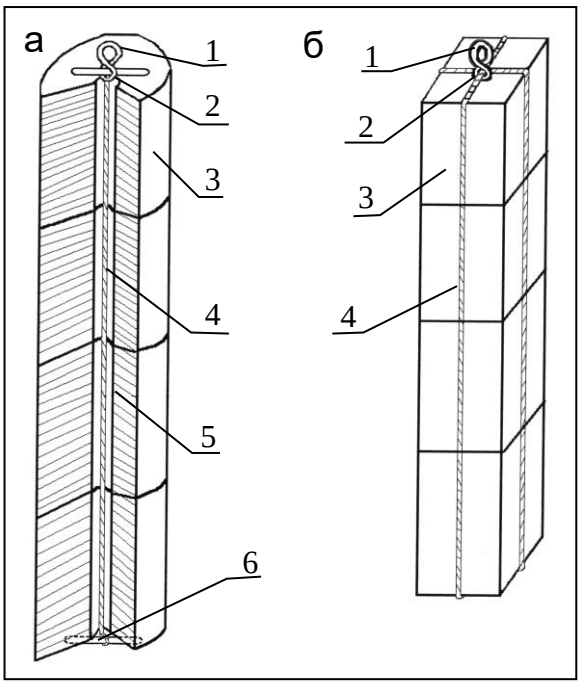


Рис. 2. Схема изготовления зарядов из шашек литого (а) и прессованного (б) тротила [8]: 1 – петля шпагата, образованная концом вязки шашек; 2 – узел вязки заряда; 3 – шашка тротила; 4 – шпагат для обвязки шашек; 5 – центральный канал шашки; 6 – деревянная перекладина для вязки шпагата.

Чтобы создать большие заряды ВВ, шашки соединяют в гирлянды. Для зарядов типа ЗС-70И соединение осуществляется с помощью специальных замковых элементов. Для литого цилиндрического тротила с центральным отверстием вдоль оси шашки - путем скрепления шпагатом, пропущенным через это отверстие и укрепленного с помощью деревянных перекладин (рис.2а). Для зарядов тротила, прессованных в виде прямоугольной призмы - путем обвязки по периметру (рис.2б).

При сейсморазведке взрывание зарядов ВВ осуществляют только электрическим способом. Как правило, для возбуждения основного заряда ВВ используют электродетонаторы (ЭД) мгновенного действия, предназначенные для работы в сырых местах и под водой: ЭДС-1, ЭД-8-Э[1], ЭД-8-Ж, ЭДС, ЭДС-1-8М, ЭДВ-2 и т.п. Их принцип действия следующий: электрический ток, поступающий по проводникам от источника тока к мостику накаливания, воспламеняет зажигательный состав, от пламени которого детонирует первичное инициирующее ВВ, возбуждая взрыв ЭД, от которого инициируется взрыв уже основного заряда ВВ. Схема устройства ЭД мгновенного действия показана на рис. 3. Время срабатывания ЭД такого типа должно находиться в интервале от 2 до 12 миллисекунд, и он должен безотказно взрываться от постоянного тока 1А.

При изготовлении боевика из одной шашки электродетонатор устанавливают в ее гнезде, а детонаторные провода сращиваются с соединительными проводами (рис. 4). В боевике, изготовленном из нескольких шашек, ЭД помещается в гнездо верхней шашки, при этом шашки скрепляются между собой как это описано выше.

Оборудование для взрывных работ

Оборудование для ВР подразделяется на источники тока, проводники электрического тока, контрольно-измерительные приборы, средства связи, специальный транспорт, инструменты и приспособления.

[1] Э, Ж – соответственно эластичный или жесткий способ крепления мостика накаливания.

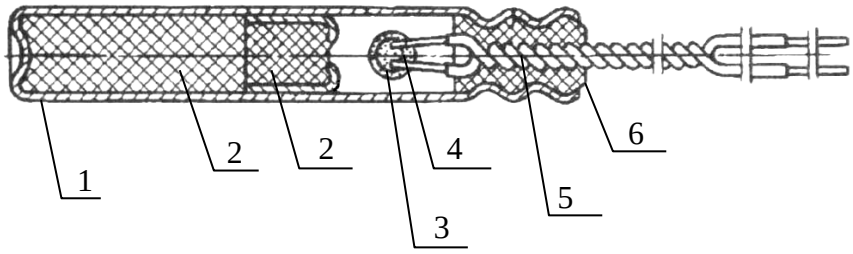


Рис.3. Электродетонатор мгновенного действия ЭД-8-Э [3]:
1 - гильза, 2 - заряд детонатора, 3 – двухслойная воспламенительная головка, 4 – мостик накаливания, 5 – выводные провода, 6 – пластиковая пробка

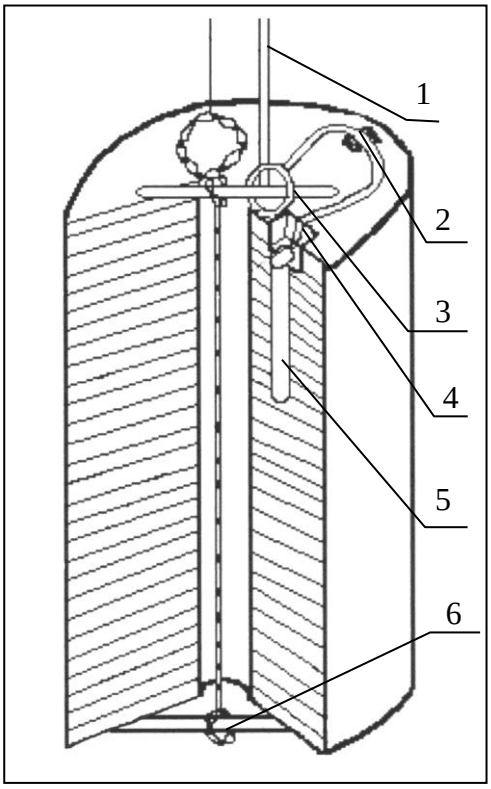


Рис. 4. Монтажная схема боевика [8]:
1 - соединительные провода, 2 – сросток проводов ЭД с проводами взрывной магистрали, 3 – узел крепления проводов, 4 – детонаторные провода, 5 – электродетонатор, 6 – узел вязки заряда

Источники тока

Источником тока, посылающим электрический импульс во взрывную сеть, служит взрывная машинка, входящая в комплект системы синхронизации взрыва. Основной функцией этой системы является синхронизация взрыва и начала регистрации сейсмических сигналов сейсмостанцией. Система состоит из двух блоков - шифратора и дешифратора. Дешифратор устанавливается на взрывном пункте и представляет собой взрывную машинку,

скомбинированную с измерительными электрическими приборами и радиотелефоном. Он также формирует отметки момента взрыва и вертикального времени[2], которые передает на сейсмостанцию сразу после взрыва. Блок шифратора подключается к сейсмостанции и также имеет радиотелефон. При нажатии оператором сейсмостанции кнопки «пуск» шифратор передает радиосигнал командной отметки взрыва (КОМ) на дешифратор. Получив КОМ, дешифратор, заранее подготовленный к работе взрывником, инициирует включение источника тока – происходит взрыв.

Наиболее часто при сейсмических работах используют следующие системы синхронизации: отечественные - SGS-S и ССВ-2, зарубежные - SHOT-PRO, SSS-301, МАСНА, и т.д.

Проводники электрического тока

Общая схема монтажа электровзрывной цепи (ЭВЦ) включает детонаторные, участковые и магистральные проводники.

Детонаторные проводники длиной 30-40 см входят в комплект ЭД.

Участковые проводники служат для продления детонаторных проводников с выводом их на поверхность земли, а также для соединения участковых проводников при групповых взрывах. Длина участковых проводников определяется глубиной скважины и небольшим припуском до 3 м для вывода проводов на поверхность земли, а для взрыва группы скважин дополнительно учитывается расстояние между скважинами.

[2] Вертикальное время – время пробега продольной волны от места заложения заряда ВВ до устья скважины.

Магистральные проводники ведут от взрывной скважины или группы скважин до источника тока. Длина магистральных проводов зависит от безопасного расстояния нахождения взрывного пункта и составляет не менее 150 м с учетом необходимости зачистки концов магистрали после каждого взрыва.

Взрывную магистраль в целях безопасности производства ВР разделяют на 2 части, которые соединяют перед взрывом с помощью специальных вилок. Пример схемы электровзрывной цепи для одиночной скважины показан на рис.5. При работах с применением взрывания группы скважин ЭД соединяют между собой в электрическую цепь последовательно, параллельно или по смешанным схемам. Последовательное соединение состоит в том, что концы соседних детонаторных проводников соединяются между собой через участковые провода, а два крайних присоединяются к магистрали, идущей к источнику тока (рис.6).

Параллельное соединение состоит в том, что каждый концевой провод ЭД подсоединяется к разным магистральным проводам (рис.7). Во втором способе соединения требуется более мощный источник тока, чем в первом.

Возможная схема подключения электродетонаторной косы для обращенного МСК приведена на рис.8. Схема предполагает поочередное присоединение каждого ЭД (или группы ЭД) к взрывной магистрали. В целях безопасности запрещено иметь более одной магистрали. Порядок отработки снизу-вверх.

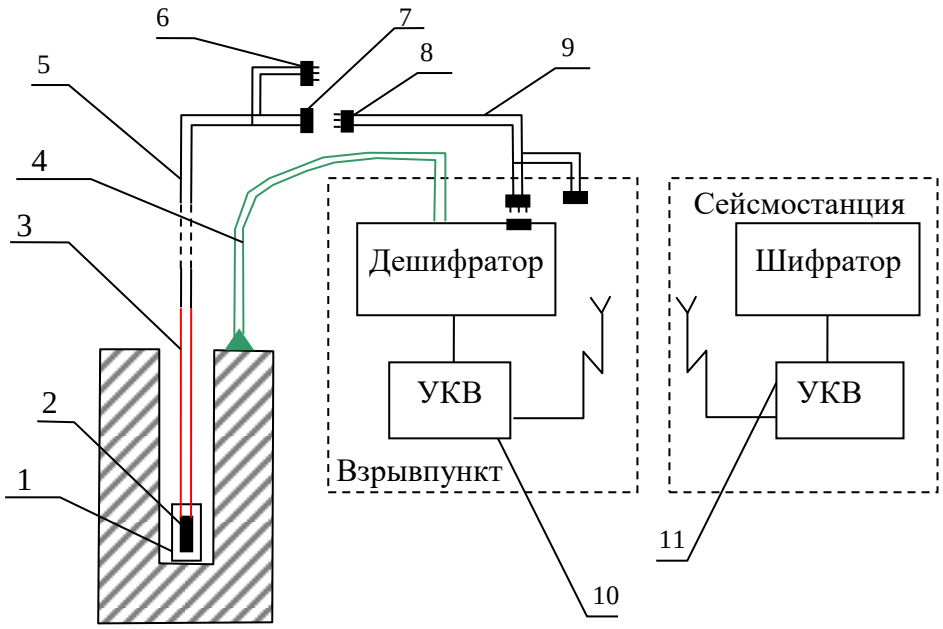
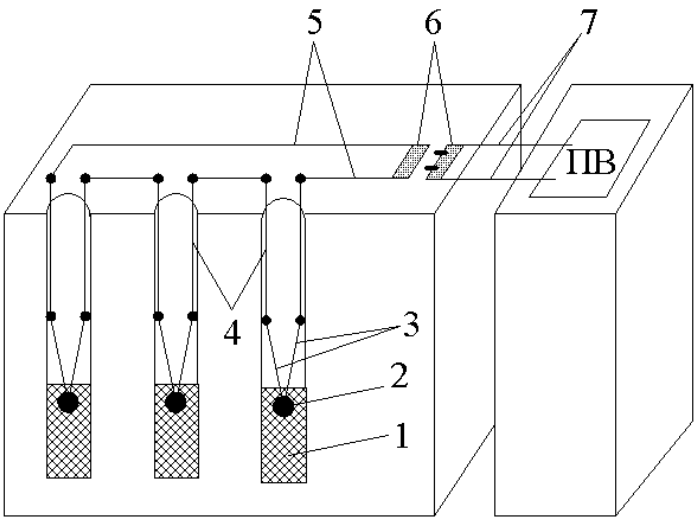


Рис. 5. Схема электрических соединений для взрывов скважинных зарядов при сейсморазведке [9]: 1 – заряд ВВ, 2 – электродетонатор, 3 – участковые провода, 4 – линия вертикального времени, 5 - первая часть магистрали, 6 – закорачивающая вилка, 7 – розетка, 8 - вилка штепсельная, 9 – вторая часть магистрали, 10 – радиостанция взрывпункта, 11 – радиостанция сейсмостанции

Рис.6. Схема электровзрывной сети при последовательном соединении [3]: 1 – взрывчатое вещество; 2 – электродетонатор; 3 – детонаторные провода; 4 – участковые провода; 5 – соединительные провода; 6 – вилка и розетка; 7 – магистральные провода ; ПВ – прибор взрывания



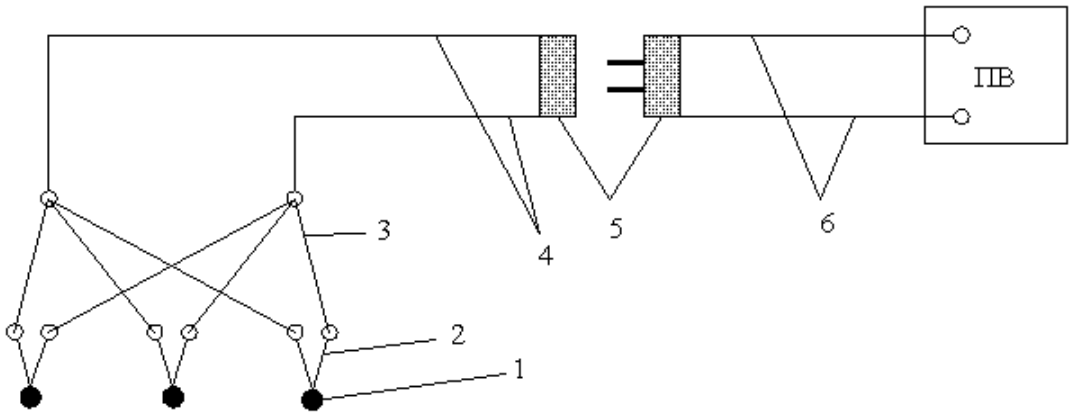


Рис.7. Схема электровзрывной сети при параллельном соединении [3]:

1 – электродетонатор; 2 – детонаторные провода; 3 – участковые провода; 4 – соединительные провода; 5 – вилка и розетка; 6 – магистральные провода; ПВ – прибор взрывания.

Для монтажа ЭВЦ используют провода, состоящие из одной токоведущей жилы. Провода должны иметь хорошую изоляцию, например, из поливинилхлорида, и предназначаться для работы при температуре от -60°С до +50°С при постоянном и переменном токе с напряжением до 380 В. Характеристика прочности проводов, применяемых при взрывных работах, дана в таблице 6.

Таблица 6

Провода для взрывных магистралей

Марки проводов для монтажа ЭВЦ*	Прочность одной жилы	Допустимая масса опускаемого заряда
ВП-0,5	5-6 кГ	До 1 кг
ВП-0,8	До 15 кГ	До 3 кг
ГСП 2 х 035		До 2 кг
ОПГ-232	До 16 кГ	До 3 кг

* Для монтажа электровзрывных цепей также применяются провода марок ВПС-2х0.6, ГСМ, ВМВ, ВМП, ВМПЖ, ЭР, СПП1.

На одном пункте взрыва при ведении ВР разрешается применять только одну электровзрывную магистраль. Участок электровзрывной магистрали, проложенный в той части кузова взрывпункта, где установлены радиостанция и дешифратор ССВ, должен быть выполнен экранированным двухпроводным кабелем с заземлением экрана.

Моментная линия монтируется параллельно взрывной магистрали и служит для регистрации отметки момента взрыва. В целях безопасности она должна отличаться цветом от электровзрывной магистрали и иметь отдельные соединения и вилки, не совмещающиеся с вилками взрывной магистрали. Поскольку моментная линия ведется параллельно взрывной, то их длины должны совпадать. Для моментной линии используют гибкий и прочный провод марки ПСРВ или ПСРП.

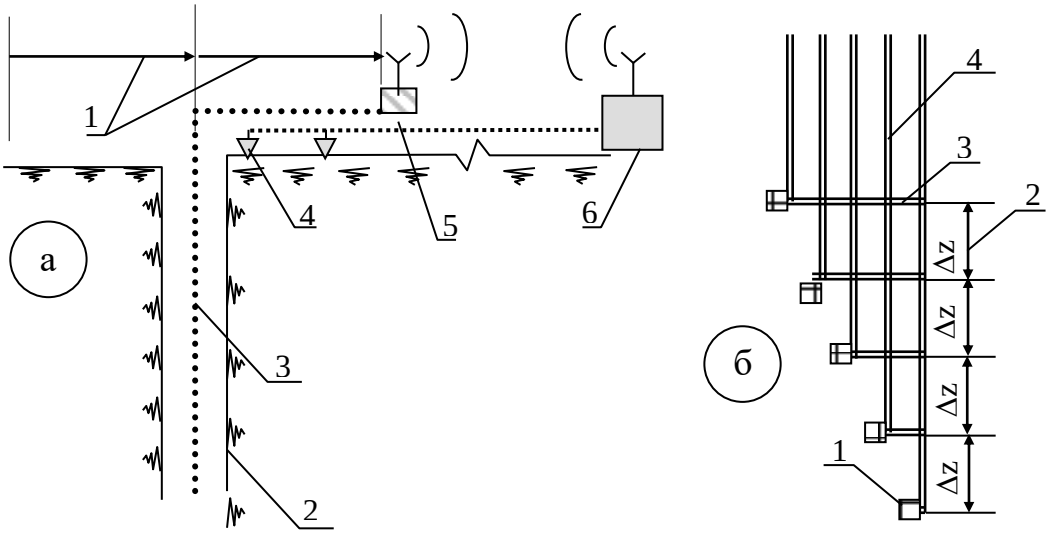


Рис.8. Схема подключения детонаторной косы при обращенном МСК:

а – расположение оборудования: 1 – безопасное расстояние; 2 – стенки скважины; 3 – детонаторная коса; 4 – сейсмоприемники; 5 – дешифратор ССВ; 6 – сейсмостанция с шифратором; б – монтажная схема детонаторной косы: 1 – ЭД; 2 – интервал взрывания; 3 – места закрепления ЭД на косе; 4 – участковые провода.

Контрольно-измерительные приборы

Контрольно-измерительные приборы служат для проверки сопротивления и изоляции ЭД, а также целостности и сопротивления ЭВЦ. Для обеспечения безопасности ВР применяются приборы, допущенные для этой цели Госгортехнадзором России: измеритель сопротивления взрывной сети ХН 2570, линейные мосты Р-3043 и Р-353 для измерения сопротивлений электродетонаторов, взрывной испытатель проводимости светодиодный ВИС–1, омметр ОВЦ-2, индикатор фотоэлектрический Ю-140 для проверки целостности электровзрывной сети, дешифраторы ССВ: ССВ-2, SGS-S и т.д.

Средства связи

Для согласования работ между взрывниками и оператором сейсмостанции обычно используются радиостанции УКВ типа "Маяк": "Motorola", "Vertex", "Bosch", "Лен", "Карат-2". Они устанавливаются на станции взрывного пункта в специальном изолированном отсеке кузова или в кабине автомобиля. В этом отсеке запрещается хранить и перевозить ЭД и выполнять с ними какую-либо работу. В целях повышения производительности труда современные сейсмостанции 408UL, 428XL, I/O SYSTEM FOUR и т.п. позволяют работать с несколькими взрывающими бригадами, при этом безопасность обеспечивается с помощью системы синхронизации, которая по заданию оператора осуществляет связь со взрывником текущего ВП. Оператор планирует порядок отстрела на площади с помощью программного обеспечения сейсмостанции и держит связь со взрывниками поочередно в соответствии со схемой отстрела.

Специальный транспорт

Специальный транспорт используется для перевозки взрывников, ВМ, а также необходимого инструмента и оборудования к месту производства ВР. В качестве такого транспорта в сейсморазведке широко применяются станции взрывного пункта как в заводском исполнении, так и специально оборудованные в соответствии ЕПБВР транспортные средства (табл.7, 8). На станции взрывного пункта в процессе работы разрешается находиться только персоналу ВР, водителю транспортного средства и лицам технического надзора за выполнением взрывных работ.

Инструменты и приспособления.

Обязательными инструментами и приспособлениями при ВР являются:

- нож, отвертка, изолента, кусачки, запас проводов - для зачистки, выравнивания, соединения и изоляции проводов ЭВЦ;

- шпагат пеньковый или лавсановый – для увязки, крепления и опускания зарядов;

- шесты деревянные или металлические - для погружения зарядов (рис.9);

- набор знаков, предупреждающих об опасности: флажки, аншлаги;

- приспособления для подачи звуковых сигналов опасности: свисток и т.п.

Таблица 7

Типы ВП, используемых при сейсморазведочных работах

Название передвижного взрывпункта	Марка
Взрывпункт на санном ходу	СВП-1
Самоходный взрывпункт смонтированный на шасси вездехода ГАЗ-71 или Взрывпункт на гусеничном ходу МТЛБ	СВП-7
Металлический взрывпункт сварной конструкции	
Транспортная санная площадка	ТУ 41-000-84
Самоходный взрывпункт на шасси ГАЗ-66	СВП-5; СВП-6
Станция взрывного пункта на базе Снегоболотохода ГАЗ-34039	СВП-6-02

1. Станция взрывного пункта СВП-6-02



Станция взрывного пункта СВП-6-02 предназначена для выполнения взрывных работ при сейсморазведке:

- доставки взрывчатых материалов (ВМ) и вспомогательного оборудования к месту работ;
- кратковременного (в течение внутрисменных перерывов) хранения ВМ на местах работ;
- доставки персонала к месту работ и обеспечения его отдыха при внутрисменных перерывах в работе;
- выполнения работ по подготовке зарядов и заряжению взрывных скважин;
- взрывания зарядов на подготовленных пунктах взрыва;
- обеспечения беспроводной связи пункта взрыва с сейсмостанцией.

Станция СВП может применяться на взрывных работах в наземной сейсморазведке с использованием всех типов взрывных источников и эксплуатироваться в условиях умеренного климата в диапазоне температур наружного воздуха от -45 до +40 ºС при относительной влажности 75%.

Таблица 8

Основные технические характеристики СВП

Масса перевозимых веществ, кг	до 400
Количество электродетонаторов, шт.	до 300
Емкость барабана для провода, м	до 2500

Методика работ по зарядке скважин.

Взрывник заряжающей бригады на основании наряд-путевки, выданной начальником отряда получает взрывчатые материалы с расходного склада ВМ в объеме сменной потребности. Полученные ВМ взрывник доставляет к месту работы на передвижном взрывном пункте, который всегда располагается за пределами опасной зоны по отношению к взрывной скважине. Радиус опасной зоны рассчитывается в проекте и, если расчетное значение менее 30 м [1], то полагается равным 30 м, в противном случае устанавливается равным расчетному значению, округленному в большую сторону с

точностью до 10 метров. Один из вариантов безопасного размещения людей и оборудования при бурении и заряжении скважин показан на рис.10.

Пассивная часть заряда изготавливается непосредственно на ВП. Маркировка, проверка проводимости и подбор ЭД по сопротивлению (при необходимости) производится зав. складом ВМ в рабочем отсеке караульного помещения склада до их выдачи взрывникам.

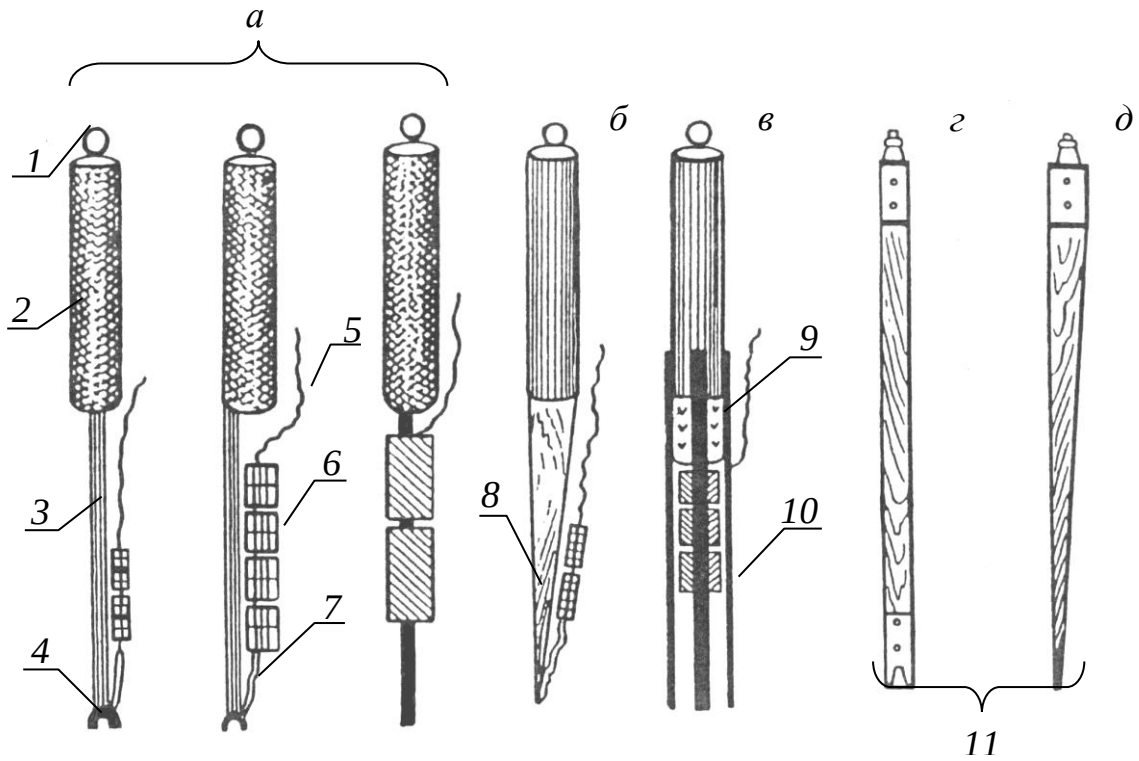


Рис.9. Грузила и шесты для опускания зарядов в скважины [4]:

а – стержневые грузила; б – грузило с деревянным наконечником; в – пластичное грузило; г – шест с наконечником для закрепления заряда; 1 – проушина (кольцо); 2 – корпус; 3 – стержень; 4 – шарик с прорезью; 5 – магистральные провода; 6 – заряд ВВ, скрепленный шпагатом; 7 – петля из шпагата для крепления заряда к грузилу; 8 – деревянный клин; 9 – отрезок дерева; 10 – металлические пластины; 11 – ленточная резьба.

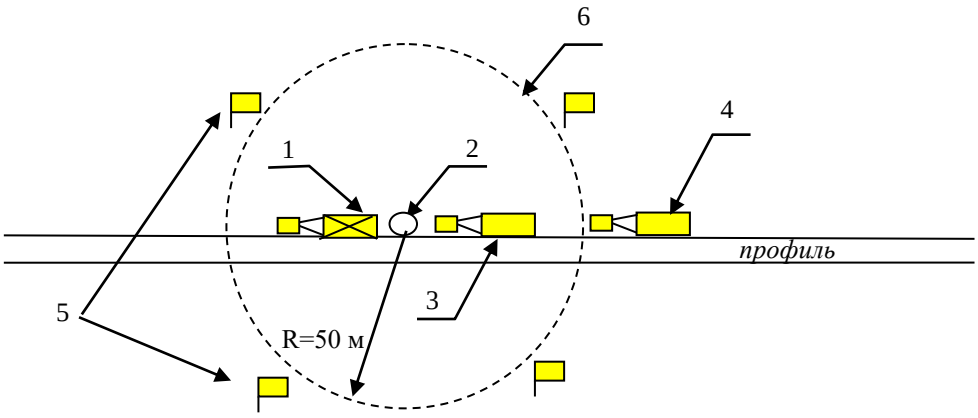


Рис.10. Схема расположения буровзрывного оборудования на пикете при бурении и заряжании скважины: 1 – буровая установка, 2 – точка бурения скважины, 3 – транспортная площадка заряжающей бригады, 4 – вагончик буровзрывной бригады, 5 – знаки обозначения опасной зоны, 6 – границы опасной зоны.

При шнековом бурении сразу по достижении заданной глубины бурения выполняется заряжание скважины через полые шнеки. Опускание зарядов в скважины может производиться на участковых проводах. При этом прочность участковых проводов на разрыв по отношению к массе заряда должна быть не менее, чем один к пяти, в противном случае заряд опускается на дополнительной магистрали или шпагате. Буровое оборудование извлекается.

В заводненных скважинах при колонковом бурении заряд опускается с помощью сжатого воздуха, нагнетаемого в скважину компрессором. В сухих скважинах с устойчивыми стенками зарядка может производиться после завершения всех операций по бурению скважины. Взрывник начинает работу с шаблонирования скважины, и если скважина свободна до заданной глубины погружения заряда, то приступает к ее заряжанию. В устойчивых стенках взрывных скважин

заряды погружаются либо под собственным весом, либо с помощью сжатого воздуха, а в неустойчивых стенках - либо с помощью дополнительного груза, либо в сопровождении специального шеста, оборудованного устройствами, обеспечивающими безопасность (рис.9).

После опускания заряда на забой скважины выполняется забойка скважины (укупорка). В устойчивых породах (мерзлота, плотные глины) забойка скважин должна производиться буровым шламом (зимой) или водой (летом). При наличии в скважине обводненных песчано-глинистых пород (плывунов), которые после извлечения бурового инструмента сразу же заполняют скважину, дополнительной забойки не требуется. Забойка скважин должна производиться до проверки целостности монтажа ЭВЦ. Скважины, пробуренные в устойчивых породах и заряженные без забойки, до отстрела должны находиться под постоянной охраной.

Взрывчатые материалы, доставленные к месту работ, необходимо хранить в сумках, кассетах или в заводской упаковке, а также в спецмашинах и контейнерах. Во всех случаях ВВ и СИ при хранении необходимо размещать раздельно, на расстоянии, исключающем передачу детонации. Вблизи заряжаемых и заряженных скважин следует организовать охрану ВМ, чтобы исключить доступ лиц, не связанных с ВР, в места нахождения ВМ.

Взрывчатые материалы разрешается хранить до заряжания на местах работ в размере суточной потребности за пределами опасной зоны и в размере сменной потребности в пределах опасной зоны.

Методика отстрела заряженных скважин.

Бригада по подрыву заряженных скважин использует передвижные ВП, которые снаряжаются специальным оборудованием для производства взрывов. В качестве взрывной машинки используется дешифратор ССВ.

При сейсморазведочных работах взрывание заранее заряженных скважин выполняется по команде оператора сейсмостанции в следующей последовательности. Взрывник, соблюдая меры безопасности согласно схеме безопасного ведения работ, при отстреле скважин (см. пример на рис.11), выполняет все необходимые проверки и соединения ЭВЦ и докладывает оператору о готовности к производству взрыва. После этого оператор принимает решение о начале работы на ПВ и информирует об этом взрывника. Взрывник, еще раз удостоверившись в безопасности производства взрыва, устанавливает ключ взрывной машинки в положение «работа» и докладывает оператору о готовности к взрыву. Далее оператор сообщает взрывнику о произведении «пуска» и нажимает на сейсмостанции кнопку «ПУСК», при этом сейсмостанция автоматически формирует сигнал командной отметки взрыва и передает его в шифратор ССВ, который по радиоканалу посылает КОМ на дешифратор ВП. Дешифратор принимает КОМ и инициирует взрыв. От дешифратора через боевую двухпроводную магистраль передается импульс тока для подрыва электродетонатора – происходит взрыв. После взрыва взрывник отсоединяет боевую магистраль от ССВ и закорачивает ее, осматривает место взрыва и

сообщает оператору о результате взрыва. При отказе заряда данные об отказе заносятся в журнал регистрации отказов.

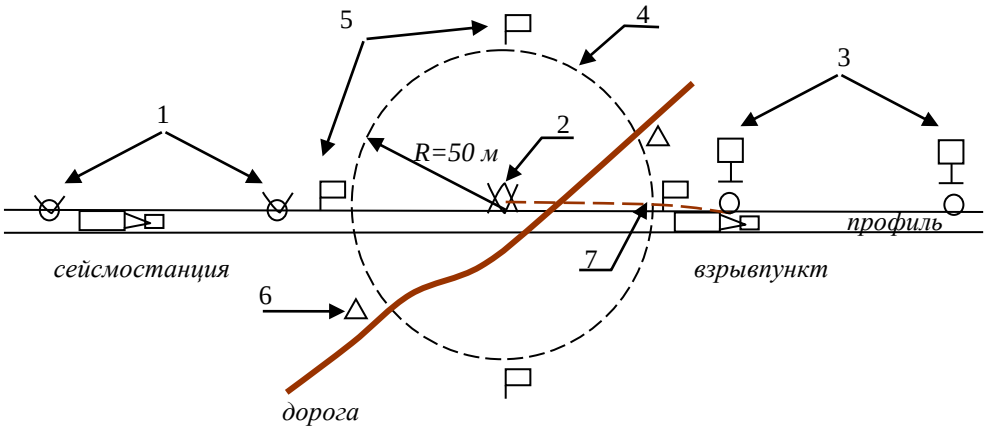


Рис.11. Схема расположения оборудования на отстреле скважины:

1 – отработанные скважины, 2 – отрабатываемая скважина, 3 – заряженные скважины, 4 – границы опасной зоны, 5 – знаки обозначения опасной зоны, 6 – посты охраны опасной зоны, 7 - взрывная магистраль

Методика работ при скважинной сейсморазведке

Взрывные работы при скважинной сейсморазведке (МСК, ВСП) не требуют высокой поточности, поэтому заряжание скважин и взрывные работы ведутся одной взрывной бригадой. При этом модификации скважинной сейсморазведки, использующие регистрацию данных внутри скважины, близки по организации взрывных работ в МОГТ. Модификации, использующие регистрацию данных на поверхности земли (обращенный МСК), когда взрывы осуществляются с некоторым шагом внутри скважины, имеют некоторые особенности.

В случае обращенного МСК заранее подготавливается электродетонаторная коса (электрическая проводная схема). На готовой косе концы участковых проводников, предназначенные для присоединения к взрывной магистрали, замыкаются накоротко. Перед опусканием косы в скважину к ней присоединяются ЭД, места сращивания детонаторных и участковых проводников тщательно изолируются, а ЭД неподвижно закрепляются на косе изолентой. По мере готовности интервалов схемы коса погружается в скважину. При полном опускании косы в скважину производится проверка проводимости первой от забоя скважины пары проводников с ЭД. При наличии проводимости эта пара подключается к взрывной магистрали, производится взрыв в том же порядке как это описано выше при наземных работах. После взрыва магистральные провода отсоединяются и закорачиваются. Далее цикл повторяется для следующей пары, расположенный выше по косе.

Рекомендуемый план написания раздела

1. Особенности организации ВР на площади исследований.
2. Персонал для производства взрывных работ.
3. Расчет безопасных расстояний при зарядке и отстреле скважин.
4. Методика заряжания взрывных скважин.
5. Методика отстрела заряженных скважин.

Разделы 4 и 5 объединяются, если операции по зарядке и отстрелу скважин осуществляет одна и та же бригада.

Особенности организации ВР на площади исследований

Приводятся необходимые объемы ВМ на весь период работ, сменная потребность в ВМ. На основе этого обосновываются безопасные приемы проведения работ организация безопасного ведения ВР в соответствии с условиями их производства площади исследований.

Литература: [1] - глава IV п. 2, 6, 8-21, 23, 24, 27, 42, 44, 68, 94; [4] - стр. 62-72.

Персонал для производства взрывных работ

В разделе обосновывается необходимое количество лиц, обеспечивающих руководство и ведение ВР. В табличной форме для каждого должностного лица указываются обязанности и вид разрешительного документа для осуществления деятельности при ВР.

Литература: [1] - гл. IV пункты 2, 5, 6, 7, 12, 14, 23, 30, 33 ,34, 52-57(отказ), 61, 66 (ликвидация), [2] - гл. IX «Организация взрывных работ в сейсморазведочной партии».

Определение безопасных расстояний

Расчеты безопасных расстояний выполняются для условий заряжания и подрыва скважин в соответствии с VII и VIII разделами ЕПБВР [1].

Виды расчетов:

- минимальная глубина заложения заряда, при которой исключается выброс кусков породы;

- предельное расстояние между скважинами, при котором может произойти образование общей области разрушения (для группы скважин);
- безопасные расстояния:
  - по разлету кусков горной породы,
  - по воздействию воздушной волны,
  - по сейсмическому воздействию взрывов на здания и сооружения.

При работе вблизи охранных объектов (если они имеются на участке исследований): нефтегазопроводов, шоссе, ЛЭП, подземных кабельных магистралей, телефонных линий и т.д. безопасные расстояния устанавливаются в соответствии существующими регламентами, некоторые из них приведены в табл.9 [8].

Таблица 9

Минимальные расстояния между точкой заложения взрывной скважины и наземными и подземными коммуникациями

Тип охранного объекта	Удаление
От подземных кабельных магистралей	200 м
От железных дорог и жилых строений	100 м
От крайнего провода ЛЭП по горизонтали	200 м
От телефонных линий, шоссейных дорог, нежилых строений	50 м
От оси ближайшего нефтегазопровода диаметром до 500 мм	200 м
Оси ближайшего нефтегазопровода диаметром до 700 мм	300 м
От оси ближайшего нефтегазопровода диаметром до 1000 мм	300 м
От оси ближайшего нефтегазопровода диаметром свыше 1000 мм	400 м

Литература: [1] - глава VII, VIII; [2] - стр. 257-259.

Методика заряжания взрывных скважин

Раздел должен включать следующую информацию:

- используемые материалы и оборудование (типы ВВ и СИ, тип и длина проводов, вид переключателей, марки приборов для измерения тока и сопротивления, вспомогательные инструменты и т. д.)
- внутреннее устройство взрывного пункта,
- порядок получения взрывчатых материалов,
- сменные объемы ВВ и СИ,
- схему конструкции заряда, схему монтажа взрывной магистрали и проводов вспомогательных каналов (отметки момента и вертикального времени),
- порядок заряжания скважины, схему расположения оборудования при бурении и зарядке буровой скважины, предупредительные звуковые сигналы,
- порядок работы при отказах (отсутствии проводимости в участковой магистрали, если заряд не удалось погрузить на заданную глубину, заклинивании заряда в колонне бурильных труб).

Литература: [1] - глава IV, п. 52-57,61,66; [2] - стр.121-123, [3] – стр. 218-232

Методика отстрела заряженных скважин

Раздел должен включать следующую информацию:

- используемые материалы и оборудование ВП,
- внутреннее устройство ВП,
- порядок работы взрывников при отстреле заряженной скважины,
- схему расположения оборудования при отстреле,

- порядок работы с отказами.

Объем главы: 3-3,5 стр. печатного текста.

Литература: [1] - глава VI, п. 2, 6, 8-20, 44, 68, 94; [2] - стр.159-162.

2.4. Организация перевозки и хранения ВМ

Раздел должен содержать сведения по организации:

- перевозки ВМ до участка работ и в пределах участка работ,
- безопасного хранения, приема, выдачи и учета ВМ в полевых условиях,
- мероприятий, касающихся охраны ВМ во время перевозки и хранения.

Указываются должностные лица, ответственные за перевозку и хранение ВМ.

В качестве обязательных графических приложений приводятся схема устройства кратковременного склада и (или) схема устройства передвижного склада с указанием безопасных расстояний для людей и сооружений.

Общие замечания

Взрывчатые материалы, доставленные на базу сейсмической партии, хранятся на расходных кратковременных складах соответствии с требованиями ЕПБВР. В состав таких складов могут входить одно или несколько хранилищ ВМ, щиты или сараи с противопожарным инвентарем, ограждение, караульное помещение и площадка для хранения тары из-под ВМ. Склады могут быть обустроены на поверхности земли, или полузаглубленными.

Кратковременные склады ВМ относятся к числу расходных складов со сроком службы до 1 года. Срок хранения исчисляется с момента завоза ВМ. На этих складах разрешается распаковывать ВМ и выдавать их взрывникам.

При значительном удалении сейсморазведочных профилей от населенных пунктов устраиваются передвижные кратковременные склады ВМ в специально оборудованных автомашинах, контейнерах или балках. Контейнеры или балки размещаются на шасси или сварных санях и транспортируются тракторами или другим транспортом высокой проходимости (рис.12).

В таблице 10 приведены сроки хранения и количество ВМ для типичных кратковременных складов, применяемых в сейсморазведке [4]. При совместном хранении с взрывчатыми веществами электродетонаторы размещаются в отдельном ящике, обитом изнутри войлоком.

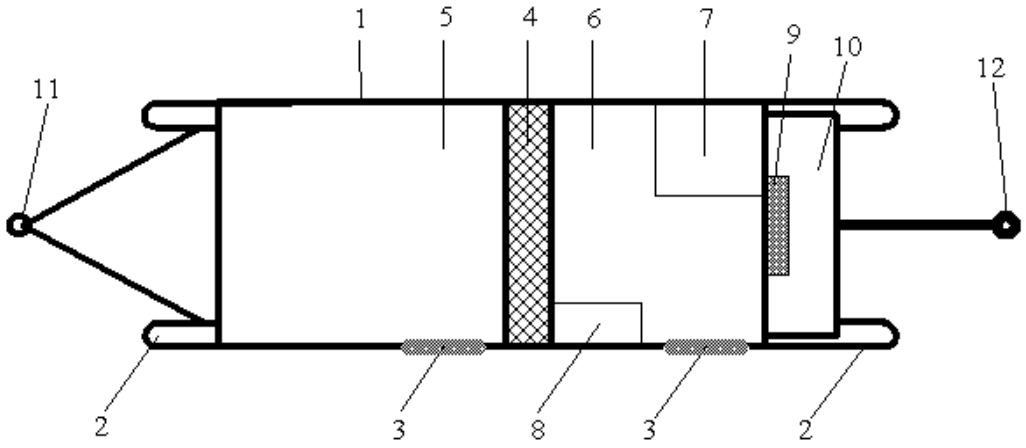


Рис.12. Схема передвижного склада ВВ в балке [4]:

1 – балок; 2 – тракторные сани; 3 - двери; 4 – перегородка, засыпанная внутри шлаком; 5 – помещение для хранения ВВ; 6 – помещение для хранения ЭД; 7 – ящик для ЭД, обитый войлоком изнутри; 8 – столик для выдачи и приема ЭД; 9 – щит с противопожарным инвентарем; 10 – ящик с песком; 11 – тракторный прицеп; 12 – аварийный прицеп

Таблица 10

Условия хранения ВМ

Условия кратковременного хранения	Срок хранения,	Предельное количество при совместном хранении		Предельное количество при раздельном хранении	
	месяц	ВВ, т	ЭД, шт.	ВВ, т	ЭД, шт.
В нежилых строениях, землянках и других помещениях	12	3	10000	18	25000
На автомашинах, повозках, специальных балках, на тракторных санях	На срок продолжительности работ	не более 2/3 грузоподъемности	5000	-	-
На площадках, приспособленных для хранения ВВ	2	В зависимости от потребностей и условий хранения			

При выборе местоположения складов предпочтение отдается возвышенным участкам на плотных и сухих грунтах на безопасном расстоянии от населенных пунктов и промышленных сооружений. Территория склада очищается от легковоспламеняющихся материалов, огораживается, вокруг нее устанавливаются предупредительные знаки. Подъездные пути к складу и на его территории обустраиваются таким образом, чтобы не создавалось аварийных ситуаций при движении транспорта.

При расчете безопасных расстояний для складов выделяют внутренние и внешние показатели. Расстояния между отдельными хранилищами внутри склада устанавливаются с учетом требований

отсутствия камуфлета. Внешняя безопасность обеспечивается достаточной удаленностью склада от окружающих зданий и сооружений. При этом опасные зоны определяются по действию сейсмической и воздушной волны и по разлету осколков.

В пути следования и при стоянках на передвижной склад ВМ распространяются те же ограничения безопасных расстояний, что и для автотранспорта при перевозках ВМ Передвижной склад должен располагаться на расстоянии не менее 200 м от места производства взрывных работ, жилых балков и мест хранения ГСМ.

Сейсморазведочные подразделения получают ВМ преимущественно со складов вышестоящих ведомств или с заводов-изготовителей. Для получения и перевозки ВМ начальником сейсморазведочной партии назначается ответственное лицо, в распоряжение которого выделяются оборудованный транспорт, вооруженная охрана и грузчики.

Маршрут перевозки ВМ, по возможности планируется так, чтобы на пути следования не было населенных пунктов, промышленных и природоохранных объектов и памятников культуры. Если необходимо перевозить ВМ через крупные населенные пункты, то маршрут прокладывают вдали от зрелищных, учебных, детских и лечебных учреждений. В маршруте отмечаются места стоянок, заправок топливом и опасные участки дороги.

Как правило, к месту работ ВМ доставляются по железной дороге до ближайшей станции (или водным путем до ближайшего порта), а затем автотранспортом. В отдельных случаях ВМ перевозятся только автотранспортом. При отсутствии железных, шоссейных и

проселочных дорог, а также водных путей сообщения ВМ доставляют до ближайшего аэропорта или специально оборудованной взлетно-посадочной площадки самолетами или вертолетами.

На любом виде транспорта каждая группа ВМ должна перевозиться отдельно. В исключительных случаях, допускается совместная перевозка ВМ различных групп в количествах не более 1500 кг ВВ и 6000 детонаторов.

Автомобили, используемые для транспортирования взрывчатых материалов, должны отвечать требованиям Правил перевозки опасных грузов автомобильным транспортом, утвержденных приказом Министра транспорта Российской Федерации от 8.08.95 г. № 73.

При перевозке ВМ скорость автотранспортных средств не должна превышать 60 км/ч, а при плохой видимости 20 км/ч. При следовании колонны автомашин с ВМ дистанция должна составлять на горизонтальном участке дороги - не менее 50 м, в горной местности – не менее 300 метров. Не разрешается перевозка ВМ на расстоянии менее 300 м от встречающихся пожаров и менее 50 м от «факелов» на нефтегазовых промыслах.

Автотранспортное средство, перевозящее ВМ, обеспечивается топливом на весь путь следования без дозаправки. В случае необходимости заправка производится из металлических канистр на специально оборудованной площадке, расположенной на расстоянии не менее 25 м от территории АЗС. В отдельных случаях предусматривается передвижная автозаправочная станция.

Погрузка ВМ в авиатранспорт осуществляется на резервных взлетных дорожках, удаленных на безопасное расстояние от сооружений аэропорта и стоянки самолетов. Мешки или ящики с ВМ укладываются в самолет (вертолет) по указанию командира экипажа, а затем прочно укрепляются веревками. Груз ВМ сопровождается до места назначения представителем сейсмической партии, имеющим книжку взрывника. Взрывчатые материалы доставляются в аэропорт к месту погрузки на борт ко времени отправления. По прибытии в аэропорт назначения ВМ должны выгружаться в приготовленный транспорт и сразу отправляться на склад.

Рекомендуемый план написания раздела

1. Особенности транспортировки и хранения ВМ.
2. Транспортировка ВМ.
3. Организация хранения взрывчатых материалов.

Особенности транспортировки и хранения ВМ

На основе сведений об объемах ВВ и СВ, которые должны быть использованы сейсмической партией во время полевого периода, а также об условиях производства сейсморазведочных работ делается заключение о типе и количестве складов ВМ. В общих чертах описывается маршрут и виды транспорта для доставки ВМ на участок работ. Приводятся общие сведения об организации транспортировки ВМ в пределах участка работ.

Транспортировка ВМ

Обосновывается маршрут доставки ВМ. Приводятся сведения о грузоподъемности транспорта, который будет использоваться при

перевозке. Указываются виды и объемы ВМ, транспортируемых за один рейс, скорость движения транспорта, безопасные расстояния при движении в колонне, количество необходимых рейсов, персонал, сопровождающий груз с ВМ. Описывается порядок охраны во время рейса, правила безопасной транспортировки груза ВМ (погрузка, разгрузка, укладка ВМ, скорость движения, заправка транспорта горючим). Указываются правила транспортировки ВМ в пределах участка работ.

Организация хранения взрывчатых материалов в

Описывается устройство необходимых расходных складов ВМ стационарных и (или) передвижных с указанием количества хранилищ и предельных емкостей для хранения ВМ, срока их хранения, порядка безопасного складирования ВМ.

Приводятся расчеты безопасных расстояний по расположению склада относительно окружающих объектов. Обосновывается расчетами расстояние между отдельными складскими помещениями. Дается схема расположения служебных помещений и их обустройство в пределах склада (см. пример на рис.13).

Описывается порядок охраны складов ВМ, организация противопожарных мероприятий.

Указывается персонал, ответственный за прием, учет и выдачу ВМ, а также за пожарную безопасность.

Описывается прием, выдача и учет ВМ в полевых условиях.

Объем текстовой части раздела: 1-2 стр.

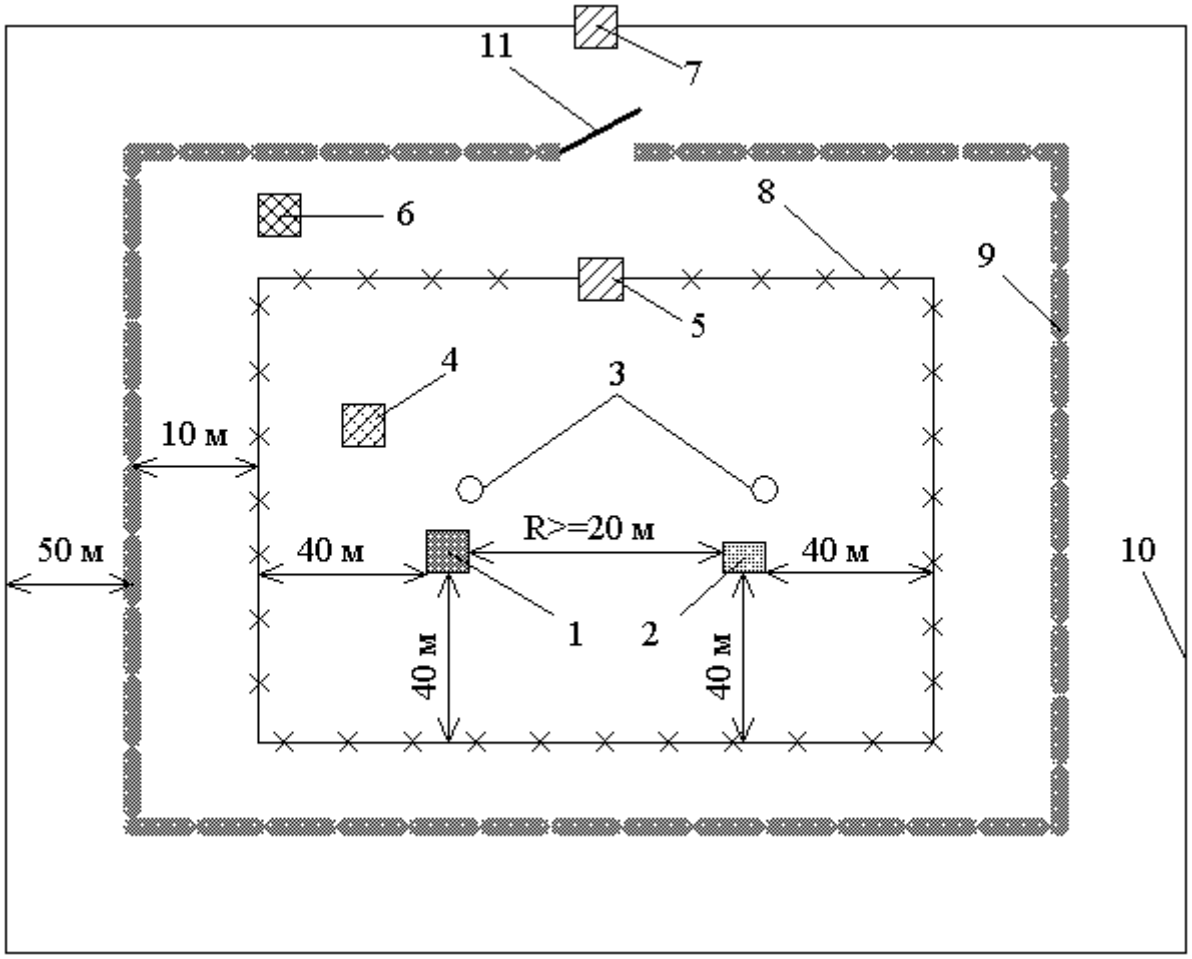


Рис.13. Поверхностный склад ВМ [3]: 1 – хранилище ВВ; 2 – хранилище СИ; 3 – молниеотводы; 4 – склад для противопожарного инвентаря; 5 - проходная будка; 6 – склад для тары; 7 – караульное помещение; 8 – ограда; 9 – противопожарная канава; 10 – граница запретной зоны; 11 - ворота

Литература: [1] - глава X, п. 3, 6.3, 6.4, 9, 16-18, 28, 31; глава XI, п.1, 2, 4; [2] - стр.228-254; [3] - стр.345-253

2.5. Ликвидация последствий буровзрывных работ

Раздел должен содержать сведения о процессе обезвреживания невзорвавшихся (отказавших) зарядов, об уничтожении взрывчатых материалов, пришедших в негодность, о ликвидации последствий взрывов, которые могут повлечь аварии и несчастные случаи.

Общие замечания

Отказами зарядов при производстве взрывных работ при сейсморазведке считаются: отсутствие проводимости взрывной магистрали из-за обрыва участковых или детонаторных проводов; перегорание или обрыв мостика накаливания ЭД; короткое замыкание участковых, детонаторных проводов или вилочки электродетонатора; взрыв ЭД без детонации основного заряда; заклинивание заряда в шнековой колонне.

При обнаружении отказа заряда взрывники должны:

1) уведомить руководителя взрывных работ;

2) произвести необходимые отключения ЭВЦ;

3) выставить аншлаг с надписью "Отказ";

4) записать отказ в журнал регистрации отказов при ВР.

Во всех случаях работы, связанные с ликвидацией отказов, должны проводиться под руководством лица технического надзора. Ниже в таблице 11 приводятся некоторые способы ликвидации отказавших зарядов. Отказавший заряд должен быть извлечен из скважины и уничтожен взрыванием в безопасном месте. Если заряд не дошел до забоя скважины, он должен быть извлечен и на время проработки скважины отнесен от нее на безопасное расстояние. В случае невозможности извлечения заряда его следует взорвать в обычном порядке. **Запрещается** перебуривать скважины с отказавшими зарядами или после подрыва отказавшего заряда.

Взрывчатые материалы, пришедшие в негодность, подлежат возвращению на расходный склад и дальнейшему уничтожению на специально оборудованном полигоне в соответствии с ЕПБВР.

Таблица 11

Способы ликвидации отказавших зарядов

Вид отказа	Способ ликвидации
Взрыв в скважине только одного ЭД	Ликвидации не требуется, т.к. при этом основной заряд по истечению гарантийного срока теряет способность к детонации
Частичная детонация основного заряда	Ликвидации не требуется, т.к. происходит выгорание верхней части основного заряда и обрыв участковых проводов.
Отсутствие проводимости или короткое замыкание в ЭВЦ при возможности досылки заряда в скважину	Производится досылка и взрывание небольшого по величине заряда, при этом происходит разрыв участковых проводов и искусственное обрушение стенок скважины. Безопасное расстояние должно быть рассчитано для суммарного заряда, но берется не менее 100 м.
То же при невозможности дослать заряд в скважину	Производится "откусывание" участковых проводов, после чего извлечение заряда из скважины не представляется возможным
Заклинивание заряда в шнековой колонне	Ликвидация осуществляется путем извлечения заряда с применением небольшого усилия и повторным погружением этого заряда в область забоя, после чего он может быть использован для нормальной работы
Заклинивание заряда в шнековой колонне и невозможности повторного погружения заряда в область забоя	Заряд поднимается вместе с колонной на глубину не менее 3 метров от поверхности земли и уничтожается взрыванием, в этом случае безопасное расстояние принимается равным не менее 1500 метров.

Уничтожение взрывчатых материалов, в том числе не отвечающих требованиям стандартов и технических условий, производится по письменному распоряжению руководителя ВР. О каждом уничтожении взрывчатых материалов составляется акт с указанием количества и наименования уничтоженных взрывчатых материалов, причин и способа уничтожения.

После проведения сейсморазведочных работ территория, на которой выполнялись сейсморазведочные работы, должна быть приведена в состояние, обеспечивающее полную безопасность для людей, животных, транспорта и возможность ее дальнейшего использования в хозяйственных целях. Несмотря на меры по обеспечению безопасности ВР, в результате взрывов могут произойти разрушения поверхности земли и, как следствие - аварии и несчастные случаи. В связи с этим ликвидацию последствий взрывов необходимо производить сразу по окончании взрывных работ до выезда сейсмической партии с площади.

В ходе ликвидационных работ устанавливается вид разрушений выработок после взрывов, выбираются способы их ликвидации. Участки, на которых последствия взрывных работ представляют непосредственную опасность для людей, животных и транспорта, обозначаются знаками "Опасно". Указывается направление объезда, в случае необходимости выставляется охрана.

Если ствол скважины сохранился без изменений, и на поверхности земли отсутствуют какие-либо изменения, то ликвидация в этом случае состоит в забойке устья скважины с

помощью деревянной пробки длиной не менее 1.5 м (диаметром не менее диаметра скважины).

Если на местах отработанных скважин образовались глубокие воронки с валом разрушенной породы по краям, и нет условий для последующего обрушения скважины, то воронку засыпают грунтом с помощью бульдозера и выравнивают.

При образовании камуфлета от взрыва на малой глубине производят обрушение кровли накладными зарядами, образующиеся воронки засыпают и выравнивают.

После окончания работ по ликвидации последствий взрывов комиссия, состоящая из представителей местных органов власти и сейсмической партии, составляет акт о ликвидации с указанием профилей и отработанных скважин.

Рекомендуемый план написания раздела

1. Ликвидация отказавших зарядов.
2. Порядок уничтожения ВМ.
3. Ликвидация последствий взрывов.

Литература: [1] - глава IV, п. 52-57, 61,66; [2] – стр. 183-193

Объем раздела: 1 стр.

2.6. Основные мероприятия по технике безопасности при взрывных работах

Указывается перечень основных документов, регламентирующих безопасное ведение ВР при сейсморазведке. Базовый список таких документов приводится в приложении 1. Приводятся основные

особенности ВР на участке работ и список организационных мероприятий, направленных на обеспечение безопасного ведения работ.

Рекомендуемый план написания раздела

1. Перечень документов, регламентирующих безопасное ведение ВР.
2. Порядок оповещения населения, проживающего вблизи участка работ, и организаций, ответственных за охранные объекты, расположенные в пределах участка.
3. Знаки, для обозначения опасной зоны; звуковые сигналы опасности.
4. Охрана вблизи мест прохода в опасную зону.
5. Инвентарь и одежда, обеспечивающие безопасность персонала ВР.

Литература: [2] – 255-264 стр. Объем раздела - 1 стр.

2.7. Заключение и литература

В разделе "Заключение" следует отразить основные особенности выполненного проекта. Объем раздела не более 0,5 страницы. В разделе "Литература" указывается список использованных при написании проекта печатных изданий. Список приводится в алфавитном порядке. В тексте проекта должны быть ссылки на каждый пункт списка литературы.

3. Сроки и порядок прохождения проекта

Задание на проектирование выдается за 6 недель до конца семестра, после прохождения более половины лекционного материала. Задания на проектирование составляются преподавателями кафедры геофизики нефти и газа каждый учебный год. Конкретные цифры и параметры задания заменяются, при этом список исходных параметров остается прежним.

Проектирование с плановыми консультациями проходит в течение 4 недель. По истечении этого срока проект должен быть сдан преподавателю, руководящему проектированием.

4. Рекомендуемая литература

Основная

1. Единые правила безопасности при взрывных работах. Сборник нормативных документов. 2001 г. Утверждены Госгортехнадзором России. Москва, Корпорация «Трансстрой».

2. Казаков А.Т. Методика и техника взрывных работ при сейсморазведке. – 5 - е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1987. - 296 с.

Дополнительная

3. Комащенко В.И., Носков В.Ф., Лебедев Ю.А. Буровзрывные работы. Учебник для вузов. – М: Недра, 1995. – 413 с.

4. Потапов О.А. Организация и технические средства сейсморазведочных работ. - М.: Недра, 1989. - 260 с.

5. Ребрик Б.М. Бурение инженерно-геологических скважин: Справочник. – 2 – е изд., перераб. и доп. – М. Недра, 1990. – 336 с.

6. Сейсморазведка: Справочник геофизика. В двух книгах/ Под ред. В.П. Номоконова. Книга первая. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. - 336 с.

7. Сейсморазведка: Справочник геофизика. В двух книгах/ Под ред. В.П. Номоконова. Книга вторая. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. - 400 с.

Фондовая[3]

8. Типовой проект на производство БВР при сейсморазведке в полевых подразделениях ОАО "Хантымансийскгеофизика", г. Ханты-Мансийск, 1999, 20 с.

9. Проект буровзрывных работ методом скважинных зарядов при сейсморазведке. ОАО "Сибнефтегеофизика», г. Новосибирск, 2002, 43 с.

[3] Имеется на кафедре геофизики нефти и газа УГГУ

Приложение 1

Список документов, регламентирующих порядок производства БВР

1. Методическое указание по разработке и составлению паспортов проектов буровзрывных работ на проведение горно-разведочных выработок. Мингео ВИЭМС, 1984 г.

2. Сборник нормативных документов. Единые правила безопасности при взрывных работах. 2001 г. Утверждены Госгортехнадзором России. Москва, Корпорация «Трансстрой».

3. Правила безопасности при геологоразведочных работах. - Москва, "Недра", 1991 г.

5. Типовая инструкция по организации и безопасному проведению взрывных работ при сейсморазведке методом общей глубинной точки, Москва Мингео, 1991 г.

7. Типовая инструкция по технике безопасности для бурильщиков механического вращательного бурения, сейсморазведочного бурения скважины и их помощников. Мингео СССР, 1977 г.

6. Склады передвижные взрывчатых материалов для сейсморазведочных работ. Отраслевой стандарт ОСТ-41-03-153-79, 1981г.

7. Инструкция по пропускному режиму и охране взрывчатых материалов на объектах Мингео СССР, 1984 г.

Приложение 2

Задание на выполнение курсового проекта
по дисциплине
"Технология и безопасность взрывных работ"
Вариант 1
Северо-Кондинская площадь

Исходные данные для проектирования

1. Условия производства работ

Вид работ – поисковые сейсморазведочные работы МОГТ
Масштаб – 1:100000
Площадь исследований, кв. км – 625
Объем работ, пог. км – 500
Административное положение – Кондинский район Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области
Климатические условия на период полевых работ – холодная зима, количество дней с температурой ниже -25^0С составляет 20% полевого периода
Глубина промерзания грунта, м – 2 –3 м
Залесенность, % - 80 Заболоченность, % - 60
Группа дорог – отсутствуют
Возможность передвижения в районе работ – тракторно-вездеходный транспорт, авиатранспорт, (водный – только летом)
Продолжительность полевого сезона – с 1 ноября по 15 апреля

2. Типовой разрез взрывной скважины.

Интервал глубин, м	Описание горных пород	Категория пород по буримости	Содержание %
0.0 – 0.5	Почвенно-растительный слой	I	
0.5 – 5.0	Переслаивающиеся пески и глины	I - II	
5.0 – 12.0	Пески и супеси	II	
12.0 – 18.0	Супеси с участками многолетней мерзлоты	III	
18.0 – 22.5	Вязкие глины с примесью гравия, имеются участки многолетней мерзлоты	IV	

3. Перечень основных сведений по методике исследований.

Метод исследований – МОГТ
Тип используемых волн – Р
Методика – продольное профилирование
Система наблюдений – центральная
Кратность – 24
Длина расстановки, м – 4800
Расстояние между центрами групп сейсмоприемников, м – 100
Взрывной интервал, м – 100
Тип источника – группа скважин
Количество скважин в группе – 4
Средняя величина заряда, кг – 0.8 х 4
Средняя глубина скважин, м – 16

Утверждаю

Зав. кафедрой геофизики нефти и газа
проф. Бондарев В.И.

Учебно-методическое пособие по курсовому проектированию по дисциплине «Технология и безопасность взрывных работ» для студентов специальности для студентов специализации «Сейсморазведка» (НФ) специальности «Технологии геологической разведки»

Составили: Бондарев В.И., Крылаткова Н.А.

Корректура кафедры геофизики нефти и газа

Подписано к печати. .07 Формат бумаги 60х84 1/16

П.л. уч. изд. л. Тираж 50 Заказ

Цена С

Лаб. множительной техники УГГУ

620219, Екатеринбург, Куйбышева, 30

М. В. Корнилков

РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ВЗРЫВОМ

Екатеринбург
2008



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

М. В. Корнилков

РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ВЗРЫВОМ

Конспект лекций

Екатеринбург
2008

Посвящается памяти
профессора В. Г. Симанова

УДК 622.233:622.235
К 67

Рецензенты: д-р техн. наук, профессор Першин В. В. (ГУ «Кузбасский государственный технический университет»); канд. техн. наук Пиленков Ю. Ю. (ООО «Унипромедь-Инжиниринг»); канд. техн. наук Сухов Р. И. (Институт горного дела УрО РАН).

Печатается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного горного университета

М.В.Корнилков
К 67 Разрушение горных пород взрывом: конспект лекций / М. В. Корнилков; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008. – 210 с.

Приведены сведения об основных способах бурения шпуров и скважин. Изложены основные положения теории взрыва и взрывчатых веществ: определение взрыва и взрывчатого вещества; кислородный баланс ВВ; чувствительность ВВ к внешним воздействиям; формы химического превращения ВВ; основы теории детонации; формы работы взрыва; принципы расчета сосредоточенных зарядов; характеристики промышленных взрывчатых веществ. Рассмотрены основные методы производства взрывных работ: шпуровых, скважинных, камерных и наружных зарядов. Приведены основные принципы регулирования степени дробления горных пород взрывом.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям направления подготовки дипломированных специалистов 130400 (650600) – «Горное дело». Может быть рекомендовано для специалистов горнодобывающих предприятий, занимающихся взрывными работами.

УДК 622.233:622.235

© Уральский государственный горный университет, 2008

© Корнилков М. В., 2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 7
Лекция 1. Цель, задачи и содержание дисциплины. Краткая история развития взрывных работ. Современные виды взрывных работ ... 8

Раздел I. СПОСОБЫ БУРЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ БУРЕНИЯ ШПУРОВ И СКВАЖИН 20
Лекция 2. Способы бурения шпуров и скважин 20
Лекция 3. Оборудование для бурения шпуров и скважин 26

Раздел II. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ВЗРЫВА И ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ.... 35
Лекция 4. Понятие о взрыве и взрывчатом веществе. Кислородный баланс ВВ. Ядовитые газы взрыва..... 35
Лекция 5. Начальный импульс и чувствительность ВВ..... 41
Лекция 6. Формы химического превращения ВВ. Основные положения теории детонации 52
Лекция 7. Экспериментальные методы определения скорости детонации. Факторы, влияющие на скорость и устойчивость детонации 58
Лекция 8. Работа взрыва. Пробы на бризантность и работоспособность ... 67
Лекция 9. Основные положения теории предохранительных ВВ. Методы испытания предохранительных ВВ 75
Лекция 10. Классификация зарядов ВВ. Действие взрыва сосредоточенного заряда в твердой однородной безграничной среде и при наличии обнаженной поверхности. Воронка взрыва и ее элементы. Классификация зарядов по показателю действия взрыва. Принципы расчета сосредоточенных зарядов 82
Лекция 11. Классификация промышленных взрывчатых веществ. Основные компоненты промышленных ВВ..... 87
Лекция 12. Современный ассортимент непредохранительных ВВ. Промышленные взрывчатые вещества I класса по условиям применения..... 96
Лекция 13. Промышленные взрывчатые вещества II класса по условиям применения. Предохранительные взрывчатые вещества III-VII классов..... 107

Раздел III. МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ..... 116
Лекция 14. Методы производства взрывных работ, их преимущества и недостатки. Разрушение горных пород при проведении подземных выработок: сущность метода шпуровых зарядов при проведении выработок, группы шпуров по назначению 116
Лекция 15. Классификация врубов при проведении подземных выработок. Конструкции врубов и область их применения... 123

Лекция 16. Показатели буровзрывных работ.
Принципы расчета параметров буровзрывных работ.
Паспорт буровзрывных работ 131
Лекция 17. Основные направления совершенствования буровзрывных
работ при проведении подземных горных выработок 140
Лекция 18. Метод шпуровых зарядов при подземной разработке
месторождений полезных ископаемых
(рудные и угольные шахты) 147
Лекция 19. Метод скважинных зарядов при подземной разработке
месторождений полезных ископаемых 153
Лекция 20. Метод скважинных зарядов при уступной отбойке
в карьерах. Элементы уступа и параметры скважинных
зарядов. Расчет параметров взрывных работ.
Схемы короткозамедленного взрывания (КЗВ)
скважинных зарядов 161
Лекция 21. Регулирование степени дробления горных пород взрывом 170
Лекция 22. Проект массового взрыва. Технология производства
взрывных работ при уступной отбойке в карьерах 179
Лекция 23. Метод камерных зарядов, сущность метода, область
применения. Взрывное разрушение негабаритных кусков ... 187
Лекция 24. Основные принципы организации взрывных работ
на горном предприятии: техническая документация
для производства взрывных работ; персонал для взрывных
работ; правила учета, приемки и выдачи
взрывчатых материалов 196

Заключение……. 201

Список литературы 203

Введение

Разрушение горных пород взрывом является основным элементом технологии разработки месторождений полезных ископаемых как открытым, так и подземным способами, а также строительства шахт и подземных сооружений. В настоящее время буровзрывные работы являются универсальным и практически единственным высокоэффективным способом подготовки к выемке скальных пород с коэффициентом крепости $f > 6$ по шкале проф. М. М. Протодьяконова. Данный способ останется основным и в ближайшей перспективе (20-30 лет).

Учебное пособие представляет собой конспект лекций, которые сгруппированы в три основных раздела. В первом приводятся сведения о способах бурения и основных типах оборудования для бурения шпуров и скважин. Второй раздел посвящен основам теории взрыва и взрывчатых веществ. В нем даются понятия взрыва и взрывчатого вещества (ВВ), а также приводятся сведения об основных свойствах ВВ, основах теории детонации, факторах, влияющих на устойчивость детонации зарядов ВВ, компонентах ВВ, об основных промышленных ВВ различных классов по условиям применения. Кроме того, здесь рассматриваются характеристики форм работы взрыва, механизм действия зарядов в среде. В третьем разделе рассмотрены основные методы производства взрывных работ: методы шпуровых, скважинных, камерных и наружных зарядов – применительно к подземным и открытым горным работам.

Конспект лекций составлен в соответствии с учебной программой дисциплины «Разрушение горных пород взрывом» для основных специальностей направления подготовки дипломированных специалистов 130400 (650600) – «Горное дело».

Лекции 3 и 5 написаны совместно с доцентом Волковым М. Н., лекции 14-19 – в соавторстве с доцентом Петрушиным А. Г., лекции 20, 22, 23 – с профессором Ермолаевым А. И.

Большую помощь в подготовке рукописи конспекта лекций к изданию оказали аспиранты Осипов И. С. и Сынбулатов В. В.

Лекция 1

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ. СОВРЕМЕННЫЕ ВИДЫ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

1.1. Цель, задачи и содержание дисциплины

Учебная дисциплина «Разрушение горных пород взрывом» занимает основополагающее место в учебном плане подготовки горных инженеров, поскольку разрушение пород является одним из основных технологических процессов при разработке полезных ископаемых и строительстве горных предприятий и подземных сооружений различного назначения.

Основная цель дисциплины состоит в приобретении студентами знаний в области теории взрыва и взрывчатых веществ, закономерностей разрушения горных пород взрывом, а также методов и технологии взрывных работ.

Дисциплина неразрывно связана с технологическими дисциплинами всех специальностей направления «Горное дело». Базовыми дисциплинами, знание которых необходимо для изучения курса по разрушению горных пород взрывом, являются: высшая математика, физика, химия, физика горных пород, геологические дисциплины, основы горного дела.

В результате изучения дисциплины студент должен:

- знать основы теории взрыва и взрывчатых веществ (ВВ), современный ассортимент ВВ и средств инициирования (СИ), направления и перспективы их совершенствования, правила безопасного обращения с взрывчатыми материалами (ВМ), процессы и закономерности дробления массива горных пород взрывом при различных методах взрывных работ, технологию взрывных работ при методе шпуровых, скважинных, камерных и наружных зарядов, пути совершенствования взрывных работ с учетом конкретных условий их производства;
- уметь безопасно обращаться с ВМ, определять пригодность их к применению, выбрать рациональный тип ВВ и способ инициирования зарядов, рассчитать параметры взрывных работ при различных методах их производства.

В соответствии с утвержденным учебным планом при изучении дисциплины «Разрушение горных пород взрывом» запланировано проведение лекционных и практических занятий, а также самостоятельная работа студентов с выполнением определенных домашних заданий.

Данное учебное пособие представляет собой конспект лекций. Информация по существующему ассортименту средств инициирования и способам взрывания зарядов, составляющая основу программы практических занятий, в конспекте лекций не освещается. Эти вопросы подробно рассмотрены в учебно-методических пособиях по способам взрывания.

1.2. Краткая история развития взрывных работ

Выкапывая пещеры для жилья, ямы для охоты на животных, первобытные люди, не ведая того, выполняли определенные виды горных работ. В античную эпоху область использования различных горных выработок значительно расширяется в связи с поисками, разведкой и добычей полезных ископаемых, а также с развитием гидротехнического, дорожного и других видов строительства.

В греческом языке общим термином, обозначающим горное производство, т. е. добычу любого сырья из недр земли, служит слово, примерно соответствующее русскому сложному слову «рудовыкапывание». Этот термин применялся при описании добычи строительного камня, драгоценных камней, металлической руды, соли. Аристотель говорил, что горное дело охватывает различные отрасли.

Отбойка породы в античное время, как, впрочем, и все другие процессы, велась вручную (рис.1.1).

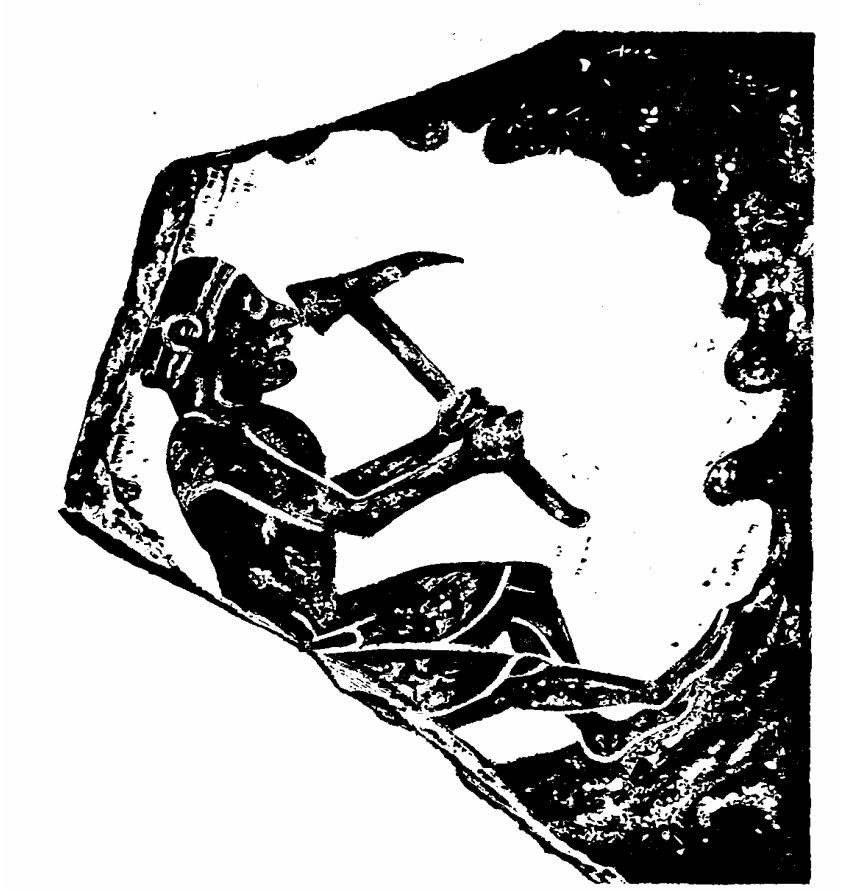


Рис.1.1. Забойщик в горной выработке (IV-V вв. до н. э.)

Писатели тех времен, говоря о проходке выработок, чаще всего употребляли термины: «откалывание», «вырубание» или «выкапывание». Однако даже при ручном способе выделялись следующие разновидности проходки:

1) с помощью лопаты и кайла в относительно мягких породах;

2) с помощью кайла, лома, зубила, клиньев и кувалды в мягких породах с включениями прочных пород в виде валунов;

3) с помощью вышеперечисленных инструментов, но с предварительным разупрочнением породы за счет ее нагревания «большими кострами» - при проходке в мергелях и известняках;

4) с предварительным нагреванием породы и последующим ее резким охлаждением струей воды – при проходке в крепких скальных породах;

5) разрушение крепких пород с помощью уксуса и различных кислот.

Набор орудий, которыми пользовались, например, в Лаврийских рудниках (Греция), был весьма невелик: лопата, кайло-топор, заступ, клин и молот (рис.1.2). Именно эти орудия ученые нашли на месте античных разработок.

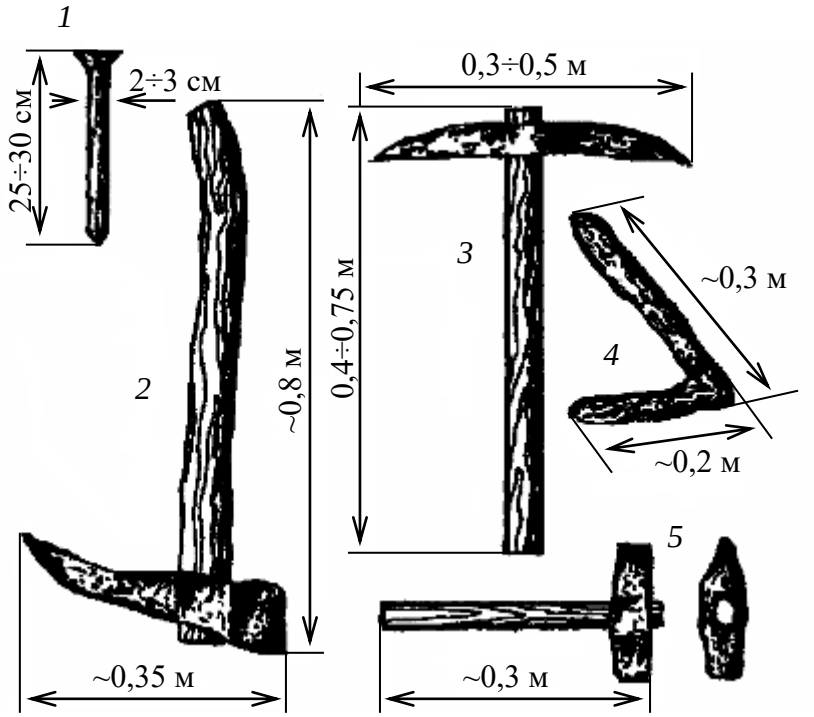


Рис.1.2. Античный инструмент для горных работ:
1 – клин; *2* – кайло-топор; *3* – кайло; *4* - заступ; *5* – молот

Для рудников, на которых велась добыча металлических руд, высота проходимых штолен колебалась от 0,6 до 1,0 м. Это создавало крайнее неудобство в работе. Забойщики трудились, сидя на корточках, стоя на коленях, лежа, часто меняя положение тела, поскольку выпрямиться было нельзя. По словам Теофраста, на острове Скирос рудокопы работали лежа на спине или животе. Производительность труда при этом была крайне низкой. Согласно вычислениям археологов, в условиях лаврийских рудников при проходке штольни диаметром 0,6 м за 9-10 часов работы продвигались на 10-17 см, т. е. в месяц при круглосуточной работе проходилось не более 8-10 м выработки.

О разрушении горных пород способом нагревания сохранилось свидетельство Диодора. «Вот каковы были способы, – пишет он, – употреб-

лявшиеся, чтобы использовать рудник. Подвергали сильному огню наиболее твердую часть земли, содержащую золото; при этом она растрескивалась, затем ее обрабатывали руками. Скала размягчалась таким же способом, и, когда она была приведена в состояние, уступавшее умеренному усилию, тысячи тех несчастных, о которых мы говорили, ломали ее с помощью тех же железных инструментов…».

Очень интересны свидетельства Ливия, Аппиана, Плиния, Ювенала и других древних писателей о применении уксуса и кислот для разрушения очень крепких скальных пород. Ювенал пишет:

Взвесь Ганнибала …
Взята Испания им, хребет Пиренеев им пройден;
Против него выдвигает природа покрытые снегом
Альпы – он скалы дробит и уксусом горы взрывает …

Другие рассказывают об использовании при горных работах кислот. Плиний Старший замечает, что в Испанских рудниках твердые скалы преодолевают огнем и кислотами. К сожалению, никаких подробностей этой операции ни один из античных авторов не приводит.

Необходимо отметить, что в течение веков и тысячелетий, прошедших с античных времен до XV-XVI вв., способы разрушения горных пород и инструмент горняков не претерпел существенного изменения. В XVI веке выдающийся ученый Георгий Агрикола, основоположник горной науки, собравший и обобщивший огромный фактический материал, создал труд «О горном деле и металлургии в двенадцати книгах», которое считается первой энциклопедией горного дела. В книге шестой Г. Агрикола отмечает: «Некоторые орудия для работы известны у горняков под названием железных орудий. Кроме того, имеются клинья, железные ломы, железные пластины, молоты, зубчатые ломы, кайла и мотыги. Железные орудия в узком смысле слова разделяются на четыре рода по длине и по толщине, но не по форме. У всех этих орудий верхний конец делают широким и четырехугольным – по нему наносят удары молотом» (рис.1.3 – 1.5).

Нельзя не заметить, что принципиальная разница между инструментами горняков античного периода и железными орудиями XVI в. отсутствует.

Первым взрывчатым веществом был черный дымный порох, представлявший собой смесь древесного угля, серы и калиевой селитры. Первое описание порохоподобных смесей для фейерверков дано китайским ученым Сунь-Сымяо в 682 году. Китайцы, во многих областях опередившие европейцев на целые века, еще в глубокой древности изобрели смеси, подобные пороху.

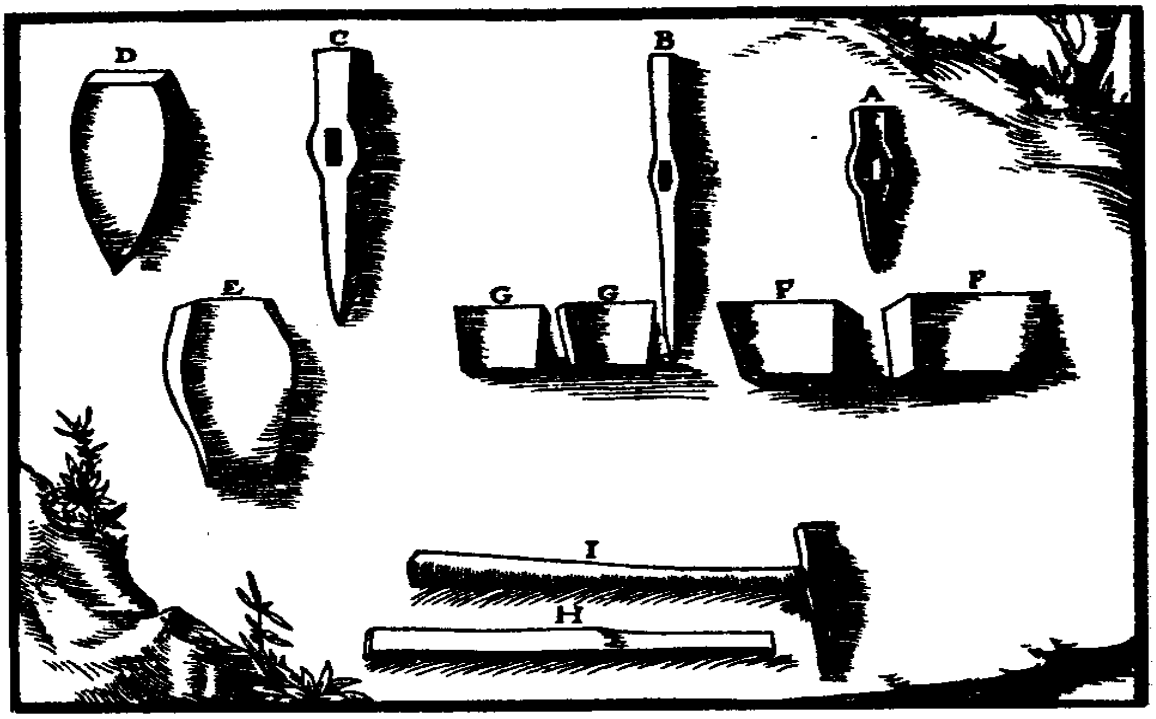


Рис.1.3. Железные орудия (кирки) A, B, C, D; клин E; толстая пластина F; тонкая пластина G; деревянная рукоятка H; рукоятка, вставленная в орудие первого рода I

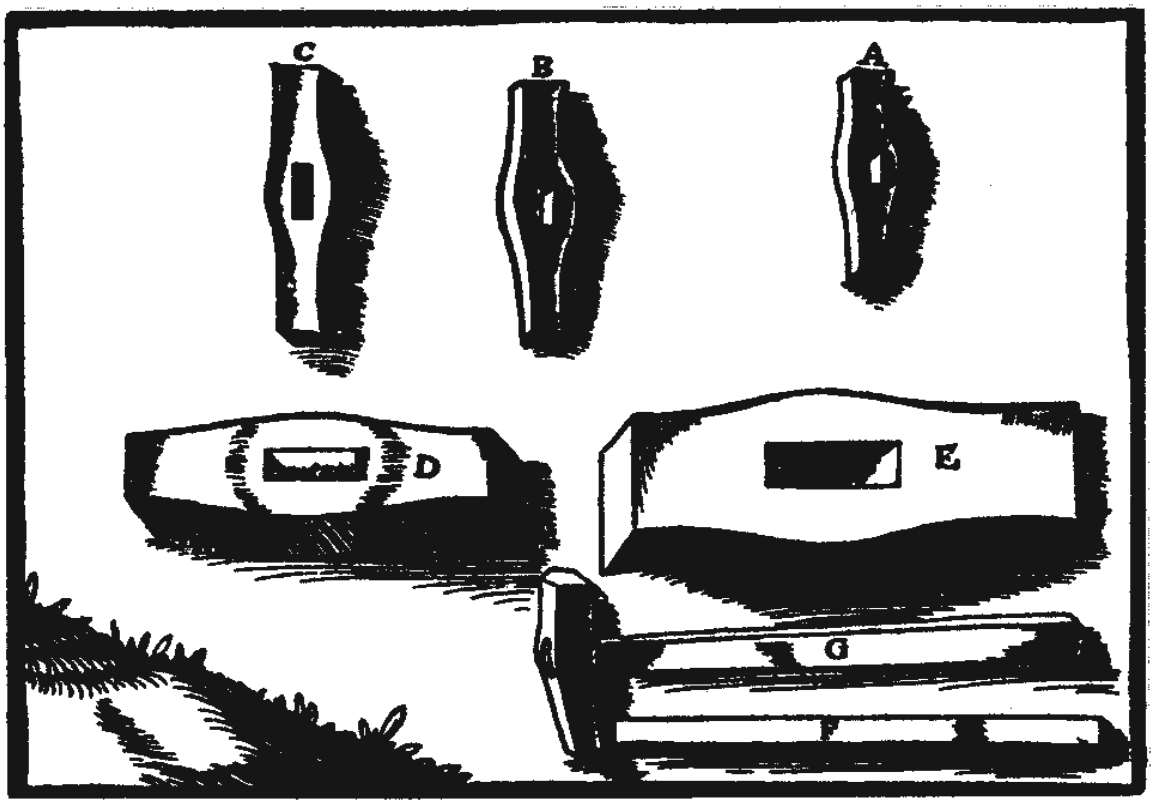


Рис.1.4. Наименьший тип молотка A; средний B; наибольший C; большой молот меньшего размера D; большой молот E; деревянная рукоятка F; рукоятка, вставленная в малый молоток G

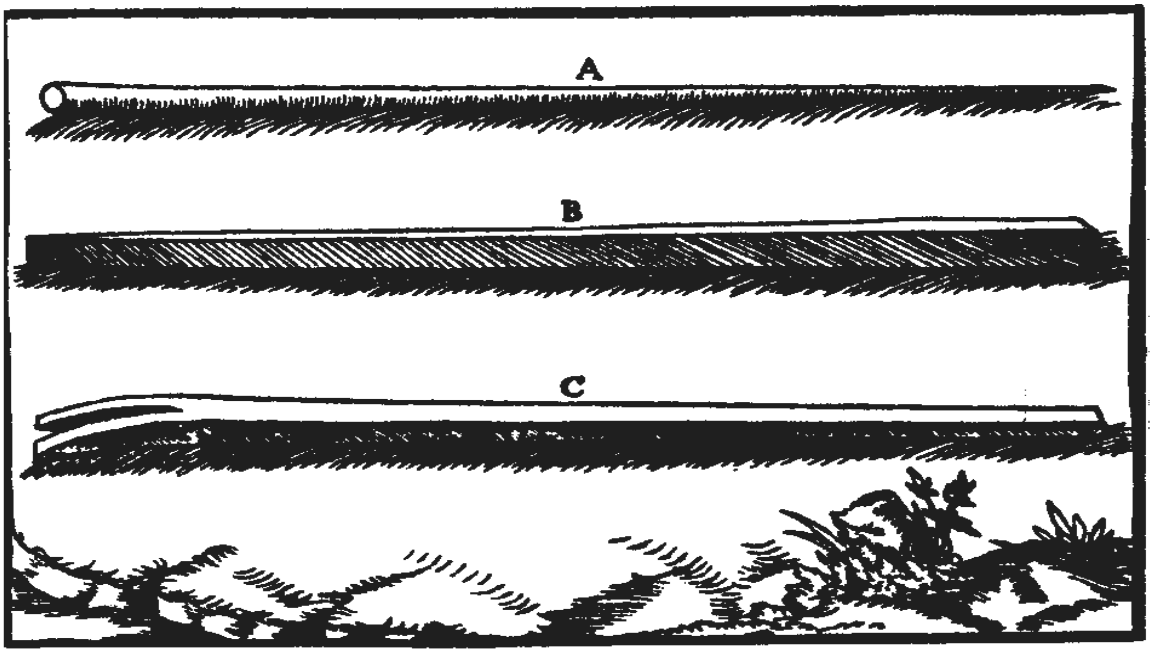


Рис.1.5. Круглый лом А; широкий лом В; зубчатый лом С

Этот порох был пока еще очень слабым, но для военных целей уже были придуманы метательные ракеты, служившие для поджигания. А, главное, он подходил для изготовления цветных огней и фейерверочных ракет, из которых стали устраивать фейерверки. Фейерверочное искусство в Китае достигло высокого совершенства. Национальные традиции, в которых тесно переплелись особенности культуры и религии, сделали Китай ведущей страной по изготовлению развлекательной пиротехники. Выдумке и изобретательности китайцев мы не перестаем удивляться и сегодня: они производят тысячи видов фейерверочных изделий - от самых больших зарядов до крошечных петард.

М. Грек (XIII-XIV вв.) описал смеси на основе калиевой селитры, применявшиеся в Византии и названные «греческим огнем». «Греческий огонь» был страшным оружием: его нельзя было затушить водой, и он принес много побед древним воинам. «Греческий огонь» имел несколько видов, рецепты его химического состава и способ приготовления составляли величайшую государственную тайну. Одним из составов набивали трубки и выпускали огненные струи в лицо неприятелю, опаляя его. Другим составом, имевшим зажигательную способность, наполняли горшки, бочонки и бросали их на деревянные осадные башни и корабли неприятеля. Состав зажигал дерево, и постройки сгорали. «Греческий огонь» вызывал сильную панику у врагов, некоторые историки описывали его действие в таком ужасающем виде, что в последующие века ученые долго считали его чем-то таинственным, непонятным, а искусство составления его - безвозвратно утерянным. Несколько веков хранился состав этого огня в нерушимом секрете и не раз выручал греков в многочисленных войнах. И

только в XIII веке, когда в древней рукописи был найден рецепт его состава, оказалось, что он очень близок к обыкновенному пороху.

В Европе первооткрывателем пороха, согласно летописям, следует признать францисканского монаха, англичанина Роджера Бекона (1242 г.). В то же время одна из распространенных легенд предполагает, что порох изобрел другой францисканский монах Бертольд Шварц (1354 г.). До своего монашества он был золотых дел мастером и, вероятно, занимался алхимией. Из-за своих занятий был обвинен в колдовстве и попал в тюрьму, где не прекратил проведение своих химических опытов. Однажды при неосторожном нагревании состава в железной ступке произошел взрыв, который и определил его открытие. Какова здесь доля правды или вымысла, определить теперь сложно. Возможно, Бертольд Шварц лишь усовершенствовал уже существовавшие ранее составы, но роль этого открытия была настолько велика, что благодарные потомки в XIX веке воздвигли памятник неизвестному монаху Бертольду Шварцу.

С XIV века черный порох используют в Европе, но, главным образом, в военных целях, в частности, для огнестрельного оружия. Также черный порох применялся для подрыва крепостных стен подземными (минными) зарядами при осаде таких городов как Будапешт (1489 г.) и Казань (1552 г.).

Начало применения пороха в горном деле, по разным источникам, относят к XVI-XVII вв. Еще в 1548 году в России дымный порох применили для взрывания скал и камней, мешавших судоходству на реках.

Первое применение пороха при взрывных работах на рудниках относится к 1627 году (проходка штольни на руднике в Словакии). При этом порох в бумажных патронах заряжали в шпуры диаметром до 50 мм и глубиной до 1 м, выбуренные вручную. Для водоизоляции патроны покрывали смолой. Заряженные шпуры забивали глиной, а пороховой заряд поджигали с помощью выводной пороховой трубки.

Начиная с 1632 г. порох начали применять при взрывных работах на серебряных рудниках Швеции. К концу XVII века взрывные работы с помощью пороха стали широко распространенными в горной промышленности многих стран.

В течение нескольких столетий (до середины XIX века) черный порох оставался единственным практически применяемым взрывчатым веществом (ВВ), хотя, начиная с последней четверти XVIII века, были открыты и другие ВВ. Так, в 70-80-х годах XVIII века французские химики А. Лавуазье и К. Бертолле изобрели взрывчатую смесь на основе хлората калия (бертолетовой соли), однако взрыв на заводе, где готовилось это хлоратное ВВ, отодвинул его изготовление на многие годы. В 1771 году П. Вульфом был синтезирован тринитрофенол (пикриновая кислота), являющийся мощным бризантным ВВ, но его взрывчатые свойства и способность детонации стали известными лишь в 1873 году благодаря исследованиям Г.Шпренгеля.

Бурное развитие промышленности в XIX веке привело к созданию новых средств инициирования пороховых зарядов (СИ) и новых ВВ.

В 1812 году видный русский ученый П. Л. Шиллинг впервые применил электрический воспламенитель для взрывания пороховых зарядов. Для тех же целей в 1831 году в Англии был изобретен огнепроводный шнур, который по имени изобретателя называли бикфордовым. Эти изобретения значительно упростили и сделали более безопасным подрыв пороховых зарядов.

Основу развития ВВ во второй половине XIX века положил синтез итальянцем А. Собреро в 1847 году мощного бризантного ВВ - нитроглицерина, сыгравший большую роль в замене черного пороха на более мощные бризантные ВВ в горном деле. Это вещество сразу же вызвало большой интерес у химиков и специалистов взрывного дела, особенно в России. Уже в 1854 году известный русский ученый академик Н. Н. Зинин совместно с В. Ф. Петрушевским исследовал взрывчатые свойства нитроглицерина и вскоре предложил применять его в период русско-турецкой войны вместо черного пороха для снаряжения мин и гранат. В 60-х годах XIX века под руководством В. Ф. Петрушевского было разработано и испытано такое ВВ, как динамит Петрушевского, состоявший из жидкого нитроглицерина и углекислого магния, который выполнял роль поглотителя жидкого нитроглицерина.

Параллельно с работами русских ученых и инженеров широкие исследования по взрыванию нитроглицерина и его смесей, а также по разработке промышленной технологии получения нитроглицерина были выполнены шведским инженером Альфредом Нобелем, жившем в те годы в России и знавшем об опытах Н. Н. Зинина и В. Ф. Петрушевского.

Альфред Бернхард Нобель (рис.1.6) родился в 1833 г. в Стокгольме. В 1842 г. вся его семья приехала в Россию. В 1850 г., когда Альфред достиг 17-летнего возраста, он отправился в продолжительное путешествие по Европе, во время которого посетил Германию, Францию, а затем Соединенные Штаты Америки. Вернувшись в Санкт-Петербург через три года, Альфред Нобель начал работать в компании отца, которая специализировалась на производстве боеприпасов в ходе Крымской войны (1853-1856 гг.). В 1858 г. компания стала переживать финансовый кризис, поэтому А. Нобель с родителями вернулись в Стокгольм. Возвратившись в Швецию, Альфред посвятил все свое время механическим и химическим экспериментам, получив при этом три патента на изобретения. Эта работа поддержала его последующий интерес к экспериментам, осуществлявшимся в маленькой лаборатории, которую его отец оборудовал в своем имении в пригороде столицы.



Рис.1.6. Альфред Бернхард Нобель

Хотя нитроглицерин как самостоятельное взрывчатое вещество при правильном употреблении был эффективным материалом для взрывных работ, он оставался чрезвычайно опасным в применении и вследствие этого повинным во многих катастрофических несчастных случаях. Поэтому Нобель постоянно искал пути стабилизации нитроглицерина. Он предложил смешивать жидкий нитроглицерин с химически инертным пористым веществом - кизельгуром (инфузорной землей, диатомитом), являющимся абсорбирующим материалом. Запатентованное в 1867 г. новое взрывчатое вещество было названо динамитом или безопасным взрывчатым порошком Нобеля. В последующие годы А. Нобель построил заводы по производству динамита в Германии (Гамбург), в Швеции (Стокгольм), во Франции и других странах. С этого времени динамиты стали широко применяться во всех странах для разрушения крепких горных пород. В дальнейшем развитие также получили более стабильные и мощные пластичные ВВ (желатин-динамиты), в которых нитроглицерин связан нитроклетчаткой (коллоидным хлопком).

В 1867 году он запатентовал в Великобритании первый капсюль-детонатор (запал Нобеля), представляющий собой медную гильзу с начинкой из гремучей ртути, которая была открыта еще в 1799 году английским химиком Э. Говардом.

В год своей смерти (1896 г.) А. Нобель владел 93 предприятиями, выпускающими ежегодно около 66,5 тыс. т взрывчатых веществ, включая кроме всех видов динамитов боевые заряды снарядов и бездымный (баллиститный) порох, которые Нобель запатентовал в период между 1887 и 1891 гг.

В 1867 году шведские инженеры И. Норбин и И. Ольсен запатентовали аммониты, составы гораздо более безопасные, чем динамиты. Ими были предложены взрывчатые смеси, состоящие из аммиачной селитры и древесного угля или горючих органических соединений. Уже в 1869 году в небольших количествах ВВ этого типа под названиями аммиачный порох и аммонкрут изготавливались в Германии.

После открытия явления детонации был синтезирован ряд новых взрывчатых веществ. В 1887 году К. Мартенсом был получен тетрил, в 1890 году Т. Курциусом – азид свинца, в 1894 году Толленом и Виганом – тэн, в 1897 году Ленце – гексоген. Эти ВВ с начала XX века сами по себе или в составе взрывчатых смесей получили широкое применение в боеприпасах, в средствах инициирования, при производстве взрывных работ.

Детонирующий шнур, предназначенный для инициирования зарядов ВВ, был изобретен в 1879 году. В то время его сердцевина состояла из гранулированного пироксилина.

С конца 80-х годов XIX столетия начинают широко применять, особенно в угольных шахтах, аммониты – механическую смесь аммиачной селитры с различными взрывчатыми и горючими добавками. Использование аммонитов позволило постепенно заменить динамиты, повысив тем самым безопасность работ в горной промышленности.

С 1891 года быстро растет производство полученного еще в 1863 году И. Вильдбрандтом тротила, основанное на успехах коксохимии, поскольку тротил образуется при нитрации толуола, являющегося продуктом перегонки каменного угля смесью азотной и серной кислот. Высокая безопасность и стойкость тротила обеспечили ему ведущее положение среди других ВВ.

В России до 30-х годов XX века преимущественно применялись нитроглицериновые ВВ: 93 % гремучий студень, 88 % и 83 % взрывчатые желатины, 62 % динамит, а также 29 % и 12 % гризутины на аммиачной селитре.

В 1932-1936 гг. в связи с возрастанием объема взрывных работ были разработаны и внедрены в производство первые недорогие двухкомпонентные аммониты. Тогда же была начата разработка мелкодисперсных аммиачно-селитренных смесей взрывчатых смесей без нитросоединений, названных динамонами.

С 50-60-х годов XX века в зарубежных странах и в СССР широкое развитие получили гранулированные ВВ, в т. ч.: простейшие смесевые ВВ типа АС-ДТ (аммиачная селитра + дизельное топливо) – игданиты, гранулиты; гранулированные смеси тротила и аммиачной селитры: граммониты; а также водосодержащие ВВ, получаемые на местах производства взрывных работ из горячих растворов селитр путем смешивания их с твердыми компонентами (тротилом, алюминием, кристаллической селитрой и др.): акватолы, ифзаниты и др.

Последние десятилетия широкое применение в мировой практике получили эмульсионные ВВ как разновидность простейших аммиачно-селитренных смесей, отличие которых от смесей типа АС-ДТ состоит в том, что в них жидкое горючее покрывает тонкой пленкой капли насыщенного раствора аммиачной селитры, образуя так называемую обратную эмульсию.

Современный ассортимент отечественных промышленных ВВ достаточно широк и насчитывает до 100 наименований ВВ, предназначенных для различных условий использования.

Основной мировой тенденцией в развитии ассортимента промышленных ВВ является применение взрывчатых составов, не имеющих в своем составе взрывчатых компонентов и изготавливаемых вблизи мест производства взрывных работ (гранулиты, эмульсионные ВВ и др.). В развитых зарубежных странах объем применения таких ВВ составляет 80-90 % от общего количества взрывчатых веществ, используемых в стране, а в России в настоящее время около 50 %.

1.3. Современные виды взрывных работ

Древнейшими областями применения взрывчатых веществ являются военное дело и горная промышленность. Поскольку в военном деле применяются совершенно другие виды взрывчатых веществ и средств инициирования, чем в промышленности, в дальнейшем в рамках курса ассортимент военных ВВ и СИ нами рассматриваться не будет.

В настоящее время области применения взрывных работ в промышленности чрезвычайно разнообразны – от горнодобывающих предприятий до металлургических комбинатов, от геологоразведочных и геофизических работ до высокотехнологичных производств, связанных со штамповкой и сваркой крупногабаритных металлических изделий.

Основными (общими) видами взрывным работ в горной промышленности являются:

взрывные работы на открытых горных разработках;

взрывные работы подземных выработках угольных и сланцевых шахт, опасных по газу и взрывам пыли;

взрывные работы в подземных выработках угольных и сланцевых шахт, не опасных по газу и взрывам пыли;

взрывные работы в подземных выработках рудников, опасных по газу и взрывам пыли;

взрывные работы в подземных выработках рудников, не опасных по газу и взрывам пыли.

Кроме общих существует достаточно много видов специальных видов взрывных работ, а именно:

взрывные работы при сейсморазведке;

прострелочно-взрывные работы в нефтяных, газовых, водяных и других скважинах – в частности, для повышения дебита скважин;

рыхление мерзлых грунтов;

взрывные работы на болотах;

взрывание льда;

подводные взрывные работы;

разрушение горячих массивов;

обработка материалов энергией взрыва (резка, сварка, упрочнение, штамповка и др.);

валка зданий, сооружение, дробление фундаментов;

корчевка пней, валка леса, ликвидация заторов при лесосплаве;

борьба с лесными пожарами.

Студенты, обучающиеся на технологических специальностях направления «Горное дело», по окончании высшего учебного заведения при условии сдачи квалификационного экзамена на право руководства взрывными работами и получения Единой книжки взрывника получают право руководства при одном из общих видов взрывных работ.

Контрольные вопросы

1. Выделите основные этапы развития взрывных работ в горном деле.
2. Укажите имена исследователей, оказавших значительное влияние на процесс создания и совершенствования взрывчатых веществ.
3. Какова роль Альфреда Нобеля в создании новых средств инициирования и новых взрывчатых веществ?
4. Назовите основные виды взрывных работ в горной промышленности.
5. Перечислите специальные виды взрывных работ в различных отраслях промышленности и народного хозяйства.

Раздел I. СПОСОБЫ БУРЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ БУРЕНИЯ ШПУРОВ И СКВАЖИН

Лекция 2

СПОСОБЫ БУРЕНИЯ ШПУРОВ И СКВАЖИН

2.1. Классификация и общая характеристика способов бурения шпуров и скважин

Разрушение скальных горных пород производится с помощью зарядов взрывчатых веществ, размещаемых в зарядных камерах, в частности, в шпурах и скважинах.

Шпур – искусственное цилиндрическое углубление в горной породе (бетоне и др.) диаметром до 75 мм и глубиной до 5 м.

Скважина – искусственное цилиндрическое углубление диаметром более 75 мм при глубине до 5 м и любого диаметра при глубине более 5 м.

Бурением называется процесс последовательного разрушения горной породы буровым инструментом на забое шпура или скважины и удаления продуктов разрушения на поверхность (водой, воздухом или шнеком).

Основным способом бурения взрывных шпуров и скважин является механическое бурение, которое подразделяется на следующие способы:

вращательное бурение (ручные и колонковые сверла, буровые станки шнекового бурения);

ударное бурение (станки ударно-канатного бурения – собственно ударное бурение; переносные, колонковые и телескопные перфораторы – ударно-поворотное бурение; погружные перфораторы – ударно-вращательное бурение);

вращательно-ударное бурение.

При вращательном бурении инструмент вращается вокруг оси, совпадающей с осью шпура или скважины, и одновременно с определенным усилием подается на забой. Величина усилия задается из расчета превышения предела прочности породы на вдавливание на площади контакта режущих лезвий инструмента с породой. При этом происходит последовательное скалывание частиц породы с забоя и углубление инструмента по винтовой линии (срез). Удаление продуктов разрушения может производиться механическим способом с помощью витых штанг (при бурении шпуров), шнеков (при бурении скважин), промывкой забоя водой или продувкой воздухом.

При ударном бурении с помощью ударника инструмент наносит удар по забою и разрушает породу под лезвием. После каждого удара инструмент поворачивается на некоторый угол, обеспечивая получение круглого сечения шпура или скважины.

Разрушение при этом происходит только за счет внедрения инструмента в породу при ударе.

Ударно-поворотное бурение является одним из видов ударного бурения, при котором инструмент поворачивается только в промежутках между ударами вмонтированным в перфоратор поворотным устройством.

Разрушение происходит за счет внедрения инструмента в породу при ударе и за счет скалывания секторов породы, образующихся между двумя смежными ударами.

При ударно-вращательном бурении периодические удары наносятся по непрерывно вращающемуся инструменту.

Разрушение, в первую очередь, происходит за счет ударного внедрения инструмента в породу.

При вращательно-ударном бурении удары наносятся по непрерывно вращающемуся инструменту, прижимаемому к забою со значительно большим (в 10 раз) усилием, чем при ударно-вращательном способе.

Разрушение происходит как за счет срезающего усилия (вращательный способ), так и за счет внедрения инструмента в забой (удар).

Бурение шарошечными долотами при долотах чистого качения относится к ***ударному***, а при долотах, в которых зубцы наряду с перекатыванием по забою срезают породу скользящим движением вдоль забоя (долота со скольжением), - ***к вращательно-ударному способам.***

Кроме механических способов бурения различают:

огневое бурение, при котором разрушение породы происходит за счет термических напряжений, возникающих при быстром нагревании поверхности породы потоками раскаленных газов, истекающих из сопел горелки с высокой скоростью;

взрывное бурение, при котором разрушение породы происходит за счет последовательных микровзрывов на забое;

электроимпульсное бурение, при котором разрушение породы происходит за счет электрического пробоя участка забоя скважины высоковольтным (до 200 кВ) разрядом.

2.2. Механизм разрушения пород при различных способах бурения

2.2.1. Вращательный способ бурения

Процесс разрушения породы лезвием резца при вращательном способе бурения состоит в последовательном сколе породы в виде элементов стружки за счет воздействия определенного объема разрушенной породы (главного объема давления), находящейся перед передней гранью лезвия резца (рис. 2.1).

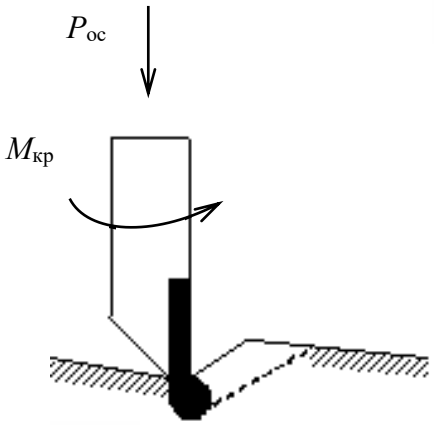


Рис. 2.1 Механизм разрушения породы при вращательном бурении

С увеличением осевого усилия на инструмент скорость бурения увеличивается до некоторого предела, при котором ее дальнейший рост замедляется из-за недостаточно эффективного удаления продуктов разрушения с забоя (рис. 2.2, а). Наилучшие условия для бурения имеются на участке II , где скорость бурения увеличивается пропорционально осевому усилию $P_{ос}$. При малых значениях $P_{ос}$ (участок I) разрушение носит характер истирания и неэффективно для бурения. При чрезмерно больших $P_{ос}$ (участок III) резко возрастает абразивный износ и число поломок лезвий.

С увеличением частоты вращения скорость бурения сначала пропорционально увеличивается, а затем темп роста снижается и возникают сильные вибрации инструмента (рис. 2.2, б).

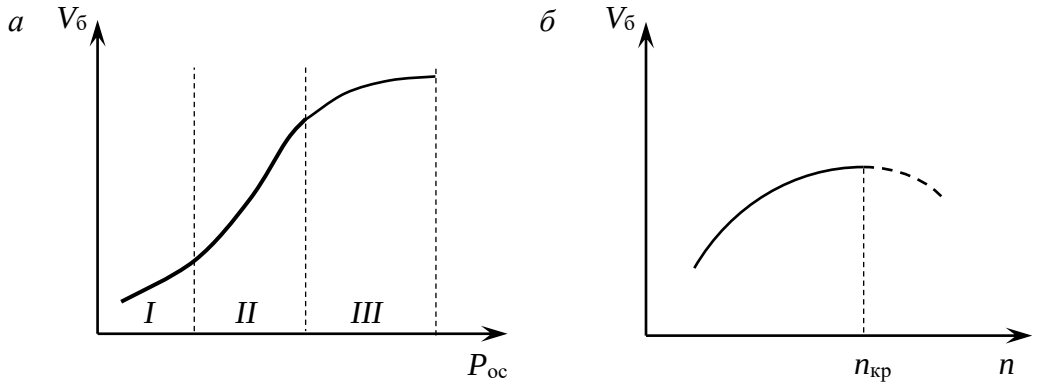


Рис.2.2. Зависимость скорости бурения $V_б$:
а - от величины осевого усилия $P_{ос}$; б - от частоты вращения n

С увеличением коэффициента крепости горных пород рациональные значения осевого усилия возрастают, а частоты вращения уменьшаются (рис. 2.3).

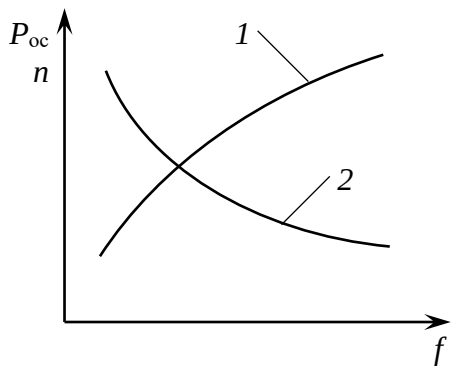


Рис.2.3. Зависимость рациональных параметров бурения от крепости горных пород:
1 – от осевого усилия; *2* – от частоты вращения.

Во всех случаях целесообразно принимать максимально возможные осевые усилия (по техническим характеристикам сверл), а частоту вращения необходимо выбирать исходя из допустимого уровня вибраций при бурении. С увеличением коэффициента крепости скорость вращательного бурения снижается, а удельный износ инструмента возрастает.

2.2.2. Ударный способ бурения

При внедрении лезвия инструмента в забой вокруг него образуется зона тонкоизмельченной породы (рис. 2.4). При достаточной энергии контур зоны разрушения в сечении имеет форму элемента окружности, к которой примыкает зона породы, разрушенной радиальными трещинами на секторы. У поверхности забоя трещины изгибаются и, выходя на поверхность, образуют зону скола. После завершения разрушения лезвие следует повернуть на такой угол, чтобы при следующем внедрении произошел скол секторов породы между проекциями двух смежных ударов по забою.

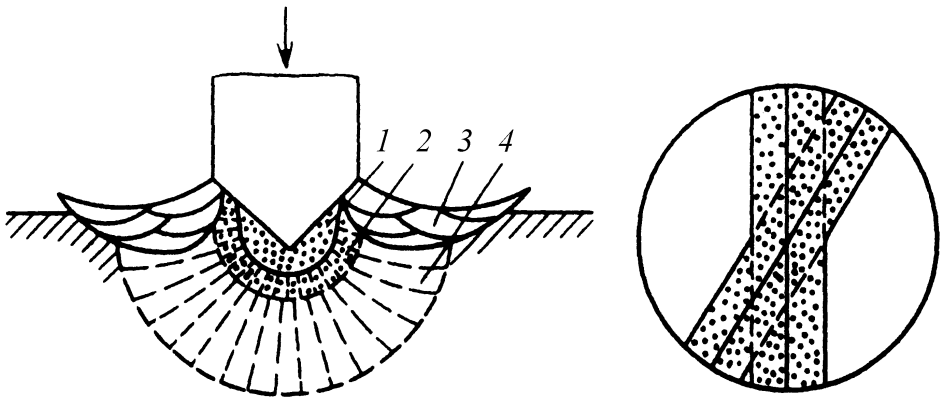


Рис. 2.4. Механизм разрушения горной породы при ударно-поворотном бурении:
1 – зона измельчения; *2* – разрушенный слой; *3* – зона скола; *4* – зона растрескивания

Одним из наиболее распространенных видов ударного бурения является ударно-поворотное бурение, реализуемое в бурильных машинах, называемых перфораторами. Скорость ударно-поворотного (перфораторного) бурения зависит от величины осевого усилия, давления сжатого воздуха, диаметра и глубины буримых шпуров.

Зависимость скорости бурения от величины осевого усилия приведена на рис. 2.5.

Участок I кривой характеризуется недостаточным усилием подачи и низкой скоростью бурения. Амплитуда отскока штанги большая. Общее время контакта

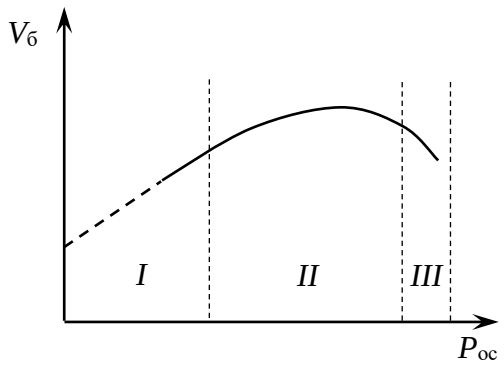


Рис.2.5. Зависимость скорости ударно-поворотного бурения от величины осевого усилия

лезвия коронки с поверхностью породы непродолжительно; поршень совершает много холостых ударов в период отсутствия контакта коронки с породой.

Участок II кривой характеризуется оптимальным усилием подачи, обеспечивающим максимальную скорость бурения, минимальный отскок машины и лучшую передачу энергии в системе «поршень – бур – порода». Лезвие коронки находится в контакте с поверхностью забоя шпура при каждом ударе. Это обеспечивает эффективное разрушение породы и уменьшает износ коронки. Оптимальные величины осевого усилия составляют для легких, средних и тяжелых переносных перфораторов 400, 800 и 1200 кН соответственно.

Участок III кривой характеризуется чрезмерной величиной усилия подачи, при которой поворот бура становится затруднительным, нормальный режим работы перфоратора нарушается, он работает с перебоями. Дальнейшее повышение величины усилия прекращает вращение бура и приводит к остановке бурильной машины.

2.2.3. Вращательно-ударный способ бурения

Для бурения шпуров в породах средней (f = 6-8) и выше средней крепости применяют бурильные машины, реализующие вращательно-ударный способ бурения.

При вращательно-ударном бурении порода разрушается за счет действия ударных ($P_{уд}$) и статических ($P_{ос}$) нагрузок, которые передаются постоянно вращающемуся инструменту вращателем машины с крутящим моментом $M_{кр}$. Схема усилий, прилагаемых к породоразрушающему инструменту при вращательно-ударном бурении, приведена на рис.2.6.

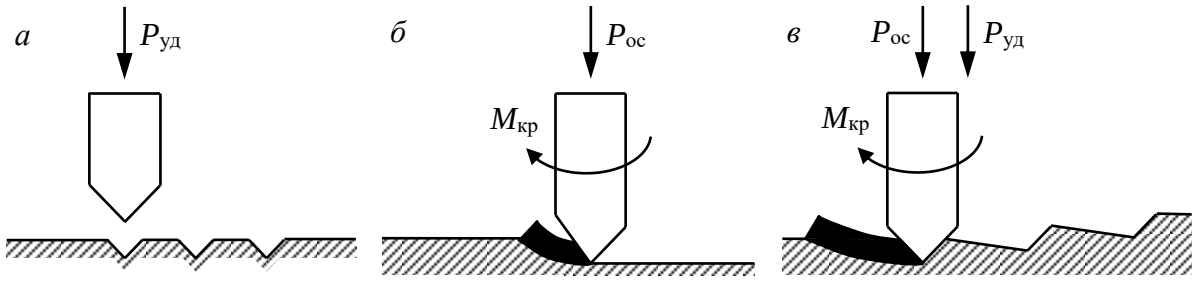


Рис. 2.6. Схемы усилий при ударном (*а*), вращательном (*б*) и вращательно-ударном (*в*) бурении

Эффект разрушения при вращательно-ударном бурении получается значительно большим, чем при простом сложении объемов разрушения от ударного и вращательного бурения.

Под действием ударной нагрузки лезвие коронки внедряется в породу и образует зону разрушения, распространяющуюся на расположенную рядом зону, которая скалывается в сторону вращения лезвия.

Большая глубина внедрения достигается за счет повышенного осевого усилия и крутящего момента, которые создаются отдельными механизмами подающего и вращающего узлов бурильной машины. Непрерывный контакт лезвий коронок с породой обеспечивает лучшее использование энергии удара.

Диапазон осевых усилий подачи подразделяется на три характерные зоны, приведенные на рис. 2.7.

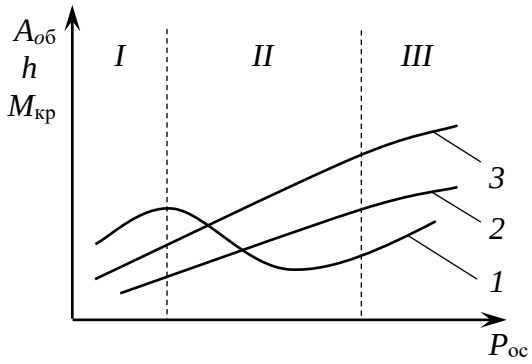


Рис. 2.7. Зависимость удельной объемной работы разрушения $A_{об}$ (*1*), глубины разрушения h (*2*) и крутящего момента $M_{кр}$ (*3*) от величины осевого усилия подачи $P_{ос}$

Участок I кривой характеризуется осевым усилием подачи до 1 кН для пород средней крепости и 2,5 кН для крепких пород. Процесс в этой зоне аналогичен процессу ударно-поворотного и ударно-вращательного бурения, когда лезвие коронки выходит из углубления, образованного при ударном воздействии. Разрушения породы в забое шпура за счет вращения не происходит.

Участок II кривой характеризуется диапазоном усилий 1,0-7,5 кН для пород средней крепости и 2,5-12,5 кН для крепких пород. В этой зоне разрушение породы происходит за счет ударных нагрузок и вращательного движения породоразрушающего инструмента. При вращении инструмента происходит уменьшение толщины снимаемой стружки, так как усилие подачи недостаточно, и лезвие отжимается от забоя шпура. Увеличение осевого усилия подачи приводит к увеличению углубления шпура за один оборот бурового инструмента. При этом эффективность процесса разрушения породы увеличивается, а объемная работа разрушения уменьшается.

Участок III охватывает диапазон осевых усилий подачи, превышающих оптимальные. В этой зоне разрушение породы при бурении происходит за счет вращательного движения инструмента при меньшем влиянии на процесс ударных нагрузок. Удельная объемная работа разрушения увеличивается с увеличением осевого усилия подачи.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под определением «шпур» и в чем его отличие от скважины?
2. Кратко охарактеризуйте основные способы бурения шпуров и скважин (механическое, огневое, взрывное, электроимпульсное).

3. На какие способы подразделяется механическое бурение? В чем их принципиальное отличие?

4. Охарактеризуйте вращательный способ бурения: его сущность, закономерности и область применения.

5. Охарактеризуйте ударный способ бурения: его сущность, закономерности и область применения.

6. Охарактеризуйте вращательно-ударный способ бурения: его сущность, закономерности и область применения.

Лекция 3

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ БУРЕНИЯ ШПУРОВ И СКВАЖИН

3.1. Оборудование для бурения шпуров

Бурение шпуров может производиться вращательным, ударно-поворотным и вращательно-ударным способами.

3.1.1. Вращательное бурение шпуров

Бурильные машины вращательного бурения (сверла) по роду потребляемой энергии делятся на электрические, пневматические и гидравлические, а по мощности и способу установки – на ручные и колонковые.

Ручные сверла (электрические и пневматические) предназначены для бурения шпуров диаметром до 50 мм и глубиной до 3 - 4 м в слабых породах с коэффициентом крепости по шкале проф. М. М. Протодьяконова:

$f \leq 2$ – при осевом усилии до 0,3 – 0,40 кН (сверла без принудительной подачи);

$f \leq 4$ – при осевом усилии до 3,0 кН (сверла с принудительной подачей).

Ручные сверла имеют мощность двигателя от 1,0 до 1,4 кВ. Масса ручных сверл без принудительной подачи находится в пределах 16,0 – 17,0 кг (ЭР14Д-2М, СЭР-19М, ЭР18Д-2М), сверл с принудительной подачей – 24,0 кг (ЭРП18Д-2М).

Ручные электросверла принципиально выполнены одинаково, отличаются только некоторыми конструктивными параметрами. Схематичное изображение электросверла приведено на рис. 3.1.

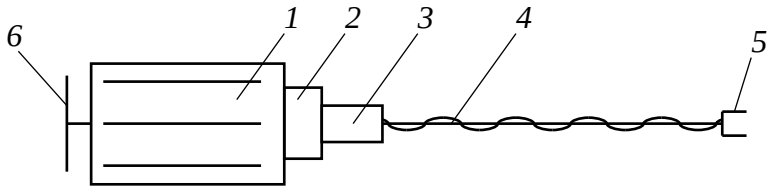


Рис. 3.1. Схематичное изображение электросверла

Оно состоит из электродвигателя *1*, который через понижающий редуктор *2* вращает патрон шпинделя *3*, в который вставляется витая буровая штанга *4* с резцом *5*. Для охлаждения электродвигателя на его оси в противоположной шпинделю стороны установлена крыльчатка вентилятора *6* (под защитным кожухом).

В ручных электросверлах с принудительной подачей имеется специальный механизм, который расположен на корпусе редуктора и состоит из червячной пары и барабана с навитым на него тросиком. Конец тросика с помощью распорной колонки или другими способами закрепляется на забое. Это позволяет при вращении барабана червячной парой обеспечивать осевое усилие инструмента на забой шпура (натяжение тросика) до 3,0 кН.

Ручные пневмосверла применяют в условиях, когда основным видом энергии в забое является энергия сжатого воздуха, или в выработках, в которых по условиям газового режима электрические сверла использовать нельзя. Пневмосверло СР-3 в отличие от электросверл имеет ротационный электродвигатель, а в остальном его конструкция аналогична электросверлам.

Колонковые электросверла в отличие от ручных позволяют бурить шпуры в породах средней крепости ($f \leq 8$) за счет механизированной подачи сверла на забой. По способу подачи они подразделяются на бурильные машины с механической (винтовой) и гидравлической подачей.

Электросверла с винтовой подачей имеют постоянный ход резца на один оборот шпинделя, а у электросверл с гидравлической подачей обеспечивается плавное поступательно-возвратное движение шпинделя, не зависящее от скорости его вращения. Осевое усилие на забой у колонковых электросверл может изменяться в широких пределах (от 2 до 15 кН).

При вращательном бурении шпуров применяют резцы с лезвиями, армированными пластинками твердого сплава (рис. 3.2).

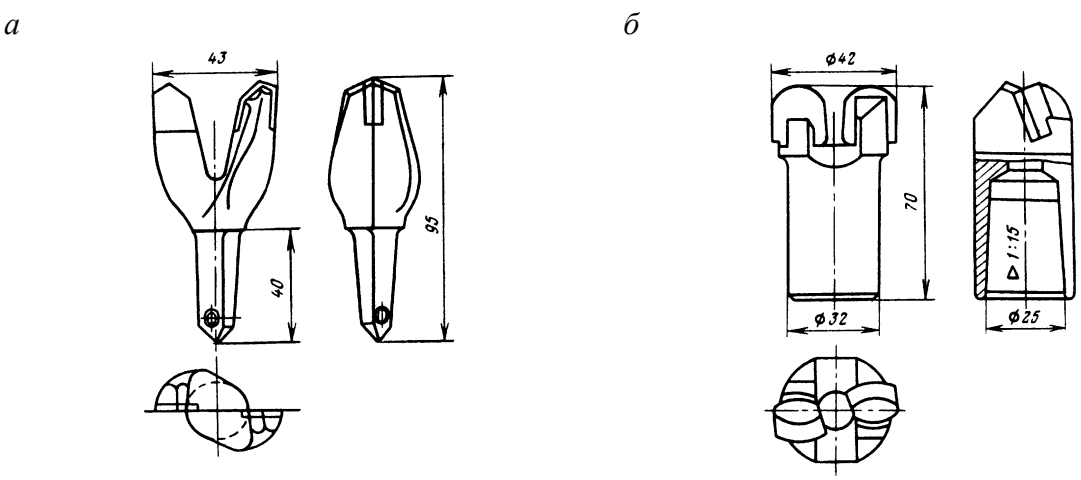


Рис.3.2. Резцы для вращательного бурения шпуров:
а – угольные (РУ-4М); б – породные (РП-42-2)

Стальные витые штанги для вращательного бурения шпуров изготавливают ромбического (*а*), прямоугольного (*б*) или круглого сечений (рис. 3.3).

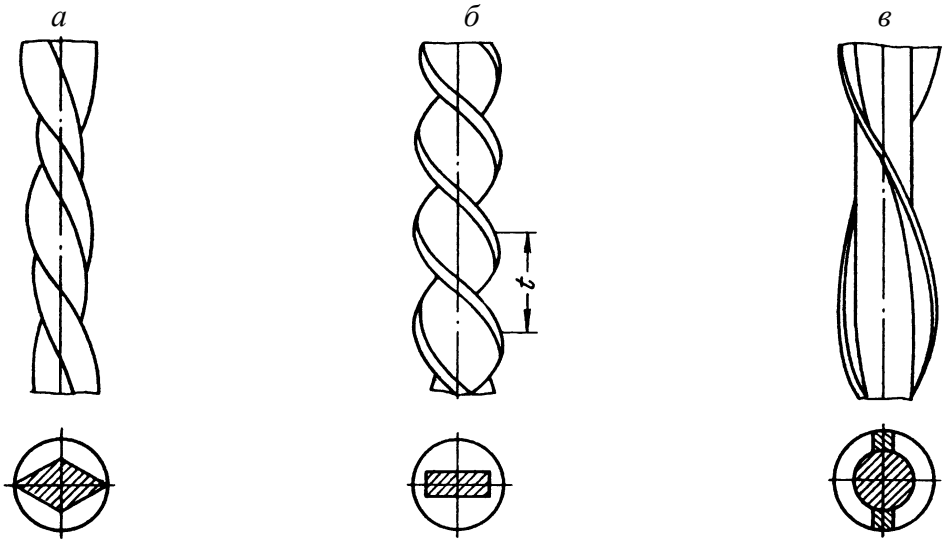


Рис. 3.3. Стальные витые штанги

При вращательном бурении с промывкой водой применяют шестигранные или круглые штанги с центральным отверстием диаметром 6–8 мм.

3.1.2. Ударно-поворотное бурение шпуров

Ударно-поворотное бурение шпуров осуществляется пневматическими и гидравлическими перфораторами. Они имеют наименьшую относительную массу на единицу развиваемой мощности, невелики по габаритным размерам, просты в обслуживании и успешно бурят породы любой крепости.

Перфораторы делятся на переносные, колонковые и телескопные.

Переносные перфораторы, имеющие массу до 31,5 кг, применяются для бурения шпуров при проходке горных выработок, подземной разработке рудных залежей и угля, при дроблении негабарита и др.

Переносные перфораторы подразделяются на легкие (энергия единичного удара до 36 кДж), средние (до 54 кДж), тяжелые (63 кДж).

Переносные перфораторы устанавливают на пневматических поддержках, обеспечивающих нормальные условия бурения и создание осевого усилия на забой шпура.

Колонковые перфораторы, имеющие повышенную энергию удара (90 – 150 кДж), устанавливаются на специальных распорных колонках или на манипуляторах буровых кареток. Масса колонковых перфораторов (ПК-50, ПК-60, ПК-75) составляет 50 - 75 кг.

Для бурения восходящих шпуров (при проходке восстающих, при бурении шпуров под анкерную крепь) применяют телескопные перфорато-

ры, условно соединяющие между собой перфоратор и пневмоподдержку, соединенные по одной оси.

Перфораторы, как правило, работают с промывкой шпуров водой или, что реже, с сухим пылеотсосом.

Буровой инструмент для бурения перфораторами состоит из составных буров и коронок. Составные буры (рис. 3.4) имеют штангу *1* с хвостовиком и съемную коронку *2*, армированную твердым сплавом *3*. Съемные коронки имеют резьбовое или конусное (под углом соединения $3^{\circ}30'$).

Для бурения мягких пород угол при вершине лезвия должен составлять около 90°, для пород средней крепости – 100 – 110°, для крепких пород – 120°.

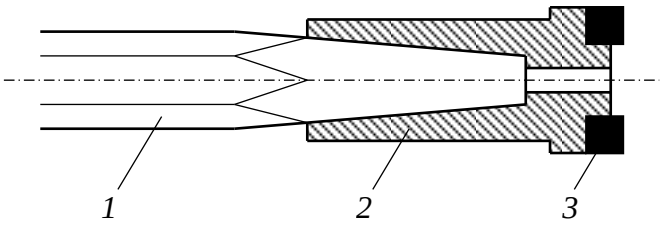


Рис. 3.4. Бурильный инструмент для бурения шпуров:
1 – штанга, *2* – крестовая коронка; *3* – пластинки твердого сплава

Наибольшее распространение получили коронки долотчатой и крестовой формы (рис. 3.5). Коронки долотчатой формы обеспечивают наибольшую скорость бурения в монолитных породах. Коронки крестовой формы применяют для бурения шпуров в трещиноватых породах.

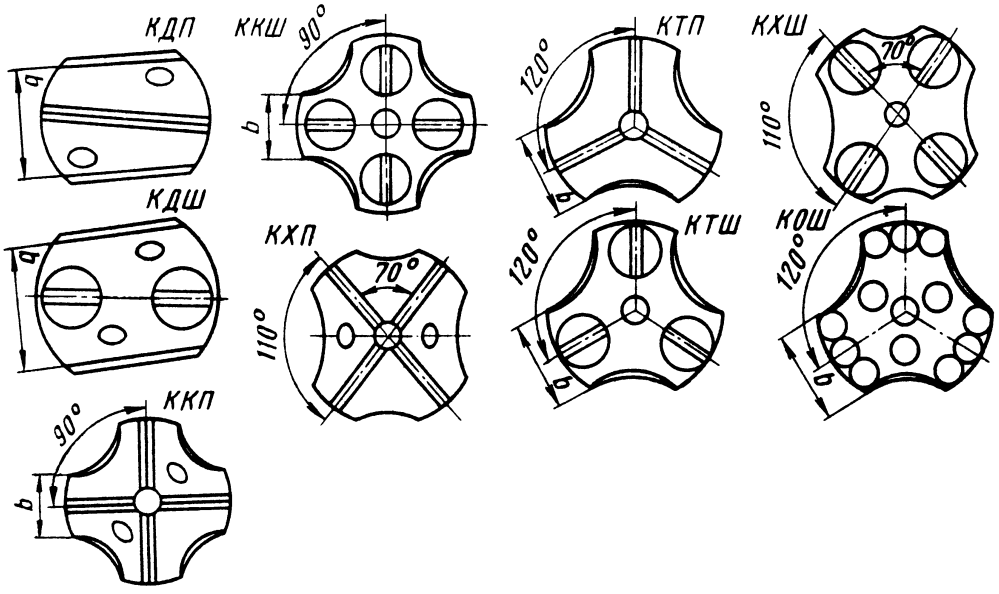


Рис. 3.5. Коронки для переносных перфораторов

При бурении происходит затупление лезвий коронки, износ ее по диаметру. Поэтому при затуплении коронки следующую берут меньшего диаметра на 1-2 мм.

Набор коронок, необходимых для выбуривания шпура, называют комплектом. Штанги для бурения перфораторами изготавливаются, как правило, из стали шестигранного сечения.

3.1.3. Вращательно-ударное бурение

Бурильные машины вращательного-ударного действия универсальны: в породах с $f \leq 8$ они работают в режиме вращательного бурения с отключенным ударным механизмом, а в породах с $8 \leq f \leq 16$ – в режиме вращательно-ударных.

Вращательно-ударные бурильные машины используют в бурильных установках, например БУ–1. По конструкции универсальные машины этого типа выпускают с гидравлическими, пневматическими и механическими ударниками.

Пневматическая бурильная машина БГА–1 м предназначена для бурения шпуров в крепких породах с $f \leq 16$. Машина БГА–1м состоит из пневмомотора *1*, редуктора *2*, резинового амортизатора *3*, пневмоударника *4*, патрона *5*, редуктора *6*, бокового вала *7*, кожуха *8* и корпуса *9* (рис. 3.6.).

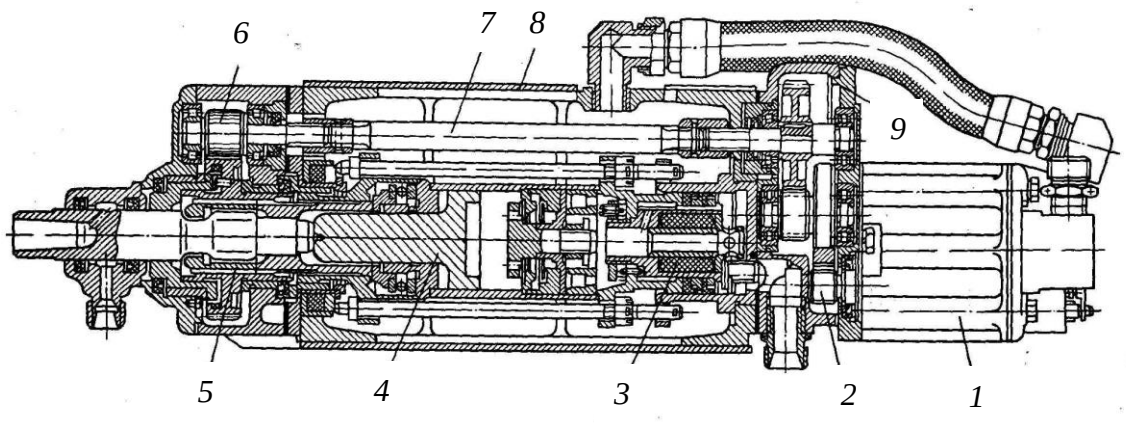


Рис. 3.6. Пневматическая бурильная машина БГА–1м

3.2. Бурение скважин

3.2.1. Вращательное бурение

Вращательное (шнековое) бурение вертикальных и наклонных скважин применяется на карьерах в породах с коэффициентом крепости $f \leq 6$. Разрушение породы в забое осуществляется резцами, удаление бурового шлама из забоя – штангами-шнеками.

Легкие станки шнекового бурения (СБР-125) применяются в породах с $f < 3$. Усилие на резец передается массой вращателя и бурового става (до 10 кН). Передвижение станка осуществляется шагающим механизмом.

Тяжелые станки (СБР-160), применяющиеся в породах с крепостью $f \leq 6\text{-}8$, имеют гусеничный ход. Осевое усилие на забой – до 80 кН.

3.2.2. Ударно-вращательное бурение

Бурение скважин диаметром 85-155 мм погружными пневмоударниками (ударно-вращательное бурение) применяется для бурения вертикальных и наклонных скважин на подземных горных работах, а также на карьерах небольшой и средней производительности.

На подземных горных работах широко применяется отечественный буровой станок НКР-100М (рис. 3.7) с погружным пневмоударником (рис. 3.8). Частота ударов 1200-1750 ударов/мин. Удары наносятся по хвостовику долота при постоянно вращающемся ставе. Станок устанавливают консольно на распорной колонке, позволяющей бурить круговой веер скважин глубиной до 30 м.

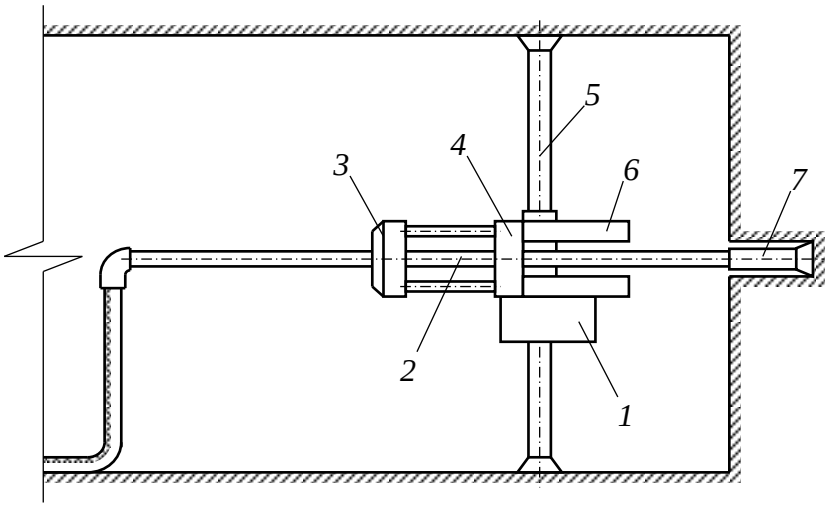


Рис. 3.7. Буровой станок пневмоударного бурения НКР-100М:
1 – двигатель; *2* – буровой став; *3* – подающий патрон; *4* – редуктор с патроном; *5* – распорная колонка; *6* – пневмоподатчик; *7* – погружной пневмоударник

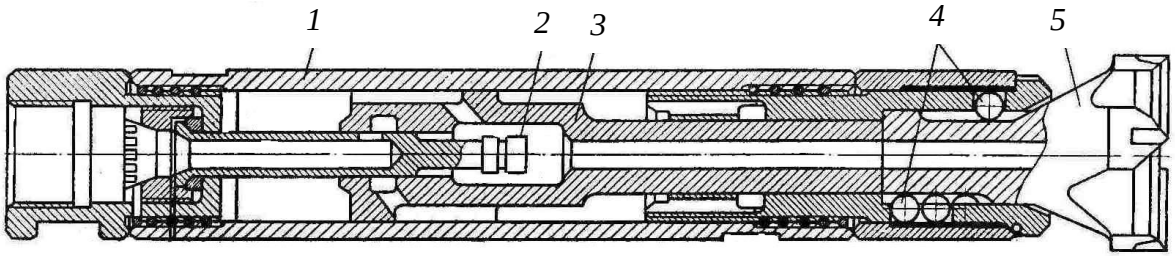


Рис. 3.8. Бесклапанный погружной пневмоударник П - 105:
1 – цилиндр; *2* – воздухораспределительное устройство; *3* – поршень-ударник; *4* – замковое крепление долота; *5* – долото

Среди передовых зарубежных стран, изготовляющих подземные буровые установки, фирма «Тамрок» занимает одно из ведущих мест. Фирма сконструировала два типа установок на пневмоколесном ходу: «Соло» (см. рис. 3.9) и «Дуо», соответственно с одной и двумя буровыми группами. Станки типа «Соло» в зависимости от типа бурильной головки имеют серии: 200, 400, 600, 800. Шасси жесткое или шарнирно-сочлененное. Возможны также различные варианты расположения бурильной головки по отношению к забою и самой установке, исполнения податчиков по длине, применения кассет для автоматического наращивания и разборки бурового става и т.д. Все это позволяет подобрать для специфических условий заказчика наиболее соответствующую конструкцию буровой машины.

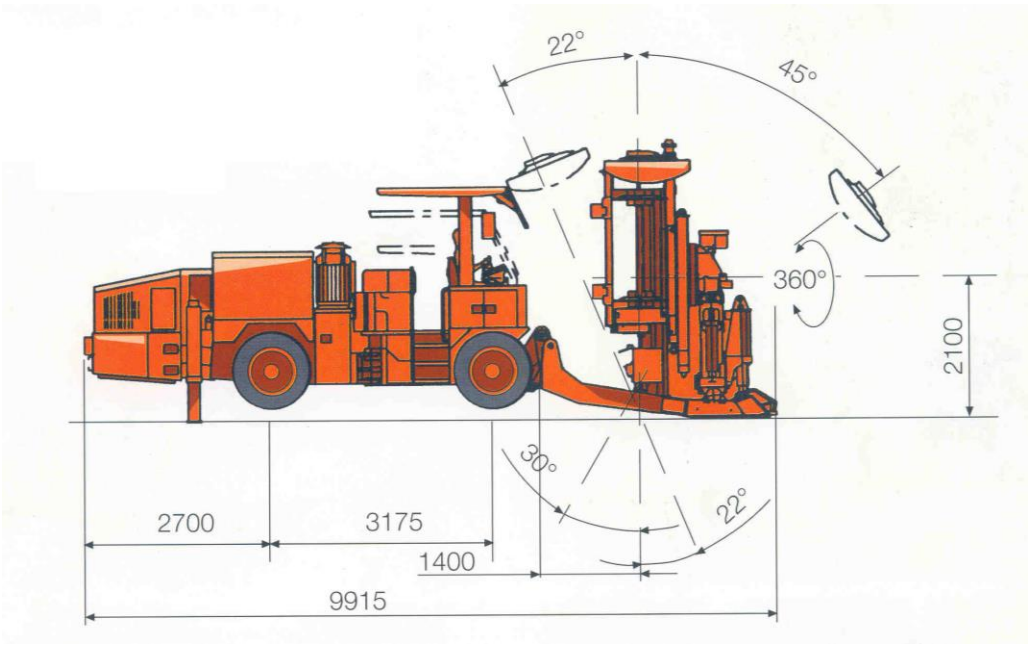


Рис. 3.9. Подземная буровая установка «Соло-200»

Финские бурильные установки просты в управлении и обслуживании. Они характеризуются высокой производительностью и надежностью в работе.

3.2.3. Шарошечное бурение

Самоходные станки шарошечного бурения СБШ-250МНА-32 предназначены для бурения вертикальных и наклонных скважин диаметром 250 мм, глубиной 32 м и используются при разработках полезных ископаемых открытым способом, при строительстве каналов и гидротехнических сооружений на монолитных, трещиноватых и обводненных породах с коэффициентом крепости 8-16 по шкале проф. М. М. Протодьяконова.

Станок является самоходной буровой установкой на гусеничном ходу с индивидуальным приводом на каждую гусеницу (рис. 3.10).

Станок СБШ-250 МНА-32КП каркасно-платформенного исполнения предназначен для шарошечного бурения взрывных скважин диаметром 251 мм и 270 мм глубиной до 32м в грунтах с коэффициентом крепости от 14 до 20 по шкале М. М. Протодьяконова на открытых горных работах.

Предусмотрена возможность эксплуатации в условиях Крайнего Севера, умеренного и тропического климата. Расчетный срок службы станка 10 лет.

Станок СБШ-160/200-40 предназначен для бурения технологических взрывных скважин диаметром 160-200 мм, глубиной до 40 м в породах и рудах крепостью f = 4-18 на открытых горных разработках нерудных полезных ископаемых, а также при выполнении работ по заоткоске уступов, бортов карьеров по предельному контуру.



Рис. 3.10. Буровой станок шарошечного бурения типа СБШ

Технические характеристики станков шарошечного бурения приведены в табл. 3.1.

Контрольные вопросы

1. Укажите оборудование для вращательного бурения шпуров, его характеристики и область применения.
2. Какие станки используются для ударно-поворотного и вращательно-ударного бурения шпуров? Укажите их особенности.
3. Охарактеризуйте оборудование, которое применяется для вращательного, ударно-вращательного и шарошечного бурения скважин, его основные характеристики и область применения.

Таблица 3.1

Технические характеристики станков шарошечного бурения

Показатель	4СБШ-200-40	5СБШ-200-36	3СБШ-200-60	СБШ-250МНА-32	РД-7	РД-10	СБШ-270ИЗ
Диаметр долота, мм	215,9; 244,5	215,9	215,9; 244,5	244,5; 269,9	244,5; 269,9	244,5; 269,9	244,5; 269,9
Глубина скважины, м, но не более	40	36	60	32	40	60	32
Направление бурения к вертикали, град.	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30
Длина штанг / ход непрерывной подачи, м	8 / 1	9,6 / 1	12 / 1	8 / 8	8;10/8;10	8;12;17,5/8;12;17,5	11 / 11
Осевое усилие, кН, не более	300	300	300	300	300	350	450
Скорость подачи / подъема бурового снаряда, м/с	0,025 / 0,51	0,025 / 0,516	0,033 / 0,51	0,017 / 0,12			6 / 12
Частота вращения долота, $с^{-1}$	0,2 – 2,5	0,25 – 2,5	0,2 – 2,16	0,2 – 2,5	0,2 – 2,5	0,2 – 2,0	0 – 1,68
Крутящий момент на вращателе, кНм	6,65 – 2,12	3,2 – 5,2	6,0	4,2			
Подача компрессора, $м^3/с$	0,417	0,417	0,417 – 0,53	0,417 – 0,53	0,53 – 0,67	0,53 – 0,67	0,67
Мощность электродвигателей, кВт:							
установленная	380	410	400	400			650
вращателя	52	52	68	68			95
компрессора	200	200	200	200			400
хода	44	44	44	44			65
Ходовое оборудование	УГ – 60 М	УГ – 60 М	Э 1602	УГ – 60 М			–
Скорость передвижения, км/ч	0,737	0,77	1,0	0,737			1,6
Давление на грунт, МПа	0,1	0,1	0,1	0,12			0,15
Габариты, мм	9180 × 4600 × 13840	10200 × 5000 × 14300	10100 × 5300 × 18400	9200 × 5450 × 15350			19035 × 6490 × 19330
Масса станка, т	55	66	65	71,5	75	90	71,5

Раздел II. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ВЗРЫВА И ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Лекция 4

ПОНЯТИЕ О ВЗРЫВЕ И ВЗРЫВЧАТОМ ВЕЩЕСТВЕ. КИСЛОРОДНЫЙ БАЛАНС ВВ. ЯДОВИТЫЕ ГАЗЫ ВЗРЫВА

4.1. Понятие о взрыве. Типы взрывов

Взрыв – это процесс чрезвычайно быстрого выделения энергии в ограниченном объеме, связанный с изменением состояния вещества.

В данном определении важно отметить то, что выделяющаяся при взрыве энергия намного больше энергии, содержащейся в окружающей среде. В зависимости от источника исходной энергии выделившаяся энергия может достигать сотен гигаджоулей на килограмм взрываемого материала. Чрезвычайно быстрое выделение энергии означает, что энергия выделяется быстрее, чем она передается окружающей среде. Выделение энергии при взрывах обычно происходит за миллионные доли секунды.

Поскольку состояние вещества может меняться на разных уровнях, различают три типа взрывов:

Физический взрыв – это процесс, при котором состояние вещества меняется только на физическом уровне без изменения его химического состава. При этом вещество из одного физического состояния (температура, давление, плотность) переходит в другое. Наиболее характерными примерами физического взрыва являются взрывы паровых котлов, баллонов со сжиженными газами, землетрясения с мгновенным выделением упругой энергии и др.

Явление физического взрыва применялось и в ограниченном объеме продолжает применяться и в настоящее время в средствах беспламенного взрывания в опасных условиях угольных шахт. Все способы беспламенного взрывания основаны на быстром образовании (накоплении) в стальных трубах, размещенных в шпурах, газов под высоким (до 10^8 Па) давлением и мгновенным их выбросом в шпур. Разработаны следующие средства беспламенного взрывания: ***гидрокс*** – образование газов происходит в результате химических реакций порошкообразных составов под действием нагревания**;** ***кардокс*** – образование газов происходит в результате быстрого испарения жидкой углекислоты при ее нагревании; ***аэрдокс*** – в толстостенную трубу, размещенную в шпуре, подается сжатый воздух под давлением $(3 \div 7)\cdot 10^7$ Па.

В качестве примера рассмотрим устройство гидрокса, сущность работы которого основана на превращении порошкообразного состава БВ-48 (состав основного заряда: аммиачная селитра, азотнокислый магний, древесная мука), помещенного в стальную трубу, в инертные газы (углекислый газ, пары воды) под высоким давлением (до $2\cdot 10^7$ Па). Газы срезают металлический диск в разрядной головке и, проникая в шпур, разрушают уголь (рис. 4.1).

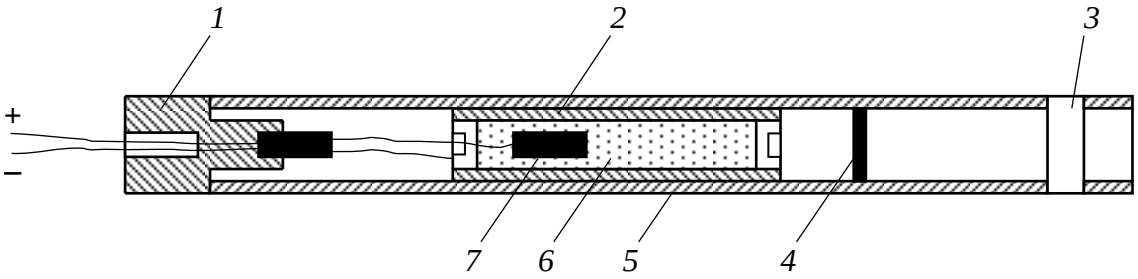


Рис. 4.1. Патрон беспламенного взрывания гидрокс:
1 – зарядная головка; *2* – оболочка заряда; *3* – разрядная головка; *4* – сменный срезаемый металлический диск; *5* – труба; *6* – основной газообразующий состав; *7* – электротермический элемент

Химический взрыв – это процесс, при котором изменяется химический состав вещества в результате окислительных химических реакций.

Химическим взрывом называется чрезвычайно быстрое выделение тепловой энергии, связанное с изменением химического состава вещества и образованием большого количества газообразных продуктов.

Таким образом, обязательными признаками химического взрыва являются:

высокая скорость реакции - 400 ÷ 9000 м/с;

большое количество газообразных продуктов – 700 - 1000 л/кг;

высокая температура газообразных продуктов в момент взрыва – 1900 – 4500° С (выделение большого количества тепловой энергии – 3400 ÷ ÷ 6000 кДж/кг).

Столь высокие температуры газов в момент взрыва имеют место из-за высокой скорости детонации, малого времени выделения энергии и незначительного теплообмена продуктов взрыва с окружающей средой.

Необходимо отметить, что только совокупность действия всех трех перечисленных признаков позволяет говорить о явлении химического взрыва.

Энергия, выделяемая при взрыве 1 кг тротила, составляет 4200 кДж/кг, тогда как энергия, выделяемая при сгорании 1 кг керосина, – 47000 кДж/кг, каменного угля – 29000 кДж/кг, березовых дров – более 18000 кДж/кг. Следовательно, потенциальная энергия вещества не является достаточной характеристикой его взрывчатых свойств.

Одной из основных характеристик взрывчатых веществ является скорость распространения реакции. В обычных горючих веществах окислительные реакции, идущие за счет внешнего кислорода, протекают с относительно невысокой скоростью. Во взрывчатых веществах реакция взрывчатого превращения (детонация) распространяется путем окисления горючих элементов кислородом, входящим в состав молекул компонентов ВВ. За счет этого скорость распространения окислительной реакции достигает у основных промышленных ВВ 3-5 км/с.

Поэтому действие взрыва заряда ВВ характеризуется его мощностью. Так, при взрыве патрона аммонита 6ЖВ массой 200 г (длина патрона $L_П$ = 200 мм) при энергии взрыва 4190 кДж/кг выделяется 838 кДж. При скорости детонации W = 3,5 км/с время взрыва $t = L_П / W = 0{,}2 / 3500 \approx$ $\approx 5{,}7 \cdot 10^{-5}$ с, а выделяемая в момент взрыва мощность

$$N = \frac{838 \cdot 10^3}{5{,}7 \cdot 10^{-5}} \approx 15 \cdot 10^8 \text{ Дж/с } (14{,}6 \cdot 10^6 \text{ кВт}).$$

Значит, наряду с количеством выделяемой энергии скорость реакции играет важнейшую роль, и реакции, протекающие с выделением большого количества тепла, но с низкой скоростью, взрывом не являются.

Также не являются взрывом реакции, идущие с высокими скоростями, но не являющиеся экзотермическими.

Выделение большого количества газообразных продуктов наряду с двумя другими признаками тоже является неотъемлемым признаком химического взрыва, поскольку при реакции окисления горючих компонентов кислородом обязательно выделяются такие газообразные окислы как углекислый газ CO_2, вода H_2O (пары) и ряд других газов. Объем газов $V_г$ зависит от температуры взрыва и определяется по формуле

$$V_г = V_н + V_н\left(\frac{T}{273}\right) , \qquad (4.1)$$

где $V_н$ – объем газов при нормальной температуре, л,

T – температура газообразных продуктов (до 5000° К).

Газообразные продукты, значительно расширяясь в объеме при высокой температуре, создают давление на стенки зарядной камеры и совершают работу.

Ядерный взрыв – процесс, при котором в результате цепных реакций происходит изменение самого вещества с образованием новых элементов. Имеется два способа выделения атомной энергии при взрыве: радиоактивный распад при делении атомных ядер урана и плутония и термоядерный синтез, при котором из тяжелого водорода образуется гелий.

При ядерном и термоядерном взрыве выделяемая энергия в миллионы раз больше, чем при химическом взрыве ($6{,}8 \cdot 10^{10}$ – при ядерном взрыве, $4{,}2 \cdot 10^{11}$ – при термоядерном).

При взрывных работах в промышленности основным является химический взрыв, которым мы будем заниматься при изучении дисциплины «Разрушение горных пород взрывом». Ядерные взрывы, несмотря на многочисленные проекты их использования в промышленности, не нашли применения из-за серьезных экологических проблем, связанных с радиоактивным заражением окружающей среды.

4.2. Понятие о взрывчатом веществе

Взрывчатое вещество (ВВ) – это малоустойчивая химическая система, которая под действием внешнего начального импульса (при приложении определенного количества внешней энергии) способна чрезвычайно быстро переходить в более устойчивую химическую систему (взрываться) с выделением большого количества тепловой энергии и газообразных продуктов.

Все взрывчатые химические системы по своему физическому состоянию можно подразделить на 5 классов:

1) смеси газов (водород + кислород; ацетилен + кислород; метан + кислород воздуха и др.);

2) смесь твердых или жидких веществ с газами (угольная пыль + кислород воздуха; сернистая пыль + кислород воздуха; мучная пыль + кислород воздуха и др.; частицы жидкого керосина, бензина, нефти + кислород воздуха);

3) жидкие вещества (нитроглицерин, нитрогликоль);

4) смеси жидких и твердых веществ (гранулит-игданит – аммиачная селитра + дизельное топливо; динамиты – нитроглицерин + диатомит и др.);

5) твердые химические соединения или смеси твердых веществ (тротил; аммониты – аммиачная селитра + тротил и др.).

Несмотря на то, что все пять классов химических взрывчатых систем попадают под вышеприведенное определение взрывчатого вещества, смеси первого и второго классов, как правило, взрывчатыми веществами не называют, поскольку одним из необходимых компонентов в них является кислород атмосферы, т. е. процесс взрыва может происходить только на открытом воздухе.

Жидкие взрывчатые вещества (нитроглицерин и другие жидкие нитроэфиры) в чистом виде не находят применения в промышленности из-за своей повышенной опасности (высокой чувствительности к внешним воздействиям).

Практическое применение имеют 4-й и 5-й классы химических взрывчатых систем, которые называются промышленными ВВ (ВВ, допущенными к постоянному применению в определенной отрасли промышленности).

4.3. Кислородный баланс ВВ

Любое взрывчатое вещество содержит в своем составе, как правило, одни и те же компоненты: углерод (C), водород (H), азот (N), кислород (O), в некоторых составах – алюминий (Al). Тогда общую формулу взрывчатого вещества можно записать в общем виде следующим образом: $C_aH_bN_cO_dAl_e$, где *a, b, c, d, e* –соответственно количество атомов углерода,

водорода, азота, кислорода и алюминия в молекуле ВВ (для смесевых ВВ – количество грамм-атомов элементов).

Из вышеперечисленных элементов углерод, водород и алюминий являются горючими, кислород – окислителем, азот – при обычных условиях нейтрален.

При окислении кислородом углерода высшим оксидом является углекислый газ CO_2, при недостатке кислорода образуется промежуточный оксид CO (угарный газ). При окислении водорода образуется вода H_2O, при окислении алюминия – оксид Al_2O_3.

Кислородный баланс ВВ (КБ) – это соотношение между массой избыточного или недостающего кислорода, необходимого для окисления горючих элементов, входящих в состав ВВ, до их высших оксидов, и общей массой молекул, участвующей в реакции взрывчатого превращения (определяется в процентах).

Для окисления всех атомов (грамм-атомов) углерода до высшего оксида CO_2 необходимо 2a атомов (грамм-атомов) кислорода, для окисления всех атомов (грамм-атомов) водорода – 0,5b атомов (грамм-атомов) кислорода, для окисления алюминия – 1,5e атомов (грамм-атомов) кислорода. Тогда кислородный баланс ВВ может быть определен по следующей формуле:

$$\text{КБ} = \frac{[d - (2a + 0{,}5b + 1{,}5e)]16}{\text{M}} \cdot 100, \%, \qquad (4.2)$$

где $M = 12a + b + 14c + 16d + 27e$ – молекулярная (молярная) масса ВВ.

В качестве примера определим кислородный баланс для такого широко распространенного компонента ВВ, как аммиачная селитра NH_4NO_3:

$$\text{КБ} = \frac{(3 - 2)16}{80} \cdot 100 = +20\ \%.$$

Кислородный баланс может быть положительным, отрицательным и нулевым. При положительном кислородном балансе количество кислорода в ВВ превышает количество, необходимое для полного окисления горючих элементов; при отрицательном – недостаточно для полного окисления всех горючих элементов; при нулевом – в составе ВВ содержится точно такое количество кислорода, которое необходимо для полного окисления горючих элементов. Такое соотношение компонентов называется ***стехиометрическим.***

При взрыве ВВ с нулевым кислородным балансом образуются в основном пары воды, углекислый газ, свободный азот, оксид алюминия и минимальное количество ядовитых газов.

При взрыве ВВ с отрицательным кислородным балансом образуется значительное количество ядовитого оксида углерода CO. Образование этого оксида идет с выделением меньшего количества тепла, чем образование углекислого газа. При взрыве ВВ с положительным кислородным балан-

сом избыточный активный атомарный кислород при высокой температуре вступает в реакцию с азотом с образованием большого количества высокотоксичных оксидов азота: NO, NO_2, N_2O_5. Реакции образования оксидов азота эндотермичны (идут с поглощением тепла).

Таким образом, наиболее эффективными с энергетической точки зрения являются взрывчатые вещества с нулевым кислородным балансом, при взрыве которых выделяется максимальное количество энергии.

4.4. Ядовитые газы взрыва

Оксид углерода CO (угарный газ) образуется при взрыве ВВ с недостаточным количеством кислорода (отрицательным кислородным балансом). Отравляющее действие оксида углерода основано на его способности при вдыхании образовывать прочные соединения с эритроцитами (красными кровяными тельцами), являющимися переносчиками кислорода из легких к тканям, из-за чего человеческий организм начинает испытывать кислородное голодание, приводящее к головокружению, тошноте, обморочным состояниям. При больших концентрациях CO (> 1 %) наступает смерть. Предельно допустимая концентрация оксида углерода в соответствии с требованиями правил безопасности составляет 0,0017 % (по объему).

Оксиды азота NO, NO_2, N_2O_5, образование которых связано с окислением азота взрывчатого вещества свободным атомарным кислородом при высокой температуре взрыва. Оксиды азота при вдыхании в легкие, вступая в реакцию с водой, образуют азотную и азотистые кислоты, действие которых приводит к отеку легких и к смерти. Особую опасность оксиды азота представляют из-за того, что они способны накапливаться в организме в течение 4-6 часов. Поэтому по токсическому действию они считаются в 6,5 раз более ядовитыми, чем оксид углерода. Предельно допустимая концентрация оксидов азота в атмосфере составляет по объему 0,00026 %.

Кроме этих ядовитых газов, при взрывании в сульфидных рудах могут образовываться сероводород H_2S (ПДК – 0,00066 %) и сернистый ангидрид SO_2 (ПДК – 0,00071 %), при вдыхании которых происходит острое раздражение дыхательных путей и отек легких. По токсичности эти газы в 2,5 раза более токсичны, чем оксид углерода.

При производстве взрывных работ в подземных горных выработках, где избыточное количество ядовитых газов приводят к серьезным проблемам с проветриванием, допускается применение ВВ только с нулевым и близким к нулю (± 3 %) кислородным балансом. Поскольку точно выдержать нулевой кислородный баланс невозможно, критерием для отнесения ВВ к нулевому кислородному балансу является выделение не более 40 л ядовитых газов при взрывании 1 кг ВВ.

Для оценки степени токсичности нескольких ядовитых газов, содержащихся в атмосфере, производят пересчет их концентрации на условный оксид углерода по формуле:

$$CO_{усл} = CO + 6{,}5(NO + NO_2 + N_2O_5) + 2{,}5(H_2S + SO_2). \quad (4.3)$$

Суммарное количество ядовитых газов в атмосфере рабочих мест не должно превышать 0,008 % (по объему).

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте сущность взрыва и его типы.
2. Поясните основные закономерности физического, химического и ядерного взрывов, их отличие и область применения.
3. Что называется взрывчатым веществом? Укажите классы, на которые оно разделяется по своему физическому состоянию.
4. Дайте определение кислородного баланса ВВ.
5. Как определяется кислородный баланс ВВ? Укажите его возможные виды.
6. Какие ядовитые газы образуются при взрыве ВВ с положительным (отрицательным) кислородным балансом? Какова их предельно допустимая концентрация?

Лекция 5

НАЧАЛЬНЫЙ ИМПУЛЬС И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ВВ

5.1. Начальный импульс

Начальный импульс – это определенное количество внешней энергии, которое необходимо приложить к заряду для начала процесса взрывчатого превращения ВВ.

Процесс приложения начального импульса к заряду называется **инициированием.**

В зависимости от вида энергии, прилагаемой к заряду ВВ, различают следующие виды начального импульса:

- механический (удар, трение и пр.);
- тепловой (разогрев и поджигание ВВ);
- электрический;
- энергия другого типа ВВ (взрывной начальный импульс).

Механический начальный импульс, широко используемый в военных целях (взрыватели ударного действия, мины и пр.), не применяется в промышленности из-за повышенной опасности, несмотря на то, что многие виды взрывчатых материалов могут взорваться от механического начального импульса. Исключение составляют капсюли-воспламенители, приме-

няющиеся в специфической области взрывного дела – прострелочно-взрывных работах в нефтяных и газовых скважинах.

Тепловой начальный импульс применяется только для взрывания черного дымного пороха. Большинство ВВ при поджигании горят с участием кислорода атмосферы, не переходя от горения к детонации. В то же время тепловой начальный импульс используется при производстве взрывных работ в специальных устройствах для инициирования зарядов – детонаторах (капсюлях-детонаторах, электродетонаторах), необходимых для возбуждения начального импульса в зарядах ВВ. Так, в капсюлях-детонаторах инициирование первичного инициирующего вещества происходит с помощью снопа искр из огнепроводного шнура (ОШ), а в электродетонаторах – посредством снопа искр от капельки зажигающего состава, воспламеняющейся от нагревающейся нити накаливания.

Сущность **электрического начального импульса** состоит в инициировании заряда ВВ электрической дугой высокого напряжения (15-25 кВ), возникающей между двумя электродами, помещенными в ВВ. Данный способ инициирования зарядов применяется в высоковольтных электродетонаторах для обработки материалов энергией взрыва (ЭДВ-1, ЭДВ-2).

Основным видом начального импульса, применяемым в промышленности, является энергия другого типа ВВ (взрывной импульс). Промышленные взрывчатые вещества, за исключением черного дымного пороха, взрываются только от взрывного импульса (энергии другого типа ВВ).

В качестве примера использования взрывного начального импульса (рис. 5.1) можно привести взрывание скважинных зарядов ВВ с помощью детонирующего шнура.

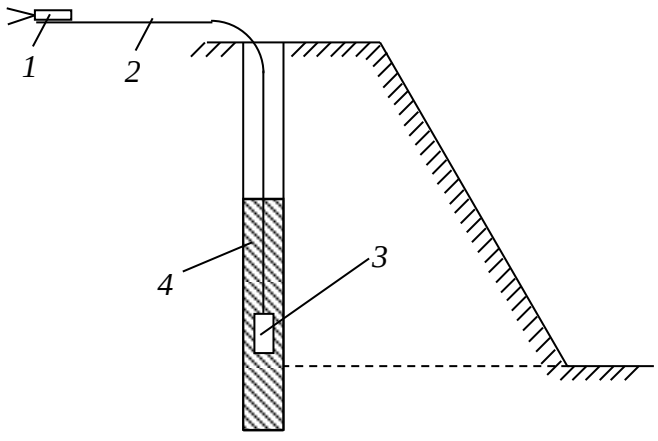


Рис. 5.1. Инициирование скважинного заряда:
1 – электродетонатор (первичное инициирующее ВВ – гремучая ртуть, вторичное инициирующее ВВ – гексоген); *2* – детонирующий шнур (взрывчатое вещество – ТЭН); *3* – промежуточный детонатор (тротиловые шашки Т-400Г); *4* – гранулированное ВВ (граммонит 79/21)

Взрывной начальный импульс передается от электродетонатора *1* к детонирующему шнуру *2*, от детонирующего шнура – к промежуточному детонатору *3*, а от него – к основному заряду ВВ *4*.

5.2. Чувствительность ВВ

Чувствительность ВВ – его восприимчивость к определенному виду внешнего воздействия. Она зависит от свойств ВВ, его структуры (порошкообразное, гранулированное, литое), температуры, влажности и др.

Для оценки чувствительности ВВ проводят определенные виды условных испытаний – **пробы на чувствительность**.

Для оценки взрывчатых веществ проводят следующие основные испытания их чувствительности:

- к инициирующему импульсу и к капсюлю-детонатору;
- удару;
- трению;
- нагреванию;
- действию открытого пламени;
- передаче детонации.

5.2.1. Проба на чувствительность к инициирующему импульсу и к капсюлю-детонатору

Всем ВВ, нечувствительным к первичным средствам инициирования, дают оценку чувствительности к детонации по величине минимального начального импульса, необходимого для возбуждения в них устойчивого взрывчатого разложения.

Для этого сначала подрывают серию открытых цилиндрических патронов испытуемого ВВ в бумажной оболочке диаметром, заведомо большим его критического, и длиной в 5-10 раз больше этого диаметра. В качестве инициатора используют тетриловые или тротиловые прессованные шашки массой от 5 до 100 г, чувствительные к капсюлю-детонатору КД № 8, которые полностью углубляют в патрон или подводят вплотную к его торцу. Диаметр шашек должен быть равным или больше их высоты с тем, чтобы он был по возможности ближе к диаметру патрона испытуемого ВВ, если в него не представляется возможным их углублять.

Заряды взрывают в вертикальном положении на грунтовой площадке. Находят такую минимальную массу шашки-детонатора, при которой во всех трех параллельных опытах фиксируется полная детонация патронов испытуемого ВВ. Выраженная в граммах инициатора, она и служит характеристикой чувствительности ВВ к детонации.

Для ВВ, заведомо чувствительных к КД № 8, минимальный начальный импульс находят иным способом. В мельхиоровые колпачки диаметром 6 мм

под давлением 180 кгс/см^2 запрессовывают различные навески (от 0,1 до 0,5 г) гремучей ртути. Колпачки помещают в гильзы из-под КД № 8 (без 1-граммовой тетриловой начинки). Изготовленные таким образом инициаторы с отрезком ОШ помещают в заряды исследуемого ВВ диаметром 40 мм и массой 50 или 100 г. Заряды взрывают на свинцовых столбиках по методу определения бризантности. За величину импульса принимают наименьшую навеску гремучей ртути, при которой достигается обжатие свинца, близкое к обжатию при инициировании заряда ВВ от стандартного капсюля-детонатора.

Величины минимального инициирующего импульса для ряда промышленных ВВ приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Величины минимального инициирующего импульса для ряда ВВ (гремучей ртути при насыпной плотности 1,0 г/см^3)

Взрывчатое вещество	Масса заряда минимального инициирующего импульса, г	Взрывчатое вещество	Масса заряда минимального инициирующего импульса, г
Тротил	0,25 – 0,26	Предохранительные	
Тетрил	0,15	аммониты	0,18 – 0,28
Гексоген	0,14	Детониты	0,12 – 0,16
ТЭН	0,15	Предохранительные	
Скальный аммонит		нитроглицериновые	
№ 1	0,19	ВВ (победиты,	
Аммонит № 6ЖВ	0,17	углениты)	0,14 – 0,20

Таким образом, все приведенные в таблице ВВ должны устойчиво детонировать от капсюля-детонатора.

5.2.2. Проба на чувствительность к удару

Испытание на чувствительность к удару основано на действии удара груза определенной массы, падающего с некоторой высоты на слой ВВ определенных размеров, заключенный между стальными поверхностями. Испытания выполняют на копрах различной конструкции. Копер Каста (рис. 5.2) состоит из массивной наковальни *1*, укрепленной на фундаменте, на которую устанавливают роликовый приборчик *2* с навеской испытуемого ВВ. Падающий груз *3* копра специальным держателем *4* может быть закреплен на необходимой высоте между двумя направляющими рейками *5*, измеренной с помощью градуированной планки *6*. При дергании за рукоятку троса груз соскальзывает с держателя и, свободно па-

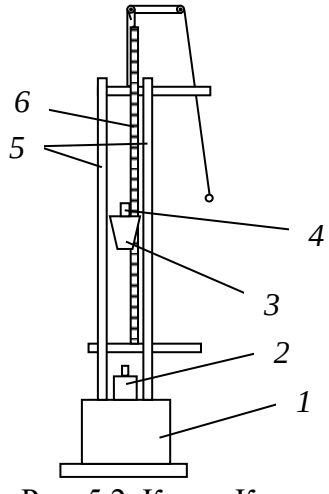


Рис. 5.2. Копер Каста

дая по направляющим, производит удар по навеске ВВ, находящейся между роликами прибора.

Роликовый приборчик (рис. 5.3) состоит из направляющей муфты *1* с гладкими внутренними стенками, поддона *2* и двух роликов *3* со снятыми фасками. Ролики свободно скользят внутри муфты, они имеют диаметр 10 мм, высоту 9,5 мм, высота муфты 16 мм. Все детали приборчика изготовлены из высококачественной стали. Каждую партию роликов для допуска к испытаниям проверяют на эталонном ВВ – тетриле, который должен дать частоту взрывов 48 ± 8 % из 100 опытов при падении груза массой 10 кг с высоты 25 см. При подготовке к испытанию особое внимание уделяют чистоте торцевых поверхностей роликов, после каждого испытания их тщательно очищают от остатков ВВ и копоти.

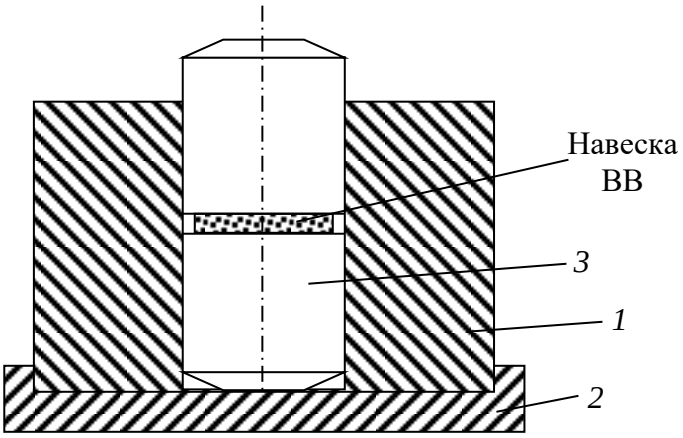


Рис. 5.3. Роликовый приборчик

В комплект прибора помимо роликовых приборчиков входят съемные грузы массой 2, 5 и 10 кг, высоту падения которых на копре можно изменять от 25 до 100 см при испытании ВВ различной чувствительности.

Существует несколько критериев оценки чувствительности ВВ к удару на копре. Наиболее распространен метод, по которому определяется частость взрывов в процентах из 25, 50 или 100 испытаний при падении груза массой 10 кг с высоты 25 см.

Испытания на копре Каста выполняют следующим образом. Навеску твердого ВВ массой 0,05 г, взятую с точностью до 0,005 г, равномерно распределяют между соприкасающимися торцевыми поверхностями роликов в направляющей муфте приборчика, который затем помещают на наковальню копра в центрирующую его обойму. Груз массой 10 кг устанавливают на высоте 25 см и производят удар им по верхнему ролику приборчика. Результаты взрыва определяют по звуковому эффекту, вспышке и дымообразованию или по обследованию остатков навески ВВ на обугливание, если таковые имеются. Если удар не сопровождался перечисленными признаками, то считают, что взрыва не было. Такой опыт повторяют 25 раз, меняя роликовые приборчики с навесками, и вычисляют процент взрывов из всего числа испытаний. Если частость взрывов окажется равной 100 %, то груз копра уменьшают до 5 кг, а если окажется равной 0 %, то высоту падения увеличивают до 50 см и опыты повторяют в той же последовательности. При испытании ВВ с грузом 10 кг за эталон берут тетрил, а при испытании с грузом 5 кг – гексоген. Последний в таких условиях должен давать частость взрывов 48 ± 4 %.

Если при высоте падения 50 см груза массой 10 кг испытуемое ВВ не дает взрывов, то испытания прекращают и считают, что ВВ нечувстви-

тельно к удару, дальнейшее повышение высоты приводит к разрушению приборчиков от сильного удара.

Характеристики чувствительности к удару некоторых ВВ приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Чувствительность ВВ к удару

Взрывчатое вещество	Показатели чувствительности	
	минимальная высота падения груза массой 2 кг, при которой происходит взрыв, см	число взрывов при падении груза массой 10 кг с высоты 25 см
Гремучая ртуть	2	100
Азид свинца	3 – 4	100
Нитроглицерин	4	100
ТНРС	11	100
Динамиты	17	100
ТЭН	28	100
Гексоген	29	65 – 70
Тетрил	30	50 – 60
Аммониты	30 – 75	10 – 60
Тротил	60 – 70	2 – 8

По данным испытаний, приведенных в табл.5.2, можно характеризовать относительную чувствительность разных групп ВВ к удару.

5.2.3. Проба на чувствительность к трению

Испытание взрывчатых веществ на чувствительность к трению можно проводить на маятниковом копре К–44–III (чувствительность к скользящему удару) (рис. 5.4).

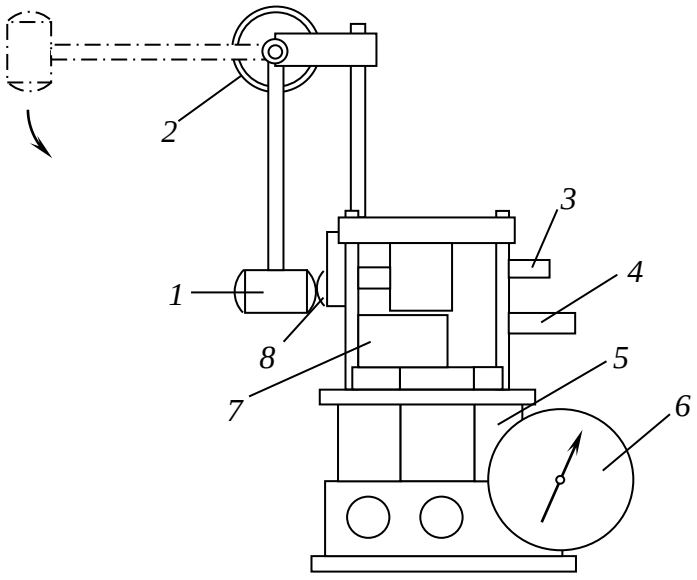


Рис. 5.4. Маятниковый копер К–44–III для определения
чувствительности ВВ к скользящему удару:
1 – груз; *2* – диск с угловыми делениями; *3* – съемник штемпельных приборов;
4 – рукоятка; *5* – масляный пресс; *6* – манометр; *7* – обойма; *8* – ударник

Навеска испытуемого ВВ массой 0,05 г сжимается между стальными трущимися поверхностями до 12000 кгс/см^2 с помощью гидравлического пресса. Рабочий узел копра схематически представлен на рис. 5.5. При боковом ударе падающего груза маятника по головке стержня верхний ролик сдвигается относительно нижнего, подвергая навеску ВВ действию трущегося сдвига.

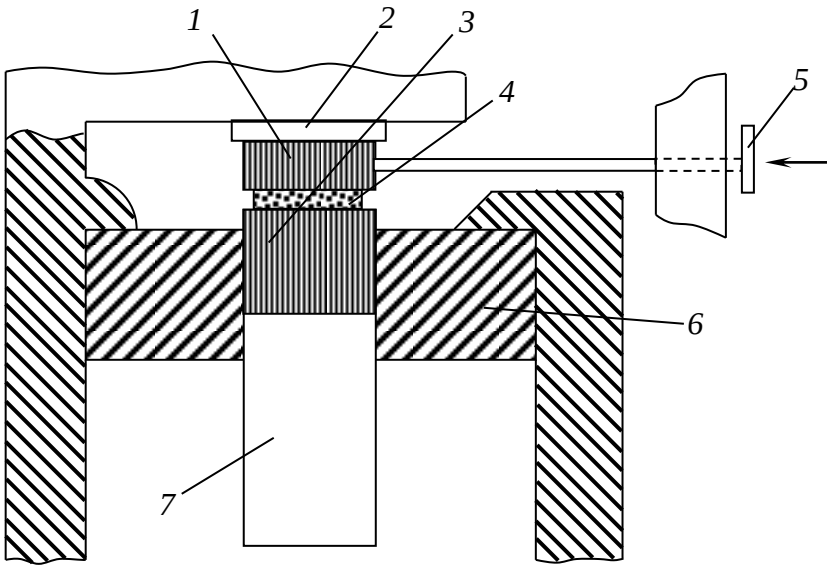


Рис. 5.5. Рабочий узел копра:
1 – выбивной ролик; *2* – упор; *3* – прижимной ролик; *4* – навеска ВВ;
5 – стержень с головкой, передающей удар; *6* – муфта;
7 – пуансон гидропресса

Вероятность взрыва зависит от величины сжатия навески между роликами. Изменяя эту величину, находят нижний, средний и верхний пределы чувствительности испытуемого ВВ, т.е. такие значения давлений, при которых частость взрывов равна 0, 50 и 100 %. Упрощенно определяют процент взрывов из 25 опытов под определенной сдавливающей нагрузкой, который и служит характеристикой чувствительности по сравнению с чувствительностью эталонного ВВ в таких условиях испытаний.

5.2.4. Проба на чувствительность к нагреванию

При поджигании в условиях свободного оттока продуктов горения большинство промышленных ВВ сгорает без взрыва. Исключение составляют пластичные динамиты, которые могут при поджигании взорваться. В замкнутом объеме (железнодорожных вагонах, трюмах судов, закрытых помещениях и др.), а также при горении больших масс ВВ горение про-

мышленных ВВ может перейти во взрыв, чему способствует нарастание давления в зоне горения.

Мерой чувствительности ВВ к нагреву служит температура вспышки ВВ, определяемая в специальном приборе (рис. 5.6).

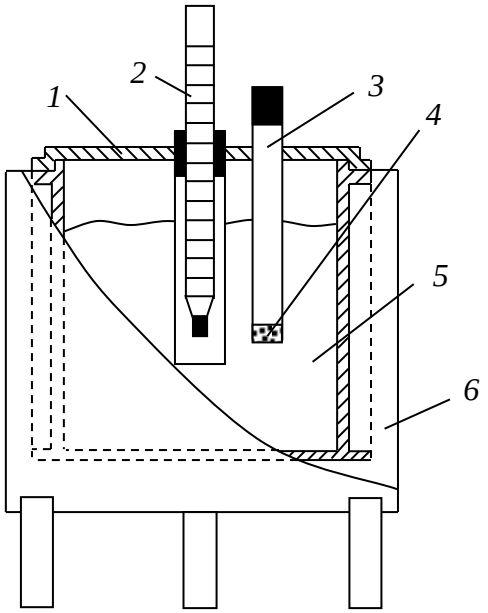


Рис. 5.6. Прибор для определения температуры вспышки:
1 – крышка; *2* – термометр; *3* – пробирка; *4*– навеска ВВ; *5* – корпус бани; *6* – футляр

Навеску ВВ (0,05 г) в пробирке помещают в металлическую баню, заполненную легкоплавким металлом (сплавом Вуда) или маслом (парафином) с высокой точкой кипения, предварительно нагретым до 100 ^{0}С. Нагревая баню со скоростью 20^0 в минуту, фиксируют температуру, при которой произошла вспышка.

Таблица 5.3

Температура вспышки некоторых ВВ

Взрывчатое вещество	Температура вспышки, ^{0}С	Взрывчатое вещество	Температура вспышки, ^{0}С
Тротил	290 – 300	ТНРС	275
Гексоген	215 – 230	Дымный порох	290
ТЭН	205 – 215	Аммониты	280 – 320
Нитроглицерин	200 – 205	Предохранительные	
Гремучая ртуть	175 – 180	аммониты	250 – 350
Азид свинца	230 – 340	Пироксилин	195

Температура вспышки характеризует термостойкость различных групп ВВ.

5.2.5. Проба на чувствительность к действию открытого пламени

Чувствительность к действию открытого пламени определяют следующим образом: навеску ВВ массой 1,0 г помещают в пробирку, в которую вводят отрезок огнепроводного шнура (ОШ) таким образом, чтобы его торцевая часть располагалась на расстоянии 1 см от навески ВВ, длина отрезка ОШ составляет 5 – 10 см (рис. 5.7).

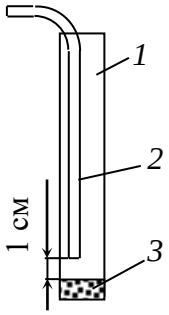


Рис. 5.7. Определение чувствительности ВВ к действию открытого пламени:
1 – пробирка; *2* – отрезок огнепроводного шнура; *3* – навеска ВВ

Навеска ВВ подвергается воздействию снопа искр от сгорания пороховой сердцевины ОШ, во время проведения опыта определяют, происходит или нет воспламенение испытуемого ВВ.

5.2.6. Проба на чувствительность к передаче детонации

Метод предназначается для контрольно-приемочных испытаний выпускаемых партий патронированных ВВ, а также в исследовательской практике для изучения детонационной способности некоторых непатронированных ВВ. Испытание основано на возбуждении детонации одного патрона взрывом другого, уложенных на грунте соосно на некотором расстоянии друг от друга (рис. 5.8). Определяется максимальное расстояние передачи детонации между ними, величина которого является одной из важнейших характеристик детонационной способности ВВ, она характеризует качество их изготовления.

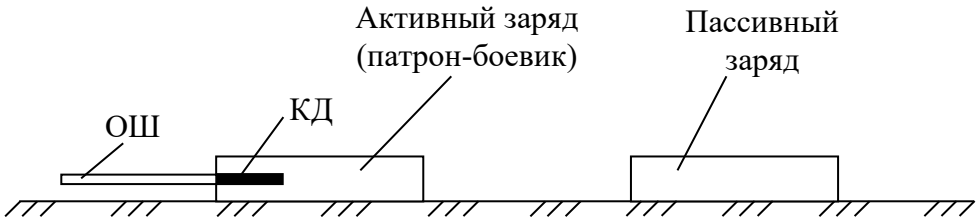


Рис. 5.8. Проба на чувствительность к передаче детонации

Испытание проводят следующим образом. От партии ВВ отбирают не менее шести пар патронов. В торец одного из каждой пары патронов помещают ЭД или КД с отрезком ОШ. Подготовленный таким образом патрон-боевик укладывают на твердом ровном грунте исследовательской

площадки полигона. На некотором расстоянии от противоположного его торца укладывают соосно второй, пассивный заряд. Между зарядами помещают один шаблон из имеющегося набора (измеритель расстояния с длиной 1, 2, 3, 4, 5 см и т. д.), к которому плотно прижимают их торцы и, не сдвигая с места патроны, шаблон вынимают. После этого производят взрыв. Первоначальное расстояние по шаблону устанавливают на основании имеющихся данных или предположения о способности испытуемого ВВ к передаче детонации.

О передаче детонации судят по отсутствию остатков ВВ и оболочки пассивного заряда и по наличию углубления и следов взрыва в грунте на месте расположения патронов. В зависимости от результатов первого взрыва взрывают следующие пары патронов, расстояние между которыми постепенно (на 1 – 2 см) увеличивают или уменьшают до тех пор, пока не найдут то максимальное расстояние, при котором в трех параллельных опытах будет зафиксирована полная детонация пассивного заряда. Это расстояние, измеренное в сантиметрах, и считается расстоянием передачи детонации патронов испытуемого ВВ.

Важность таких испытаний состоит в том, что при заряжании шпуров патронированными ВВ между патронами могут оставаться воздушные промежутки. При взрыве такого заряда детонационная волна на границе «ВВ»-«воздух» переходит в ударную волну, которая интенсивно затухает в воздухе. Если ВВ обладает нормальным качеством, то энергии ударной воздушной волны, прошедшей через существующий промежуток, будет достаточно для того, чтобы возбудить детонацию в торце следующего патрона. Взаимные переходы детонационной волны в ударную и обратно при передаче детонации на расстояние схематично показаны на рис. 5.9.

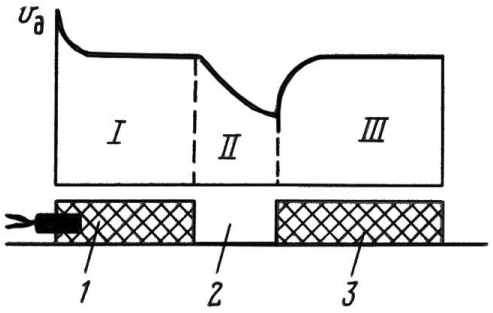


Рис. 5.9. Взаимные переходы детонационной волны в ударную и обратно при передаче детонации на расстояние:
1 – активный заряд; *2* – воздушный промежуток; *3* - пассивный заряд;
I – III – зоны распространения детонации

По изложенной методике на заводе испытывают каждую партию ВВ, выпускаемого в патронированном виде.

Партии ВВ, выпускаемого в непатронированном виде, на передачу детонации могут проверить потребители перед взрывными работами, если

такие работы должны выполняться патронами собственного изготовления (масса патрона 200 г, плотность 0,95 – 1,05 г/см^3) или шпуровыми насыпными зарядами малого диаметра.

Испытания на передачу детонации в некоторых случаях, например, при контрольных проверках на базисных складах, проводят по упрощенной методике. Вместо отыскания максимального расстояния три пары патронов поочередно взрывают с расстоянием между их торцами, соответствующим установленной норме для данного ВВ. Партия ВВ считается выдержавшей испытание, если в трех опытах установлена полная детонация пассивного заряда. При отказе детонации хотя бы в одном из опытов испытания повторяют в удвоенном количестве, результаты которых являются окончательными для решения вопроса годности ВВ.

5.3. Способы изменения чувствительности ВВ

Для изменения (повышения или уменьшения) чувствительности в состав ВВ вводятся специальные добавки.

Сенсибилизаторами называются добавки, повышающие чувствительность ВВ.

Существует два основных типа сенсибилизаторов.

К I типу относятся инертные вещества, температура плавления и твердость которых выше, чем у компонентов самого ВВ (мелкоизмельченное стекло, кварцевый песок, буровая пыль, металлическая стружка). На острых гранях частиц сенсибилизатора концентрируется энергия удара и трения, вызывающая локальные очаги воспламенения и взрыва. Например, примесь к тротилу 0,1–0,2 % кварцевого песка повышает его чувствительность в 3 – 5 раз.

Данный тип сенсибилизаторов ***не допускается*** для применения в промышленных ВВ из-за возможности неуправляемого повышения чувствительности в отдельных частях объема ВВ.

II тип сенсибилизаторов – это более мощные, более чувствительные к внешним воздействиям ВВ (жидкие нитроэфиры, гексоген и др.), которые в смеси с малочувствительными взрывчатыми (аммиачная селитра и др.) или невзрывчатыми веществами обеспечивают нормальную чувствительность смесевого ВВ к инициированию капсюлем-детонатором и одновременно повышают энергетические характеристики этого смесевого ВВ.

Флегматизаторами называют добавки, снижающие чувствительность ВВ к внешним воздействиям. В качестве флегматизаторов используются мягкие и легкоплавкие примеси, а также компоненты ВВ с высокой теплопоглащающей способностью (индустриальные масла, парафин и др.). Вода также оказывает флегматизирующее действие на взрывчатые вещества.

Действие флегматизаторов связано с затратой части тепловой энергии начального импульса на нагревание и плавление данных добавок.

Контрольные вопросы

1. Что такое начальный импульс? Перечислите его виды. Что называется инициированием?

2. Что понимается под чувствительностью ВВ? Укажите основные виды испытаний для оценки чувствительности.

3. В чем заключаются методики определения чувствительности ВВ к удару и трению?

4. Дайте краткое описание методики определения чувствительности ВВ к нагреванию и действию открытого пламени.

5. Охарактеризуйте метод испытания ВВ на передачу детонации. Что называется активным и пассивным зарядом ВВ?

6. Каким способом повышается (понижается) чувствительность ВВ к внешним воздействиям? Что называется сенсибилизатором, каковы его типы? Что называется флегматизатором?

Лекция 6

ФОРМЫ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ ВВ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ ДЕТОНАЦИИ

6.1. Формы химического превращения ВВ

Химическое превращение ВВ может протекать в различных формах, основными из которых являются:

1) медленное химическое превращение (термический распад);

2) горение;

3) взрывное горение;

4) детонация.

Медленное химическое превращение (термическое разложение) представляет собой процесс распада вещества в течение длительного времени и характеризуется тем, что все разлагающееся вещество находится при одинаковой температуре, практически равной температуре окружающей среды. Скорость реакции соответствует этой температуре и во всех точках одинакова. Закономерности медленного химического превращения ВВ принципиально не отличаются от закономерностей превращений невзрывчатых веществ.

Медленное химическое превращение ВВ возможно в процессе изготовления, хранения и даже в процессе применения ВВ. Обычно начало медленного химического превращения связано с неблагоприятными условиями для ВВ (повышенная температура, влажность, наличие примесей-катализаторов и др.).

Наиболее опасными с позиций термического разложения являются нитроэфирсодержащие ВВ, в процессе хранения которых возможно начало медленного химического превращения.

Современный ассортимент промышленных ВВ при условии правильного хранения является стойким в химическом отношении. В то же время при наличии неблагоприятных условий (повышенная температура, наличие кислотных вод) термическое разложение взрывчатых веществ возможно.

Горение ВВ (скорость от сантиметров до десятков метров в секунду) как форма химического превращения характерно для большинства промышленных ВВ. Горение происходит за счет внешнего кислорода, однако при больших количествах ВВ или при горении в замкнутых объемах из-за отсутствия оттока тепла возможно повышение температуры и переход во взрыв – высшие формы химического превращения ВВ.

Горение как форма химического превращения используется при уничтожении недоброкачественных ВВ.

При взрывном горении (скорость распространения от 400 до 1500 м/с) окисление горючих компонентов ВВ происходит за счет внутреннего кислорода взрывчатого вещества. Распространение реакции при взрывном горении происходит за счет теплопередачи, т. е. ранее прореагировавшие слои ВВ передают тепловую энергию (поджигают) следующим слоям.

В форме взрывного горения происходит взрыв черного дымного пороха, инициируемого тепловым начальным импульсом.

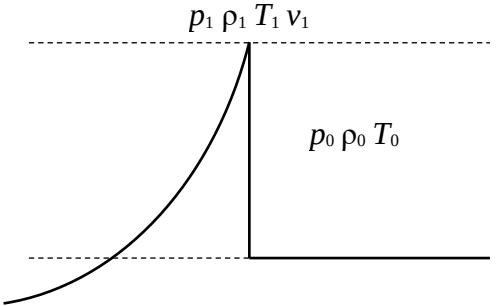
Детонация – распространение взрыва, обусловленное прохождением по заряду ВВ детонационной волны со сверхзвуковой скоростью. Детонация - это высшая форма химического превращения ВВ, протекающая с наибольшей скоростью (1500 – 9000 м/с) и максимальным выделением энергии.

Медленное химическое превращение (термический распад), горение, взрывное горение и детонация являются основными формами химического превращения взрывчатых веществ. Они могут переходить одна в другую. Так, например, медленное химическое превращение больших объемов ВВ при недостаточном теплоотводе может переходить в горение, а горение – в детонацию. Могут происходить и обратные процессы – при неправильных параметрах взрывных работ (в частности, из-за недостаточно эффективного инициирования зарядов) детонация может переходить во взрывное горение и горение (дефлаграция).

6.2. Основные положения теории детонации

6.2.1. Понятие о детонации

Детонация представляет собой процесс распространения по взрывчатому веществу со сверхзвуковой скоростью зоны химической реакции вслед за



ударной волной – областью сжатия с резким скачком давления, температуры и плотности на переднем фронте (рис. 6.1).

Рис. 6.1. Изменение параметров среды при прохождении ударной волны

Совокупность ударной волны *2* и зоны химической реакции *7* называется детонационной волной *1* (рис. 6.2). Под действием ударной волны происходит разрушение молекул ВВ, и освобожденные от первоначальных связей, нагретые до высокой температуры горючие элементы и кислород в пределах зоны химической реакции вступают в реакцию с выделением тепла и превращением ВВ в газообразные продукты взрыва. В зоне химической реакции распространяется фронт расширения продуктов взрыва *3*, а с периферии к центру заряда по наклонной к оси заряда плоскости распространяется фронт волны разрежения *4*. В центре зоны химической реакции в виде конуса формируется зона нерасширившихся газов *5*, от устойчивости которой зависит устойчивость процесса детонации в целом. Зона химической реакции ограничивается плоскостью Чепмена-Жуге.

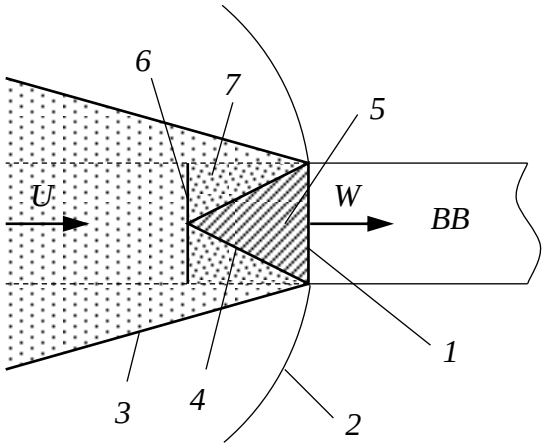


Рис. 6.2. Схема детонации открытого заряда:
1 – детонационная волна; *2* – ударная волна; *3* – фронт расширения продуктов взрыва; *4* – фронт волны разрежения; *5* – зона нерасширившихся газов; *6* – плоскость Чепмена-Жуге; *7* – зона химической реакции

Ширина волны сжатия в заряде не превышает длину свободного пробега молекулы, а ширина зоны химической реакции изменяется от 1 до 40 мм в зависимости от состава и дисперсности ВВ.

Характерные особенности детонационной волны:

1) скорость распространения детонационной волны *W* всегда выше скорости звука в данной среде;

2) на фронте детонационной волны происходит скачкообразное повышение давления, плотности и температуры вещества;

3) продукты взрыва смещаются вслед за ударной волной со скоростью *U*;

4) скорость ударной волны зависит от величины сохранившегося и поддерживаемого энергией зоны химической реакции давления на фронте волны.

Первые математические модели детонационной волны, опирающиеся на теорию ударных волн в газах, были созданы в виде гидродинамических теорий детонации в конце XIX века В. А. Михельсоном в России, Д. Л. Чепменом в Англии и Е. Жуге во Франции.

Рассмотрим диаграмму детонационной волны в координатах давление (p) – объем (V) (рис. 6.3). Исходное вещество с параметрами p_0V_0 (точка A) сжимается в фронте ударной волны до состояния p_1V_1 (точка B), при котором в результате адиабатического сжатия и разогрева возникает экзотермическая реакция взрывчатого превращения, заканчивающаяся в точке C, называемой точкой Чепмена-Жуге и лежащей на адиабате EC продуктов детонации (адиабате Гюгонио). Процесс превращения сопровождается расширением нагретых газообразных продуктов детонации, поэтому давление продуктов детонации в плоскости Чепмена-Жуге примерно в 2 раза ниже, чем в точке B, т. е. на фронте волны сжатия.

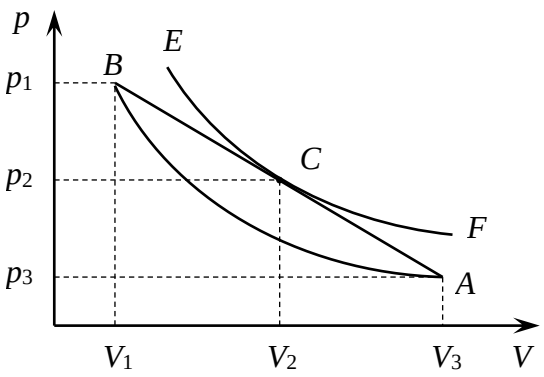


Рис. 6.3. Диаграмма детонационной волны

За плоскостью Чепмена-Жуге (точка C) по адиабате CF происходит дальнейший спад давления продуктов детонации вследствие их расширения. Прямая AB, являющаяся касательной к адиабате Гюгонио в точке Чепмена-Жуге, называется прямой Михельсона.

На профиле детонационной волны, построенном в координатах давление (p) – расстояние (x) (рис. 6.4), адиабатическому сжатию вещества соответствует прямая AB. Небольшой угол ее наклона к оси ординат свидетельствует о крайне малом времени пребывания вещества в волне и малой толщине сжимаемого слоя. Участок BC на кривой падения давления соответствует зоне химической реакции, а совпадающей с линией Михельсона – точке C перехода от линии Михельсона к адиабате Гюгонио соответствует плоскость Чепмена-Жуге. Участок кривой CF характеризует спад давления в расширяющихся продуктах детонации.

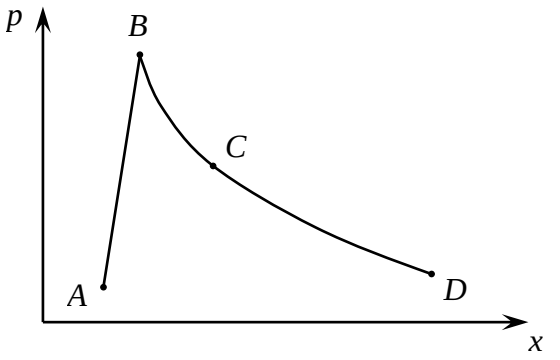


Рис. 6.4. Профиль детонационной волны

Вещество при сжатии переходит в состояние, описываемое уравнением

$$Ð_1 = Ð_0 + \frac{W^2(V_0 - V_1)}{V_0}. \qquad (6.1)$$

Если в зоне химической реакции выделяется определенное количество тепла, то изменяется и состояние вещества, описываемое уравнением другой адиабаты, проходящей выше адиабаты исходного вещества. При этом адиабата Гюгонио для конечных продуктов детонации должна располагаться выше всех промежуточных адиабат, так как к этому моменту выделится вся энергия.

Условие касания адиабаты Гюгонио с прямой Михельсона имеет вид:

$$\frac{P_2 - P_0}{V_0 - V_2} = -\left(\frac{dp}{dV}\right)_2. \qquad (6.2)$$

Головную часть волны химической реакции принято называть химическим пиком (участок *BC* на рис. 6.4). В зоне химического пика местная скорость звука в продуктах детонации, а, следовательно, и скорость распространения выделившейся теплоты, выше скорости детонационной волны относительно продуктов детонации. Благодаря этому происходит «подпитка» детонационной волны за счет выделившейся в химическом пике энергии, что обеспечивает ее устойчивость и самораспространение.

Основным условием устойчивости детонации заряда ВВ является преобладание количества энергии, выделившейся в зоне химического пика, над потерями энергии в этой зоне вследствие расширения продуктов детонации. И наоборот, детонация становится неустойчивой, и ее скорость снижается, если потери теплоты при расширении продуктов детонации превысят количество теплоты, выделившейся в зоне химического пика.

6.2.2. Параметры взрывчатого превращения

Основными параметрами взрыва являются:
скорость детонации *W*;
давление детонации *P*;
теплота взрыва *Q*;
температура взрыва *T*;
объем продуктов взрыва.

Скорость детонации ВВ в определенных условиях взрывания является величиной постоянной, но она может изменяться в широких пределах в зависимости от совокупного влияния различных факторов, таких как степень дисперсности ВВ, плотность и диаметр заряда, наличие прочной оболочки и др.

Скорость детонации в конкретных условиях взрывания зависит от энергии ВВ, а также от его плотности и может быть определена экспериментально или рассчитана по формуле

$$W = \sqrt{2Q_V(n-1)}\ , \qquad (6.3)$$

где Q_V – теплота взрыва при постоянном объеме;

n – показатель политропы, приблизительно равный 3.

Давление детонации пропорционально плотности ВВ и квадрату скорости его детонации и может быть приближенно посчитано по формуле:

$$P = \frac{\rho_0 W^2}{n+1}, \tag{6.4}$$

где ρ_0 – плотность ВВ.

Для промышленных ВВ давление изменяется от 5 до 25 МПа.

Теплотой взрыва называется количество тепла, выделяемое при взрывчатом превращении 1 кг или 1 моля ВВ. Теплота взрыва, являющаяся одной из основных, наиболее важных характеристик ВВ, определяет его мощность и может быть вычислена по формуле

$$Q_â = q_1 - q_2 , \tag{6.5}$$

где q_1 – теплота образования продуктов взрыва;

q_2 – теплота образования исходного ВВ или его составных частей.

Температурой взрыва называется максимальная температура, до которой нагреваются продукты взрыва за счет теплоты взрывчатого превращения. Температуру взрыва T (^{0}C) обычно определяют по формуле:

$$Ò = \frac{Q_V}{C_V} + 273, \tag{6.6}$$

где C_V – средняя теплоемкость продуктов взрыва.

Объем газообразных продуктов взрыва можно рассчитать, зная реакцию взрывчатого превращения, по формуле:

$$V = \frac{22{,}4 n_2 \cdot 1000}{NM} + 273, \tag{6.7}$$

где n_2 – число газообразных молекул в продуктах взрыва;

N – число молекул исходного вещества, участвующих в реакции;

M – молекулярная масса исходного вещества.

Для расчетов основных параметров детонации, в уравнения определения которых входит, как правило, по два неизвестных, экспериментально необходимо определить один из искомых параметров. Наиболее просто определяется скорость детонации.

Контрольные вопросы

1. В каких формах может протекать химическое превращение ВВ? Кратко охарактеризуйте каждое из них.

2. Представьте структуру детонационной волны, укажите ее характерные особенности. Что понимается под поверхностью Чепмена-Жуге?

3. Опишите процесс зарождения и движения детонационной волны по заряду ВВ, используя ее диаграмму. Чем характеризуется точка Жуге?

4. Что называется зоной химического пика? Сформулируйте условие устойчивости детонации заряда ВВ.

5. Перечислите основные параметры взрывчатого превращения ВВ. Что называется теплотой и температурой взрыва?

Лекция 7

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ ДЕТОНАЦИИ. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СКОРОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ ДЕТОНАЦИИ

7.1. Экспериментальные методы определения скорости детонации

Методы определения скорости детонации, позволяющие измерять ее с необходимой точностью в зарядах сравнительно небольших размеров, можно подразделить на две группы:

методы, дающие возможность определить среднюю скорость на определенном участке длины заряда (метод Дотриша, осциллографические методы);

методы, дающие возможность определить скорость детонации в любой точке длины заряда (фотографические методы, в частности, метод скоростной киносъемки).

Метод Дотриша измерения скорости детонации с помощью детонирующего шнура (ДШ) (рис. 7.1) состоит в том, что неизвестная скорость испытуемого ВВ сравнивается в известной скоростью детонации ДШ.

Для проведения испытания используют бесшовную трубу *4*, изготовленную из стали 5 с внутренним диаметром 30 или 40 мм, толщиной стенок 3-4 мм и длиной 450 мм, закрытую с обоих концов завинчивающимися крышками *2*, в одной из которых по центру просверлено отверстие диаметром 7,5 мм под электродетонатор *1*. На поверхности трубы два таких же отверстия, отстоящие одно от другого на расстоянии 350 мм и от торца трубы со стороны крышки на расстоянии 60 мм, для пропуска в заряд концов *6* и *7* отрезков ДШ.

Для фиксации места встречи детонационных волн отрезков ДШ используют пластинку-фиксатор *8* из оцинкованной стали толщиной 0,7 мм, шириной 15 мм и длиной 600 мм. На пластинке перед укладкой концов ДШ наносят две поперечные риски *А* и *Б* на расстоянии 500 мм одна от другой. Под пластинку помещают стальную подкладку *9* толщиной 10 мм, шириной 20 мм и длиной 620 мм. Обмотанную спиралью с помощью ниток

пластинку с подкладкой и концами ДШ помещают в металлическую трубу *10*, защищающую фиксатор от осколков при детонации заряда.

Скорость детонации ДШ, применяемого для испытаний, должна быть не менее 6,5 км/с. Измерение ее (тарирование ДШ) производят заранее осциллографическим методом.

Для надежного возбуждения детонации в испытуемом заряде *5* используют промежуточный детонатор *3* – прессованную шашку плотностью 1,5 – 1,6 г/см^3.

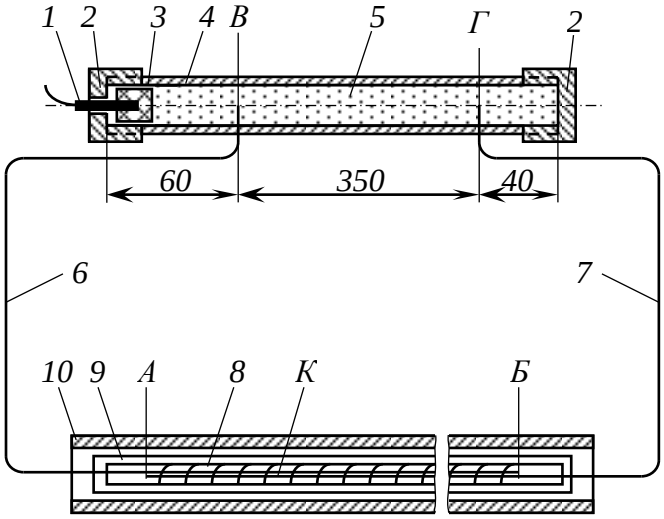


Рис.7.1. Схема определения скорости детонации по методу Дотриша:
1 – электродетонатор; *2* – завинчивающиеся крышки; *3* – промежуточный детонатор; *4* – бесшовная труба; *5* – заряд ВВ; *6, 7* – отрезки детонирующего шнура L_1 и L_2; *8* – пластинка-фиксатор; *9* – стальная подкладка; *10* – металлическая труба

Для монтажа фиксирующей системы берут два неравных отрезка ДШ, длину которых устанавливают в зависимости от ожидаемой скорости детонации испытуемого ВВ.

Подготовленный к испытанию заряд взрывают. Распространяющаяся по заряду детонационная волна в точке *В* вызывает детонацию в отрезке шнура *6* длиной L_1, затем в точке *Г* инициирует отрезок шнура *7* длиной L_2. Распространяющиеся по этим отрезкам детонационные волны встречаются в некоторой точке *К* и, создав мгновенное повышение давления, образуют на пластинке характерную вмятину, которая и служит для измерений при расчете скорости детонации.

После взрыва заряда извлекают из защитной трубы *10* оставшуюся пластинку-фиксатор *8*, разыскивают на ней отметку *К* и измеряют расстояние от этой отметки до рисок *А* и *Б*.

Скорость детонации определяется, исходя из равенства времени распространения детонационных волн по заряду и по отрезкам детонационного шнура до встречи

$$\frac{L_1 - КБ}{V_{дш}} = \frac{ВГ}{V_{вв}} + \frac{L_2 - АК}{V_{дш}}, \qquad (7.1)$$

где $V_{дш}$ – скорость детонации детонирующего шнура;

$V_{вв}$ - скорость детонации испытуемого ВВ.

По зависимости (7.1), считая скорость детонации ДШ $V_{дш}$ постоянной, находим скорость детонации ВВ.

Недостатком метода Дотриша является то, что с помощью него можно определить только среднюю скорость детонации ВВ по заряду (участок ВГ).

Осциллографический метод основан на способности продуктов детонации ионизироваться, замыкать в таком состоянии искровые промежутки датчиков, помещенных в заряд, и посылать на осциллограф электрические импульсы (рис. 7.2).

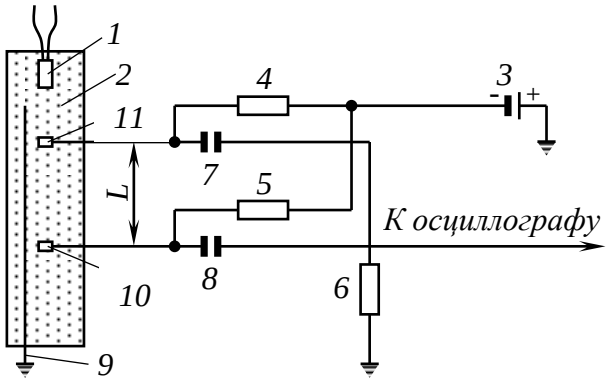


Рис.7.2. Схема осциллографического метода определения скорости детонации:
1 – электродетонатор; *2* – заряд ВВ; *3* – источник постоянного тока;
4, 5, 6 – сопротивления; *7, 8* – конденсаторы; *9* – заземленный электропровод;
10, 11 – датчики

Вдоль заряда *2* испытуемого ВВ располагают заземленный электропровод *9*. В поперечном положении в заряд вводят два датчика *10* и *11* на точно измеренном расстоянии между ними. Датчики не должны касаться заземленного провода, образуя с ним искровые промежутки, через которые до момента взрыва электрический ток не может проходить по ВВ, если оно не имеет электропроводности (для токопроводящих ВВ метод не пригоден).

Концы проводов датчиков подключают к электрическому блоку, состоящему из конденсаторов *7* и *8* малой емкости и сопротивлений *4, 5* и *6*. В блок поступает напряжение от источника постоянного тока *3*, заряжающего конденсаторы. Перед испытанием к блоку подключают осциллограф.

Заряд инициируют электродетонатором *1*. При прохождении детонационной волны вдоль заряда датчики поочередно замыкаются с заземленным электропроводом благодаря ионизации продуктов детонации. При замыкании датчика *10* разряжается конденсатор *7* и дает первый импульс в осциллограф, при замыкании датчика *11* разряжается конденсатор *8* и дает второй импульс. Оба последовательных импульса вызывают соответству-

ющие скачки напряжения, которые в виде всплесков святящейся кривой с большой точностью на экране электроннолучевой трубки осциллографа. С полученной осциллограммы определяют время прохождения детонационной волны между датчиками *t*, сравнивая расстояние между двумя скачками (пиками) кривой напряжения и имеющимися метками времени.

Среднюю скорость детонации на измеренном интервале можно определить по формуле:

$$W = \frac{L}{t}, \qquad (7.2)$$

где L – расстояние между датчиками.

Можно измерить скорость детонации на ряде участков заряда, если ввести в него соответствующее число датчиков. В зависимости от агрегатного состояния ВВ (сыпучее, твердое, жидкое и др.) могут применяться датчики различной конструкции (фольговые, игольчатые и др.).

Фотографический метод основан на фоторегистрации светящихся продуктов детонации за фронтом детонационной волны, распространяющихся вдоль заряда. Для выполнения этого метода наиболее широко применяется фоторегистр СФР с зеркальной разверткой, который выдает фотограмму с наклонным изображением (по отношению к координатным осям) следа свечения продуктов детонации в виде непрерывной линии.

На рис. 7.3 приведена принципиальная схема фоторегистра с зеркальной разверткой. Заряд ВВ *1* расположен перпендикулярно к плоскости чертежа. Объектив *2* проецирует изображение процесса детонации заряда в плоскости вертикальной регулируемой щели *3*, которая «вырезает» из этого изображения узкую полоску; объектив *4* с помощью вращающегося зеркала *5* фокусирует изображение этой полоски на фокальной поверхности, на которой располагается неподвижная фотопленка *6*.

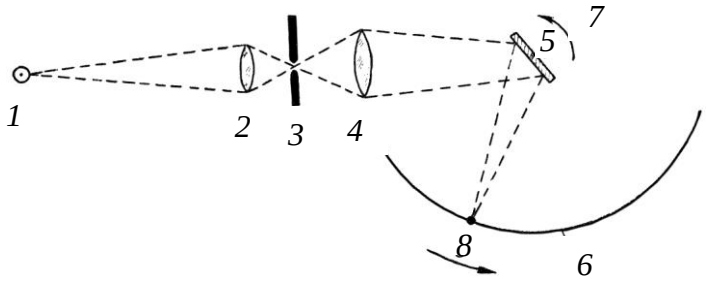


Рис. 7.3. Схема фоторегистра с зеркальной разверткой:
1 – заряд ВВ; *2* – объектив; *3* – щель; *4* – объектив; *5* – зеркало; *6* – фотопленка; *7* – направление вращения зеркала; *8* – направление перемещения изображения на пленке

При вращении зеркала световая полоска «вырезанная из изображения» процесса, перемещается вдоль фокальной поверхности, экспонируя

при этом пленку. Сочетание движения изображения по пленке с движением самого процесса дает на пленке линию, наклон которой определяет скорость детонации заряда ВВ.

Скорость детонации заряда ВВ можно определить по формуле

$$W = \frac{V}{\beta} \operatorname{tg} \varphi \ , \qquad (7.3)$$

где V – скорость развертки изображения;

β - коэффициент поперечного увеличения, равный отношению длины изображения на пленке к длине заряда;

φ - угол наклона касательной к кривой фотограммы.

Прибором СФР можно получить вместо непрерывной развертки процесса во времени серию отдельных снимков с частотой до $2 \cdot 10^6$ кадров в секунду.

7.2. Факторы, влияющие на скорость и устойчивость детонации

Устойчивой называется детонация заряда ВВ с постоянной, характерной для условий взрывания скоростью. Поэтому устойчивость детонации, как правило, характеризуется скоростью детонации.

Все факторы, влияющие на скорость и устойчивость детонации ВВ в заряде, можно разделить на две группы:

факторы, зависящие от состояния самого ВВ (дисперсность, чувствительность к начальному импульсу и др.);

факторы, зависящие от условий взрывания зарядов ВВ (плотность ВВ, диаметр заряда ВВ, наличие прочной оболочки; мощность начального импульса и др.).

Первая группа факторов нами рассматриваться не будет, поскольку в первую очередь их изменение зависит только от технологии изготовления ВВ.

Факторы, относящиеся ко второй группе, напротив, будут рассмотрены достаточно подробно, поскольку во многом именно от горных инженеров может зависеть правильный выбор этих параметров, обеспечивающих как необходимое качество, так и безопасность производства взрывных работ.

7.2.1. Влияние плотности заряда ВВ

Для каждого ВВ существует насыпная, оптимальная и критическая плотность. Скорость детонации в значительной мере зависит от изменения плотности ВВ в заряде (рис. 7.4). Так, с увеличением плотности индивидуальных ВВ скорость детонации возрастает до максимальных значений (кривая *1*), что объясняется увеличением концентрации энергии в единице объема.

Влияние плотности на скорость и устойчивость детонации смесевых ВВ значительно сложнее. При увеличении плотности смесевых ВВ от

насыпной $\rho_н$ до оптимальной $\rho_{опт}$ скорость детонации *W* возрастает до максимальной величины (точка *A* на кривой *2*), поскольку с уменьшением расстояния между частицами ВВ улучшаются условия теплопередачи от частицы к частице и пополнения энергией волны сжатия, распространяющейся по заряду, а также условия взаимодействия химических элементов, образовавшихся в процессе первичного превращения. При дальнейшем увеличении плотности до критического значения $\rho_{кр}$ уменьшается свободная, не контактирующая поверхность частиц ВВ, что затрудняет восприятие частицами теплоты. Также затрудняются процессы диффузионного смешивания продуктов первичного распада, необходимые для вторичных реакций с высоким тепловыделением. Кроме того, аммиачная селитра, входящая в состав большинства ВВ, при этих плотностях ведет себя как инертное вещество, поглощающее тепло и не поддерживающее окислительные реакции. Все вышеперечисленные факторы препятствуют распространению детонации по заряду ВВ.

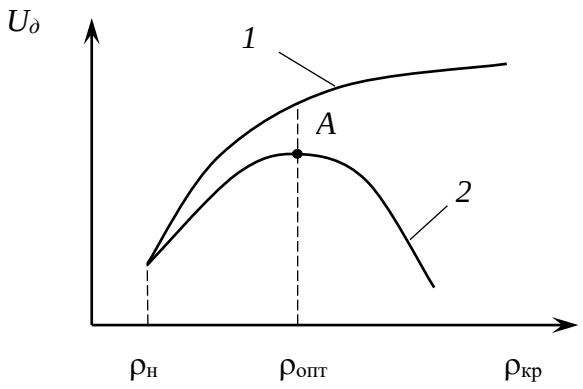


Рис. 7.4. Зависимость скорости детонации от плотности ВВ:
1 – для индивидуальных ВВ;
2 – для смесевых ВВ

В отечественной практике в настоящее время применяются порошкообразные смесевые ВВ только с насыпной плотностью. Путем механического прессования можно обеспечить плотность ВВ, приближающуюся к оптимальной (1,3-1,5 г/см^3), но опыт применения прессованных взрывчатых веществ показал их повышенную опасность по сравнению с обычными патронированными ВВ из-за высокой чувствительности к механическим воздействиям и сложности заряжания шпуров из-за возможности заклинивания.

Достичь критической плотности ВВ посредством механического воздействия на него нельзя. Обеспечить у заряда ВВ или его части плотность, приближающуюся к критической, возможно только с помощью взрывного импульса.

Основными причинами, которые могут привести к переуплотнению зарядов ВВ в шпурах до критической плотности и, вследствие этого, к их неполной детонации, являются:

Переуплотнение ударной воздушной волной, распространяющейся по промежутку между зарядом ВВ и стенками шпура (канальный эффект).

Между стенками шпура и патронами ВВ всегда проектируется кольцевой зазор величиной 10-15 мм, необходимый для обеспечения нормального процесса заряжания.

Экспериментальными исследованиями доказано, что в зазоре между зарядом и стенками шпура распространяется ударная воздушная волна, опережающая фронт детонации. Она возникает в результате сжатия воздуха в канале продуктами взрыва. Передний фронт продуктов детонации об-

разует своеобразный газовый поршень, примыкающий к фронту детонации, перемещающемуся со скоростью *W*. Возникающая в канале ударная волна по общим законам газодинамики должна характеризоваться большей скоростью, чем скорость газового поршня. На рис. 7.5 изображена схема деформации заряда при канальном эффекте.

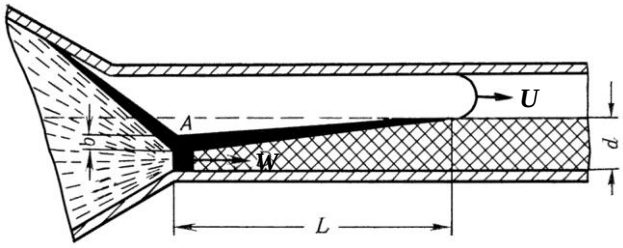


Рис. 7.5. Схема деформации заряда при канальном эффекте:
U – фронт ударной воздушной волны в зазоре; *W* – фронт детонационной волны;
d – диаметр заряда; *b* - толщина уплотненной зоны ВВ; *L* – длина зоны уплотненного ВВ

Первоначально канальный эффект исследовался только в предохранительных ВВ, имеющих малую критическую плотность и способных переуплотняться с затуханием детонации при прямом действии ударной воздушной волны.

Однако возможно за счет канального эффекта также переуплотнение и непредохранительных ВВ при значительной длине заряда ВВ (взрывание в крепких породах) в случае, когда ударная воздушная волна, опережающая фронт детонации, доходит до забоя шпура, отражается от него и накладывается на прямую ударную волну. Удвоенного давления в зоне фронта ударной воздушной волны достаточно, чтобы довести до критической плотности любое порошкообразное промышленное ВВ.

Переуплотнение ударной волной, распространяющейся по породе, от ранее взорванного заряда.

При одновременном взрывании зарядов вследствие разброса во времени срабатывания электродетонаторов мгновенного действия или применения короткозамедленного взрывания с минимальными интервалами замедления (15-25 мс) ранее взорвавшиеся шпуровые заряды предохранительных ВВ продуцируют в массиве пород волну сжатия. Заряды в невзорвавшемся шпуре могут переуплотняться за счет подвижки массива в районе шпура (рис. 7.6).

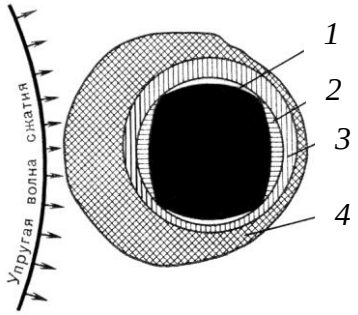


Рис. 7.6. Схема уплотнения заряда предохранительного ВВ при групповом взрывании:
1 – сечение заряда после уплотнения; *2* – первоначальное сечение заряда;
3 – первоначальное сечение шпура; *4* – разрушенная и уплотненная порода

Переуплотнение зарядов предохранительных ВВ газообразными продуктами взрыва, распространяющимися по трещинам от ранее взорванных зарядов.

Экспериментальными исследованиями, проведенных на угольных шахтах, установлено, что в сильнотрещиноватом массиве газообразные продукты детонации от ранее взорвавшегося заряда, распространяясь по трещинам, могут достигнуть при определенных условиях соседнего шпура и переуплотнить заряд предохранительного ВВ, что приведет или к затуханию детонации, или к переходу детонации в горение.

7.2.2. Влияние диаметра заряда ВВ

Каждое ВВ характеризуется двумя диаметрами заряда, определяющими скорость и устойчивость детонации, – критическим и предельным.

Критическим $d_{кр}$ называется диаметр заряда, при дальнейшем уменьшении которого детонация заряда ВВ становится неустойчивой, т. е. может происходить ее затухание (рис.7.7).

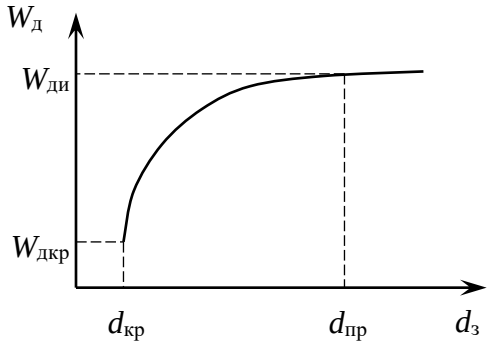


Рис. 7.7. Зависимость скорости детонации от диаметра заряда

Предельным $d_{пр}$ называется диаметр заряда, обеспечивающий максимальную скорость детонации ВВ, при дальнейшем увеличении которого скорость детонации заряда ВВ не увеличивается.

При увеличении диаметра заряда от критического до предельного скорость детонации возрастает до максимального значения.

Детонация может устойчиво распространяться по заряду только в том случае, если продолжительность реакции частиц ВВ в волне τ меньше времени выброса вещества в радиальном направлении за пределы заряда θ. В соответствии с этим условием минимальный диаметр заряда, при котором обеспечивается устойчивое распространение детонации (критический диаметр), может быть найден из условия совместного решения следующих уравнений: $\tau = a / (W - U)$; $\theta = d_з / (2\omega)$; $d_{кр} = 2\omega\tau$; где a – ширина зоны химической реакции; $d_з$ – диаметр заряда; U – массовая скорость веществ в

точке Чепмена-Жуге; ω - скорость волны разрежения, равная скорости звука в расширяющихся продуктах детонации (рис. 7.8).

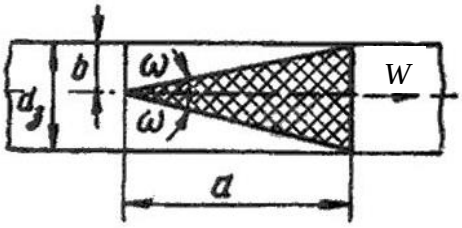


Рис. 7.8. К расчету критических параметров устойчивой детонации

При $\tau < \theta$ детонация в заряде затухает, так как волна разрежения проникает на глубину b (глубина проникновения волны разрежения в заряд) к оси заряда в пределах зоны химической реакции впереди плоскости Чепмена-Жуге, то есть расширение продуктов детонации начинается до завершения химической реакции. При $d_з = d_{кр}$ должно соблюдаться условие $\tau = \theta$.

7.2.3. Влияние прочной оболочки заряда ВВ

Прочная оболочка, окружающая заряд ВВ, затрудняет разлет продуктов детонации и препятствует формированию в них волны разрежения, движущейся к центру заряда. Наличие оболочки практически не оказывает влияния на скорость детонации зарядов индивидуальных ВВ большой плотности и, наоборот, в значительной степени определяет скорость и устойчивость детонации зарядов смесевых ВВ.

Прочная оболочка за счет сдерживания разлета продуктов детонации в зоне химической реакции позволяет уменьшить критический диаметр заряда ВВ, то есть обеспечить устойчивую детонацию при меньших диаметрах заряда (рис. 7.9).

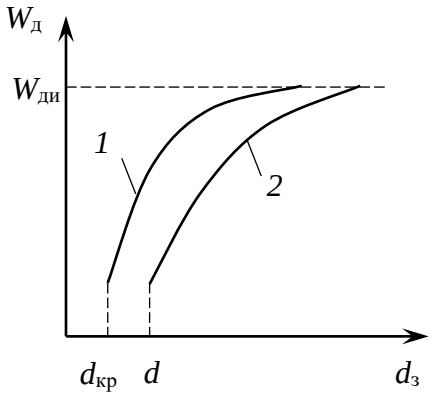


Рис. 7.9. Зависимость скорости детонации от наличия оболочки:
1 – без оболочки; *2* – с оболочкой

Исходя из приведенных выше сведений, рекомендуется тщательно заполнять шпуры взрывчатым веществом, чтобы горная порода выполняла

роль оболочки. Это позволит при прочих равных условиях повысить скорость детонации заряда ВВ.

7.2.4. Мощность начального импульса

Влияние мощности (скорости детонации) инициатора сказывается лишь на начальном участке развития детонации, где в зависимости от величины импульса может быть получена скорость детонации основного заряда выше или ниже характерной для данного диаметра заряда, но в любом случае на участке 1-2 диаметра заряда скорость стабилизируется (рис. 7.10).

С этой точки зрения для инициирования любого заряда ВВ необходимо применение промежуточного детонатора со скоростью детонации не ниже, чем у заряда основного заряда ВВ. При невыполнении данного условия детонация в заряде может затухнуть.

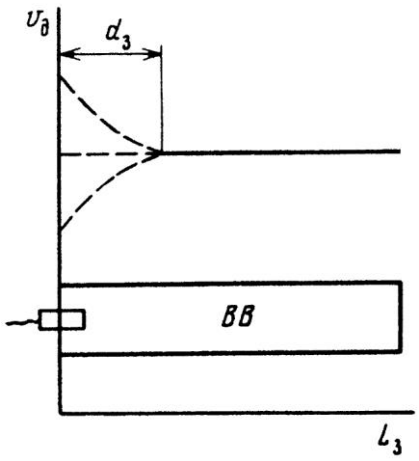


Рис. 7.10. Изменение скорости детонации заряда ВВ от мощности начального импульса

Контрольные вопросы

1. Какими методами можно экспериментально определить скорость распространения детонации по заряду ВВ? В чем заключается метод Дотриша?
2. Кратко охарактеризуйте сущность осциллографического и фотографического методов определения скорости детонации ВВ.
3. Какие факторы влияют на скорость и устойчивость детонации заряда ВВ? Какова роль плотности заряда ВВ ? Назовите основные причины, приводящие к его переуплотнению.
4. Что называется критическим и предельным диаметром заряда ВВ?
5. Как влияет наличие жесткой оболочки заряда на скорость и устойчивость детонации ВВ?
6. Влияет ли мощность начального импульса на скорость детонации основного заряда ВВ?

Лекция 8

РАБОТА ВЗРЫВА. ПРОБЫ НА БРИЗАНТНОСТЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

8.1. Работа взрыва

Механическая работа взрыва совершается за счет потенциальной химической энергии, которой обладает любое взрывчатое вещество. **Потенци-**

альная химическая энергия переходит в механическую работу не прямо, а через тепловую (внутреннюю) энергию газообразных продуктов детонации.

Превращение потенциальной химической энергии в тепловую может быть в определенных условиях неполным. Возникают потери, которые называют химическими. **Химические потери** связаны, в первую очередь, с поверхностным слоем взрывчатого вещества, который разлагается не полностью или даже частично разбрасывается. Толщина разбрасываемого слоя ВВ пропорциональна его критическому диаметру.

Вычитая из потенциальной химической энергии ВВ величину химических потерь, получаем **полную тепловую энергию взрыва**. В свою очередь, превращение тепла в работу в любом реальном процессе связано с **тепловыми потерями** (остаточная теплота газообразных продуктов взрыва, нагревание окружающей среды).

Полная механическая работа взрыва реализуется в нескольких формах, которые можно разделить на две большие группы: формы **фугасного (общего)** действия взрыва и формы **бризантного (дробящего)** действия взрыва.

Схема баланса энергии взрыва, по проф. А. Ф. Беляеву, приведена на рис. 8.1.

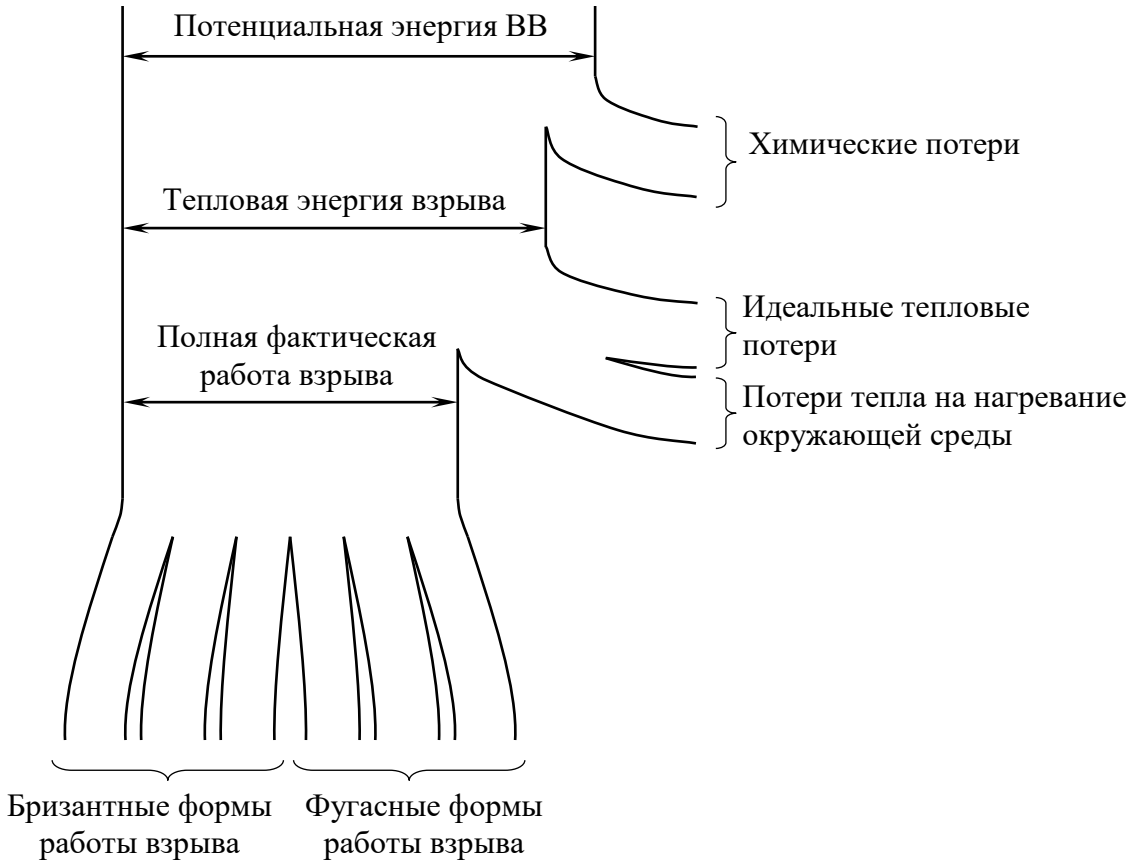


Рис. 8.1. Схема баланса энергии взрыва, по проф.А. Ф. Беляеву

Бризантность – это способность взрывчатого вещества к местному разрушительному действию, которое является результатом резкого удара продуктов детонации по окружающей заряд среде.

Бризантное (дробящее) действие взрыва заключается в интенсивном дроблении и деформации среды, непосредственно прилегающей к заряду, в результате резкого удара продуктов детонации, сжатых до высоких давлений. Бризантное действие взрыва связано с прохождением по породе ударной волны.

Основными формами проявления бризантного действия взрыва являются: переизмельчение горной породы в ближней от заряда зоне; развитие радиальных трещин, связанных с прохождением по породе ударной волны; сейсмические колебания массива пород.

Фугасное (общее) действие взрыва в горной породе связано, в первую очередь, с действием газообразных продуктов взрыва и проявляется на больших расстояниях от заряда, чем бризантные формы работы взрыва.

К фугасным формам работы взрыва в горной породе относят: разрушение породы по трещинам, созданным бризантным действием взрыва; перемещение отдельных кусков породы относительно друг друга; выброс горной породы; создание ударной воздушной волны.

8.2. Методы определения работоспособности и бризантности

8.2.1. Методы определения работоспособности (фугасности)

Для экспериментальной оценки работоспособности ВВ на практике нашли наибольшее распространение следующие методы:

- метод свинцовой бомбы (проба Трауцля);
- метод баллистического маятника;
- метод баллистической мортиры;
- определение объема воронки выброса грунта.

8.2.1.1. Метод свинцовой бомбы (проба Трауцля)

Данный метод является самым простым и самым распространенным в практике определения относительной работоспособности ВВ. В соответствии с международным и российским стандартом (ГОСТ 4546-81) испытания ВВ проводят в бомбе Трауцля, представляющей собой массивный свинцовый цилиндр с осевым отверстием (рис. 8.2). На дно отверстия (канала) помещают заряд исследуемого ВВ массой 10 г в бумажной гильзе. В качестве забойки поверх заряда насыпают сухой кварцевый песок. Заряд инициируют электродетонатором ЭД-8-Э. В результате работы взрыва происходит вздутие свинцовой бомбы.

В качестве меры относительной работоспособности ВВ принимают объем ΔV (см^3) образовавшейся грушевидной полости за вычетом начального объема канала и расширения, производимого электродетонатором (30 см^3). Объем полости определяют по количеству вместившейся туда воды.

Для получения сопоставимых результатов необходимо строго выдерживать стандартные условия эксперимента и изготовления бомб. Каждую партию свинцовых бомб перед испытаниями тарируют по эталонному ВВ – тротилу. На результаты определений влияют множество различных факторов. Так, повышение температуры бомбы приводит к возрастанию пластичности свинца, что сопровождается увеличением объема полости при тех же условиях взрыва. Стандартной считается температура 10 ^{0}С. При уменьшении температуры до 0 ^{0}С объем измеренной полости увеличивают на 5 %, при + 30 ^{0}С – уменьшают на 6 %. При одинаковой массе заряда испытываемого ВВ объем полости зависит от его геометрии – заряды большей высоты легче деформируют свинец и дают большее расширение канала бомбы.

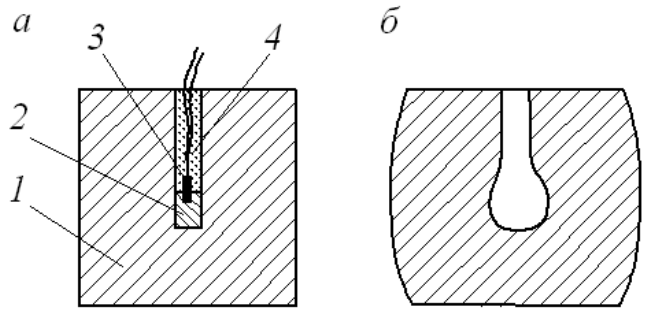


Рис. 8.2. Определение работоспособности ВВ в свинцовой бомбе (метод Трауцля):
а – до взрыва: *1* – свинцовый цилиндр, *2* – заряд ВВ,
3 – детонатор, *4* – забойка; *б* – после взрыва

Все условия опыта должны строго учитываться. Но даже и в этом случае испытания одного и того же ВВ дают большой разброс данных, порядка ± 30 см^3. Кроме того, опыты показывают, что объем расширения полости не пропорционален работоспособности ВВ. Так, при увеличении расширения в 2 раза работоспособность ВВ возрастает лишь в 1,7 раза. Это связано с уменьшением доли энергии, расходуемой на выброс забойки, и образованием ударной волны, а также с тем, что при увеличении расширения свинцовой бомбы ее стенки становятся тоньше и меньше сопротивляются давлению ПВ. Поэтому данный метод дает только относительную (сравнительную) оценку работоспособности ВВ, т. е. позволяет лишь ранжировать ВВ по данному показателю. Иногда для получения количественных значений работоспособности используют метод эквивалентных зарядов. Сущность метода заключается в определении эквивалентной массы аммонита № 6 ЖВ, производящей такое же расширение, как исследуемый заряд ВВ.

8.2.1.2. Метод баллистического маятника

Основой баллистического маятника является груз, подвешенный на жестких тягах к неподвижной опоре. Под воздействием на маятник потока продуктов взрыва он получит импульс и отклонится на некоторый угол α.

Техническая реализация эксперимента и конструкция маятника могут быть самыми различными. Наиболее распространенной является схема, когда заряд ВВ взрывают в стальной мортире (рис. 8.3), которая на специальной тележке подкатывается вплотную к маятнику. Преимуществом такой схемы является возможность взрывания больших (до 200 г) зарядов ВВ.

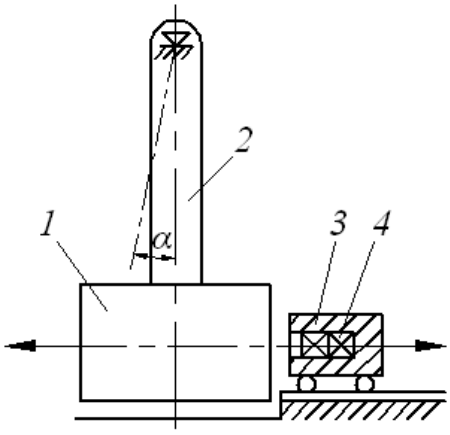


Рис. 8.3. Определение работоспособности: с помощью баллистического маятника:
1 – маятник; *2* – подвеска; *3* – мортира; *4* – заряд ВВ

Практическое использование метода баллистического маятника дает большие погрешности. Это обусловлено невозможностью учесть потери давления продуктов на контакте заряда и маятника, характером взаимодействия прямой и отраженной ударных волн и др. В этой связи обычно определяют не непосредственно работу взрыва, а массу заряда исследуемого ВВ, который дает отклонение маятника, равное отклонению его при взрыве заряда стандартного ВВ (обычно тротила массой 200 г).

8.2.1.3. Метод баллистической мортиры

Идея метода состоит в том, что во избежание указанных выше недостатков заряд ВВ взрывается непосредственно в мортире, массивный корпус которой подвешен на тросах в виде маятника (рис. 8.4).

В корпусе имеется взрывная камера объемом $V_{взр}$, в которой взрывается заряд ВВ, и расширительная камера объемом $V_р$, в которую перед взрывом раз-

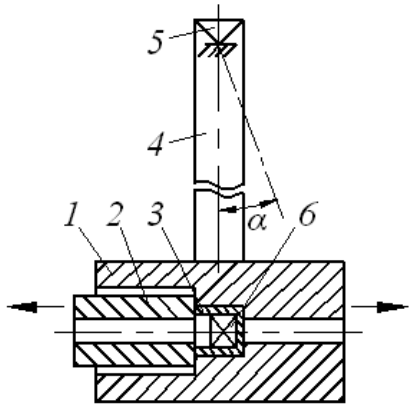


Рис. 8.4. Определение работоспособности в баллистической мортире:
1 – мортира; *2* – снаряд; *3* – вкладыш; *4* – подвеска; *5* – опора; *6* – заряд ВВ

мещают массивный стальной поршень-снаряд. Энергия взрыва по этой схеме испытаний расходуется на выталкивание (метание) поршня-снаряда. При этом потери энергии минимальны. В момент вылета снаряда (когда его задний торец пройдет сечение среза мортиры) продукты взрыва вырвутся на воздух и работа в системе мортира – снаряд прекратится.

Одним из недостатков метода баллистической мортиры является то, что конструктивно объем взрывной камеры делается достаточно большим, иначе мортира быстро разрушится. Но в этом случае за счет расширения продуктов взрыва их давление даже в начальной стадии относительно мало. Кроме того, из-за больших размеров камеры расположение заряда ВВ трудно фиксировать, и в различных опытах его положение относительно поршня-снаряда меняется, что существенно сказывается на величине угла отклонения маятника α и, следовательно, на результатах определения работоспособности ВВ.

8.2.1.4. Оценка работоспособности ВВ по воронке выброса

Метод основан на твердо установленном факте, что при прочих равных условиях объем воронки выброса пропорционален работоспособности взрывчатого вещества. Достоинством метода является то, что он может быть реализован для зарядов большой массы, в частности, промышленных ВВ (гранулированных, водосодержащих и др.), имеющих большой критический диаметр, для которых многие лабораторные методы непригодны.

Процедура экспериментального определения относительной работоспособности ВВ состоит в следующем. В песчаном грунте производится взрывание сосредоточенных зарядов испытываемого и эталонного ВВ (обычно аммонита № 6ЖВ). Длина заряда не должна превышать двух его диаметров ($h \leq 2d$). Глубина заложения заряда подбирается так, чтобы при взрыве получить воронку нормального выброса ($n = R/W \approx 1$). После взрыва заряда испытываемого ВВ измеряют объем воронки выброса. Затем путем опытных взрывов подбирают такой заряд эталонного ВВ, который обеспечивает тот же объем и геометрию воронки.

Данный метод ценен тем, что он позволяет испытывать заряды значительной массы в условиях их практического использования. К недостаткам следует отнести низкую точность метода, которая обусловлена невозможностью создания идентичных условий взрывания эталонного и исследуемого ВВ в реальных условиях породного массива. Кроме того, представляет известные трудности точное определение объема воронки выброса. Действительно, объем выброшенного грунта определяется по измеренным линейным размерам воронки, а поскольку объем пропорционален кубу линейных размеров, то даже небольшая ошибка в их измерении может дать значительную ошибку в оценке объема. Более того, реальная воронка выброса может иметь конфигурацию, отличную от идеального конуса. Все это вызывает необходимость в достаточно большом числе опытных взрывов, что связано со значительной трудоемкостью испытаний. Поэтому метод воронок по существу является ито-

говым полевым испытанием; ему должны предшествовать предварительные опыты с использованием свинцовой бомбы или другого лабораторного метода.

8.2.2. Методы определения бризантности ВВ

Наиболее простым и распространенным методом испытания на бризантность является проба на обжатие свинцовых столбиков или проба Гесса. Схема испытательного устройства представлена на рис. 8.5. Для испытаний применяют свинцовый столбик, деформация которого при взрыве и является мерой бризантности ВВ. Высота столбика 60 мм, диаметр 40 мм. На столбике размещают стальную пластину толщиной 10 мм и заряд ВВ. В соответствии со стандартом масса заряда составляет 50 г. Испытываемое ВВ помещают в цилиндрический бумажный патрон и подпрессовывают до плотности 1 г/см^3 с одновременным образованием гнезда для капсюля-детонатора. Свинцовый столбик с пластиной и зарядом располагают на массивной стальной подставке.

Об относительной бризантности судят по величине абсолютной продольной деформации столбика после взрыва Δh, мм. Величина деформации сильно зависит от консистенции и степени измельчения ВВ, поэтому проба Гесса используется в качестве испытательной приемочной пробы при изготовлении промышленных ВВ. Например, тетрил должен иметь бризантность Δh = 20-22 мм, аммонит № 6ЖВ - Δh = 14-15 мм. Если при испытаниях изготовленного ВВ его бризантность не укладывается в эти интервалы, делается вывод о несоответствии взрывчатого вещества стандарту.

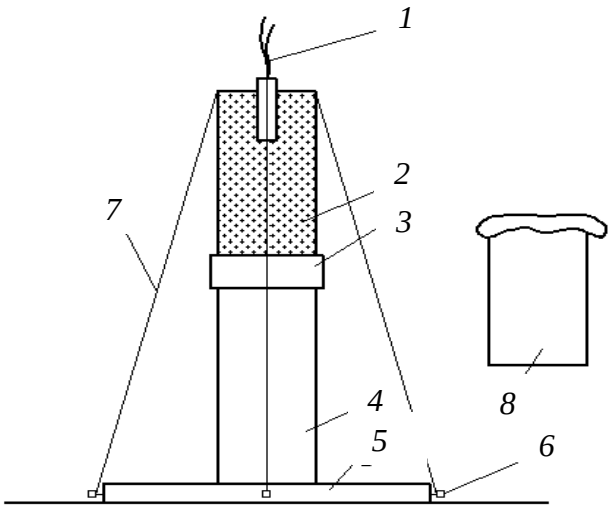


Рис. 8.5. Испытания ВВ на бризантность (метод Гесса):
1 – электродетонатор; *2* – заряд ВВ; *3* – стальной диск; *4* – свинцовый цилиндрик до взрыва; *5* – стальная плита; *6*– винт; *6* – растяжка;
8 – свинцовый цилиндрик после взрыва

Исключительная простота пробы Гесса обусловливает ее широкое применение. Однако ей присущи известные недостатки. Так, процесс детонации, который определяет бризантность ВВ, существенно зависит от

критического диаметра заряда ВВ, условий его работы в шпуре или скважине и т. п., что никак не учитывается в пробе Гесса.

Проба Гесса используется для испытаний промышленных ВВ. Высокобризантные, например инициирующие ВВ, разрушают стальную пластину в установке Гесса, что, в свою очередь, ведет к сильнейшему разрушению свинцового столбика, который превращается в изорванную бесформенную массу. В этом случае для испытаний применяют пробу Каста (рис. 8.6).

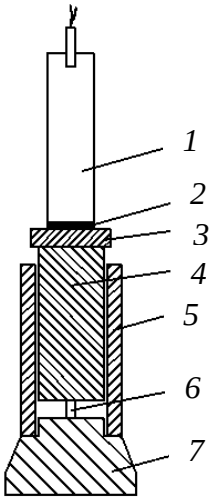


Рис. 8.6. Схема подготовки опыта для оценки бризантного действия по пробе Каста: *1* – заряд ВВ; *2* – свинцовая пластинка; *3* – стальная пластинка; *4* – цилиндрический поршень; *5* – направляющая муфта; *6* – медный крешер; *7* – подставка;

Здесь действие взрыва заряда ВВ передается через массивный стальной поршень медному столбику (крешеру), вызывая его деформацию. Величина этой деформации, так же как в пробе Гесса, принимается за меру бризантности ВВ. При испытаниях используют заряды диаметром 21 мм и высотой 80 мм.

Для оценки бризантности ВВ на практике применяют и некоторые другие способы. Например, оценку дробящего действия взрыва можно получить из данных о величине вмятин в свинцовых плитах, по пробиванию стальных пластин и т. д. При этом результаты испытаний носят сугубо качественный характер.

Контрольные вопросы

1. Опишите этапы перехода потенциальной химической энергии взрыва в его полную механическую работу. Раскройте сущность химических и тепловых потерь.
2. В чем заключается бризантное и фугасное действие взрыва?
3. Перечислите основные методы определения работоспособности ВВ. Кратко охарактеризуйте каждый из них.
4. Охарактеризуйте метод Гесса: его назначение и сущность.

Лекция 9

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ВВ. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ВВ

9.1. Основные положения теории предохранительных ВВ

9.1.1. Горючие газы и пыль в шахтной атмосфере

При разработке некоторых полезных ископаемых в подземных выработках встречаются горючие газы и пыль, которые, смешиваясь с воздухом рудничной атмосферы, образуют газовые и пылевоздушные взрывчатые смеси. Так, в угольных шахтах выделяется метан и образуется взрывчатая угольная пыль, в калийных шахтах – метан и водород, в медноколчеданных шахтах – взрывчатая сульфидная пыль.

Поскольку наиболее актуальной проблемой является предотвращение или локализация взрывов опасной атмосферы на угольных шахтах, в дальнейшем будем, в первую очередь, рассматривать характеристики метановоздушной и пылевоздушной среды.

Смесь метана с воздухом дает наиболее мощный взрыв при содержании метана CH_4 – 9,46 % и, соответственно, воздуха – 90,54 % по объему. При этом горение метана в кислороде воздуха идет по следующей реакции: $9{,}46CH_4 + 90{,}54 \cdot 20{,}9O_2 + 90{,}54 \cdot 0{,}791N_2 = 9{,}46CO_2 + 18{,}92H_2O + 71{,}62N_2 + Q$, где 90,54 – количество воздуха, кмоль; 9,46 – количество метана, кмоль; 0,209 (20,9 %) – содержание в воздухе кислорода; 0,791 (79,1 %) – содержание в воздухе азота, аргона и других газов.

Взрывная реакция идет без изменения объема газов. Теплота взрыва, приходящаяся на 1 кмоль метановоздушной смеси, составляет 18090 ккал, а на 1 $м^3$ – 806 ккал, что соответствует теплоте взрыва 1 кг аммонита ПЖВ-20.

При изменении соотношения между метаном и кислородом взрыв будет менее мощным, так как избыточный компонент, не участвуя во взрыве, поглощает часть тепла на собственное нагревание. Взрывоопасные концентрации получаются при содержании в воздухе 4-15 % метана.

Угольная пыль особенно интенсивно образуется при работе машин и механизмов в процессе обуривания забоев и механизированной отбойке угля, при взрывных работах, при транспортировании отбитого угля. Пыль оседает и скапливается в больших количествах на стенках и почве выработок.

Взрывоопасность угольной пыли обычно оценивают по содержанию в угле летучих веществ – продуктов газификации, образуемых нагревом угля без доступа кислорода при температуре 850 °С. Их выражают в процентах по массе, отнесенных к высушенному углю, за вычетом золы.

Угольные шахты относятся к опасным по пыли, если содержание летучих веществ в угле превышает 10 %.

Взрывоопасные концентрации угольной пыли составляют от 10 до 600 г/м^3.

Наличие в атмосфере шахт горючих газов и пыли создает опасность их взрывов. Взрыв может произойти от различных источников воспламенения: электрической или фрикционной искры, от луча огня, от высокотемпературных продуктов взрыва ВВ и др. Статистический анализ показывает, что примерно в 40 % случаев воспламенения и взрывов газа и пыли в угольных шахтах происходит при взрывных работах, около 50 % – в результате искрения электрооборудования и фрикционного искрения механизмов, по прочим причинам – около 10 %. При взрывных работах 30-50 % случаев происходит при поджигании взрывоопасной среды продуктами детонации, 18-33 % – следствие выгорания ВВ.

В целях уменьшения вероятности воспламенения метановоздушной атмосферы в состав ***предохранительных, или антигризутных (устаревшее), взрывчатых веществ, предназначенных для угольных и сланцевых шахт, опасных по взрывам газа или пыли,*** рекомендуется вводить следующие добавки:

пламегасители – вещества, снижающие температуру вспышки зарядов ВВ;

ингибиторы – вещества, увеличивающие период индукции (время от начала теплового воздействия до момента воспламенения опасной атмосферы при данной температуре).

9.1.2. Основные гипотезы (теории) воспламенения горючих шахтных сред взрывным импульсом

Гипотеза антигризутности Малляра и Ле-Шателье

Исследуя процесс самовоспламенения смесей горючих газов (смеси водорода, метана с воздухом и др.), а также условия воспламенения метановоздушной смеси зарядами гурдинамита, ученые Маляр и Ле-Шателье предположили, что действие взрыва ВВ зависит прежде всего от температуры продуктов взрыва. Метановоздушная смесь будет воспламеняться всегда, если температура продуктов взрыва превышает 2200 °С, и не будет воспламеняться, если температура продуктов взрыва будет меньше 650 °С. При всех промежуточных значениях температуры продуктов взрыва воспламенение может произойти или нет в зависимости от того, успеют ли продукты взрыва охладиться ниже температуры вспышки за время, меньшее, чем задержка вспышки, соответствующая данной температуре.

Эти соображения легли в основу первой гипотезы антигризутности, известной под названием «термической». В соответствии с этой гипотезой ***вероятность воспламенения метановоздушной смеси зависит от тем-***

пературы продуктов взрыва, которая определяет задержку вспышки, и от условий охлаждения продуктов взрыва.

На основании результатов, полученных Маляром и Ле-Шателье, французская антигризутная комиссия, приблизительно оценив степень охлаждения продуктов детонации при взрывании реальных шпуровых зарядов, приняла решение, что ВВ, используемые при взрывании по породе, должны иметь температуру взрыва не более 1900 ºС, а ВВ, применяемые в угольных забоях, – не более 1500 ºС.

Но необходимо отметить, что и при применении предохранительных ВВ, удовлетворяющих температурному критерию, все же происходили аварии, связанные с воспламенением опасной атмосферы.

Гипотеза Е. Одибера

Существенный вклад в развитие представлений о механизме воспламенения метановоздушной смеси при взрывных работах внес французский ученый Е. Одибер. В своих исследованиях он исходил из следующих соображений. Любой взрывчатый состав можно сделать предохранительным, если к нему добавить достаточное количество инертных добавок. Согласно Е. Одиберу, введение инертных добавок в состав ВВ приводит к уменьшению общей энергии взрыва Q или удельной энергии, приходящейся на единицу объема продуктов взрыва q. Поэтому можно предположить, что воспламенение газовой смеси зависит либо от общей энергии, заключенной в продуктах взрыва, либо от удельной энергии, приходящейся на единицу объема газообразных продуктов взрыва.

На основании результатов своих опытов Е. Одибер предложил следующий механизм процесса воспламенения метана при взрыве заряда ВВ (этот механизм известен как «механизм воспламенения путем смешивания»). При взрыве заряда ВВ продукты взрыва, имеющие высокую температуру, смешиваются с метановоздушной смесью. ***Если в процессе разбавления продуктов взрыва метановоздушной смесью (но еще при составе, способном к распространению горения, будет достигнута температура вспышки, то произойдет воспламенение метановоздушной смеси.***

Опыты Е. Одибера показали, что ВВ с положительным или отрицательным кислородным балансом являются опасными в отношении воспламенения метана. Наименьшую опасность имеют составы с кислородным балансом, близким к нулю.

Чтобы ВВ удовлетворяли критерию Е. Одибера, они должны содержать в своем составе большое количество инертных добавок. Как правило, все предлагаемые составы содержали в своем составе большое количество хлористого натрия.

Гипотеза С. Бейлинга

В 20-х годах XX века Е. Лемер, фотографируя в темноте пламя взрыва зарядов, помещенных в канал мортиры, обнаружил следы искр, которые он приписал твердым частицам ВВ, выбрасываемым из канала мортиры. В эти же годы Е. Одибер также проводил исследования, направленные на выявление роли твердых частиц при воспламенении метана в опытном штреке.

Данные исследования были продолжены ученым К. Бейлингом, который, анализируя явления, происходящие перед каналом мортиры при взрывании в ней заряда ВВ, рассматривал четыре фактора возможного воспламенения атмосферы: ударная волна, волна сжатия, газообразные продукты взрыва, твердые частицы.

Базируясь на своих исследованиях и умозаключениях, К. Бейлинг отмел все причины воспламенения, кроме дефлагрирующих (горящих) твердых частиц, попадающих в опасную атмосферу. ***Эти горящие частицы имеют высокую температуру, при которой задержка вспышки настолько мала, что она (вспышка) успевает произойти даже при большой скорости полета частиц.***

В заключение обзора гипотез, объясняющих механизм воспламенения метановоздушной среды взрывным импульсом, необходимо отметить, что в настоящее время отсутствует общепринятая единая теория (гипотеза), в рамках которой можно принимать все необходимые меры, касающиеся безопасного проведения взрывных работ в угольных шахтах.

На практике ведения взрывных работ в угольных шахтах применяются рекомендации из всех рассмотренных выше гипотез, в частности:

- уменьшение температуры взрыва (применение пламегасителей);
- увеличение периода индукции – времени нахождения теплового высокотемпературного источника в газовой атмосфере до момента ее воспламенения (применение ингибиторов);
- взрывание с забойкой, водяные завесы – изменение условий смешивания газообразных продуктов взрыва с атмосферой;
- запрещение применение ВВ с добавкой металлов (алюминия); запрещение обратного инициирования зарядов – предупреждение выброса в атмосферу горящих частиц ВВ.

9.2. Методы испытания предохранительных ВВ (III-VII классы)

Все предохранительные ВВ в зависимости от области и условий применения испытывают на безопасность по газу и (или) пыли по стандартным методикам. Каждая партия любого предохранительного ВВ при выпуске с завода-изготовителя подвергается обязательным приемочным испытаниям на предохранительные свойства.

Испытания проводят в так называемом опытном штреке (рис. 9.1) – стальной трубе 9 эллиптического или круглого сечения диаметром 1500--2000 мм длиной 10-30 м, укрепленной на бетонном основании, закрытой с одного конца толстым днищем и открытой с другого конца.

В днище вырезан люк *2* диаметром 0,3-0,4 м, т.е. несколько меньшим диаметра мортиры *1* (см. рис. 9.2), установленной на рельсовой тележке и подкатываемой вплотную к люку во время испытаний. На некотором расстоянии от днища в трубе имеется рама *8*, закрываемая бумажной диафрагмой для образования взрывной камеры *4* объемом 10-11 м^3. Для перемешивания газов в камере имеется лопастная мешалка *6*, а для пыли – продольные полки *7*. При некоторых испытаниях пыль вбрасывают во взрывную камеру с помощью специальной мортиры *10* длиной 500-700 мм и диаметром 150-200 мм, установленной перед камерой трубы и направленной под углом 20^o к днищу штрека. За пределами взрывной камеры в трубе с противоположных сторон сделаны окна *11* для визуального наблюдения за воспламенением газа или пыли. Газ из баллонов подают по газопроводу *5*. Газообразные продукты взрыва отсасывают после каждого испытания через вентиляционную трубу *3*.

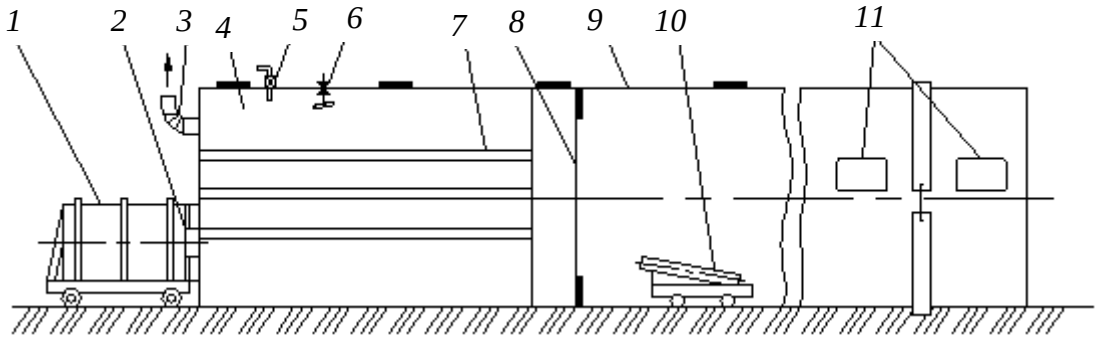


Рис. 9.1. Устройство опытного штрека:
1 – мортира; *2* – люк; *3* – вентиляционная труба; *4* – взрывная камера; *5* – газопровод; *6* – лопастная мешалка; *7* – продольные полки для угольной пыли;; *8* – рама; *9* – стальная труба; *10* – специальная мортира для вбрасывания пыли; *11* – окна

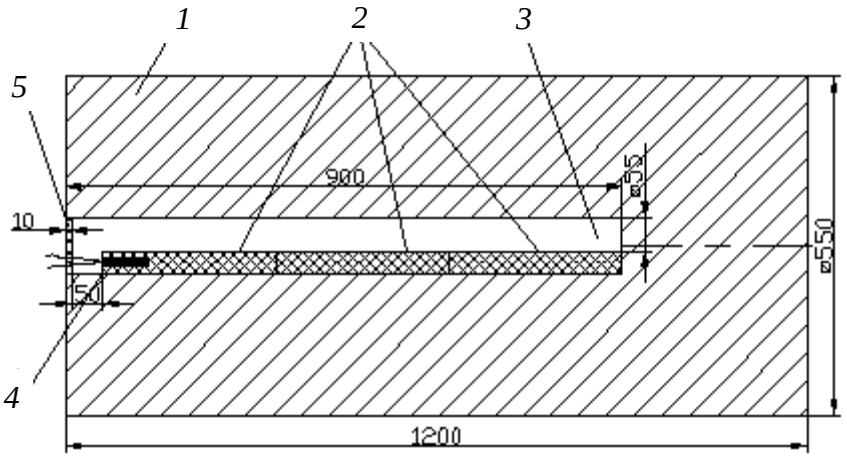


Рис. 9.2. Мортира с зарядом ВВ:
1 – толстостенный стальной цилиндр; *2* – патроны ВВ; *3* – осевой канал; *4* – патрон-боевик; *5* – забойка

В соответствии с классификацией Единых правил безопасности при взрывных работах предохранительные ВВ относятся к III-VII классам по условиям применения, причем с повышением класса увеличивается степень предохранительных свойств ВВ, т.е. их можно применять в более опасных условиях.

9.2.1. Проведение испытаний предохранительных ВВ на воспламенение метана

Для взрывчатых веществ III и IV классов испытания по метану проводят в следующей последовательности. В канал мортиры заряжают вплотную до его дна патроны испытываемого ВВ общей массой 600 г. Конструкция заряда показана на рис. 9.2. В устье канала помещают заподлицо забойку длиной 10 мм, изготовленную из 4 частей сухой глины и 1 части воды. Заряженную мортиру подкатывают вплотную к люку днища штрека. После этого на раму взрывной камеры наклеивают бумажную диафрагму и приступают к заполнению камеры метаном до получения 8-10% -ной концентрации. Для испытания используют природный газ с содержанием метана не менее 90 %. После установления в камере необходимой концентрации, что регистрируется дистанционным газоанализатором, заряд в мортире взрывают с помощью взрывной машинки и наблюдают за появлением пламени в окнах и открытом конце трубы штрека.

ВВ V и VI классов, предназначенные для взрывания в особо опасных условиях угольных шахт, подвергают штрековым испытаниям по метану в более жестких условиях. Их заряды взрывают в свободно подвешенном состоянии во взрывной камере штрека. При таких испытаниях предохранительные ВВ V класса не должны воспламенять метановоздушную смесь зарядом массой 200 г, а VI класса – зарядом массой 1000 г.

Для ВВ VI класса дополнительно предусматриваются испытания в уголковой мортире с отражательной стенкой (рис. 9.3), которая располагается в центре взрывной камеры.

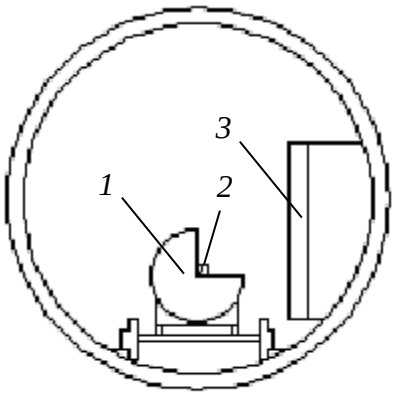


Рис. 9.3. Уголковая мортира с отражательной стенкой:
1 – уголковая мортира; *2* – заряд ВВ; *3* – отражательная стенка

Для размещения заряда мортира имеет боковой паз с шириной граней по 100 мм. Вертикальная грань паза должна отстоять от отражательной стенки на расстояние 600 мм. Заряд инициируют предохранительным электродетонатором мгновенного действия. При данном испытании на метановоздушную смесь одновременно действуют раскаленные газы, пламя взрыва и усиленные отражением ударные волны.

Партия предохранительных ВВ считается выдержавшей испытания, если ни в одном из запланированных опытов (до 20) не было зарегистрировано вспышки или взрыва газа.

9.2.2. Проведение испытаний предохранительных ВВ на воспламенение пыли

Испытания на воспламенение угольной пыли в соответствии с условиями применения проводятся для предохранительных ВВ IV-VI классов. Для испытания применяют угольную пыль стандартного состава по дисперсности, содержанию летучих компонентов, золы и влаги. Количество угольной пыли для испытания составляет 6,0 кг из расчета получения в опытном штреке взрывоопасной концентрации пылевоздушной смеси (400-600 г/м^3 воздуха). Всю угольную пыль или ее основную массу (около 5,0 кг, если опытный штрек имеет полки) засыпают в канал вспомогательной мортиры, установленной на расстоянии 8-11 м от днища штрека. На дно канала предварительно помещают заряд того же испытуемого ВВ массой 50 г с электродетонатором мгновенного действия. После подготовки зарядов мортиры устанавливают на свои места. Заряд во вспомогательной мортире взрывают на 5-10 с раньше основного заряда для образования в штреке облака пыли.

Масса заряда в основной мортире составляет 700 г. При испытании внутреннюю забойку не применяют, но в половине опытов делают подсыпку 100 г пыли в устье мортиры. Взрывную камеру штрека диафрагмой не отгораживают.

Для ВВ VI класса предусматривается дополнительное испытание на воспламенение пылевоздушной среды в уголковой мортире (см. рис. 9.3).

Число опытов по воспламенению пыли принимается в соответствии с техническими условиями на ВВ (до 10 опытов). Ни в одном из них не должно произойти воспламенения среды.

Контрольные вопросы

1. Кратко охарактеризуйте основные газовые и пылевоздушные смеси, представляющие опасность взрыва. Укажите их состав и концентрацию.

2. Сформулируйте основные гипотезы воспламенения горючих шахтных сред взрывным импульсом.

3. Чем предохранительные ВВ отличаются от обычных? Укажите область их применения.

4. Что называется пламегасителями, с какой целью их вводят в состав предохранительных ВВ?

5. Какими методами производят испытания предохранительных ВВ? Кратко опишите их сущность.

Лекция 10

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАРЯДОВ ВВ. ДЕЙСТВИЕ ВЗРЫВА СОСРЕДОТОЧЕННОГО ЗАРЯДА В ТВЕРДОЙ ОДНОРОДНОЙ БЕЗГРАНИЧНОЙ СРЕДЕ И ПРИ НАЛИЧИИ ОБНАЖЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ. ВОРОНКА ВЗРЫВА И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАРЯДОВ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВА. ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА СОСРЕДОТОЧЕННЫХ ЗАРЯДОВ

10.1. Классификация зарядов ВВ

Зарядом ВВ называется определенное количество взрывчатого вещества, размещенное определенным образом в зарядной камере (шпур, скважина, камера, наружный заряд и др.) и подготовленное к взрыву (т. е. с введенным в ВВ средством инициирования).

По расположению относительно разрушаемого объекта заряды разделяют на **наружные** и **внутренние**. В горном деле преимущественно применяют внутренние заряды, размещаемые в шпурах, скважинах, камерах и др., обеспечивающие более полный переход энергии ВВ в полезные формы механической работы взрыва.

По своей форме заряды делятся на сосредоточенные и удлиненные. **Сосредоточенными** называют заряды, имеющие относительно изометрическую форму (шар, куб и др.), для которых отношение максимального линейного размера $L_З$ к минимальному $d_З$ $L_З/ d_З \leq 3$. **Удлиненными** называют заряды, для которых $L_З/ d_З > 3$.

По конструкции заряды делятся на сплошные и рассредоточенные. **Сплошной заряд** не разделяется на отдельные части промежутками, тогда как в **рассредоточенном заряде** между отдельными его частями находится воздух или инертный материал.

По характеру своего действия на твердую среду заряды ВВ делятся на заряды камуфлета, заряды рыхления и заряды выброса (рис.10.1).

а *б* *в*

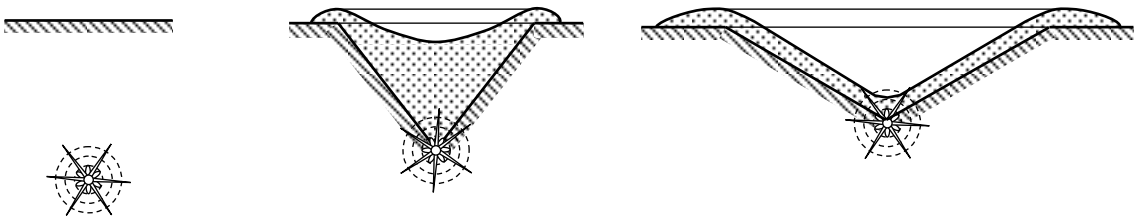


Рис.10.1. Схема действия взрыва различных зарядов:
а - заряд камуфлета; *б* – заряд рыхления; *в* – заряд выброса

Действие **заряда камуфлета** приводит только к разрушению массива породы вокруг заряда, но не проявляется на обнаженной поверхности (см. рис.10.1, *а*).

Действие **заряда рыхления** проявляется в дроблении и вспучивании горной породы в пределах воронки взрыва (без образования видимой воронки) от центра заряда до обнаженной поверхности (см. рис.10.1, *б*).

Заряд выброса вызывает дробление и выброс горной породы за пределы воронки взрыва (см. рис.10.1, *в*).

Изменение характера действия заряда может быть достигнуто как уменьшением глубины заложения W заряда постоянной величины, так и увеличением массы заряда Q при постоянной глубине его заложения.

10.2. Действие взрыва сосредоточенного заряда в твердой однородной безграничной среде

При взрыве сосредоточенного заряда в твердой однородной безграничной среде на значительном удалении от обнаженной поверхности (заряд камуфлета) разрушение происходит в результате совместного действия ударной волны и газообразных продуктов взрыва (рис. 10.2).

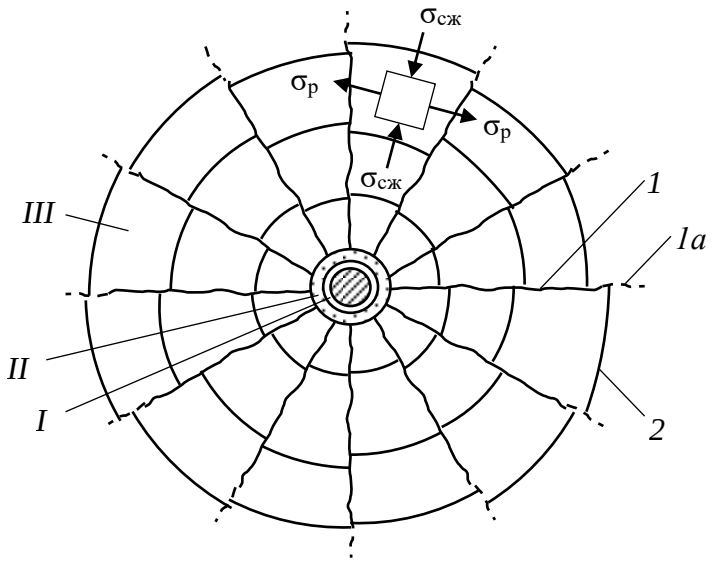


Рис.10.2. Схема действия взрыва заряда в твердой однородной безграничной среде:

I – зона вытеснения; *II* – зона раздавливания; *III* – зона трещинообразования; *IV* – зона упругих деформаций; *1* – радиальные трещины, возникающие за счет действия растягивающих напряжений во фронте волны напряжений; *1а* – развитие трещин в результате действия газообразных продуктов взрыва; *2* – кольцевые (сферические) трещины, возникающие при смещении пород в сторону зарядной камеры при падении в ней давления

На поверхности раздела «заряд – порода» детонационная волна переходит в ударную волну, которая вызывает сильное измельчение породы, находящейся в условиях всестороннего неравномерного сжатия (II – зона раздавливания). Под действием высокого давления продуктов детонации прилегающие к заряду участки горной породы происходит вытеснение измельченной породы с некоторым увеличением зарядной камеры (I – зона вытеснения). Зоны вытеснения и раздавливания распространяются в скальной горной породе на величину, не превышающую радиуса заряда r_o.

По мере удаления от заряда амплитуда и скорость распространения ударной волны резко снижается, и на расстоянии 5-6 радиусов заряда ударная волна превращается в волну напряжения, скорость которой равна скорости звука в породе.

Под действием прямой волны напряжений в ее фронте в радиальном направлении возникают сжимающие напряжения, действие которых уже не может произвести разрушение в условиях всестороннего сжатия. В тангенциальном направлении возникают растягивающие напряжения, которые и вызывают появление радиальных трещин в породе, поскольку предел прочности породы на растяжение, как правило, в 5 – 10 раз меньше, чем на сжатие.

Дальнейшее распространение волны напряжений, не приводящее к разрушению породы, определяет зону упругих деформаций (зону сотрясения) IV.

Газообразные продукты взрыва, распространяющиеся по радиальным трещинам, возникшим за счет действия волн напряжения, производят развитие данных трещин на определенное расстояние, зависящее от величины давления газообразных продуктов взрыва и прочностных характеристик горной породы. Зона, характеризующаяся развитием радиальных трещин, называется зоной трещинообразования III. Ее размер обычно составляет 40 – 50 радиусов заряда r_o.

При взрывании заряда на значительном расстоянии от обнаженной поверхности продукты взрыва, обладая достаточно высокими энергетическими характеристиками, уже не могут совершить дальнейшей механической работы по разрушению породы. За счет теплообмена с горными породами продукты взрыва охлаждаются, происходит разгрузка и смещение пород в сторону зарядной камеры, в результате чего образуются кольцевые (сферические) трещины. Данные трещины могут располагаться только в промежутке между ранее образованными радиальными трещинами.

10.3. Действие взрыва сосредоточенного заряда в твердой однородной среде при наличии обнаженной поверхности

Если расстояние от обнаженной поверхности до заряда ВВ соизмеримо с размером зоны трещинообразования, то общая картина разрушения существенно меняется (рис. 10.3).

Волна напряжений, достигшая обнаженной поверхности, отражается от границы раздела двух сред с разными плотностями. Наложение прямой и обратной волны приводит к увеличению амплитуды, а следовательно, и величины растягивающих напряжений, за счет которых происходит развитие трещин от поверхности, аналогичных радиальным трещинам, идущим от заряда.

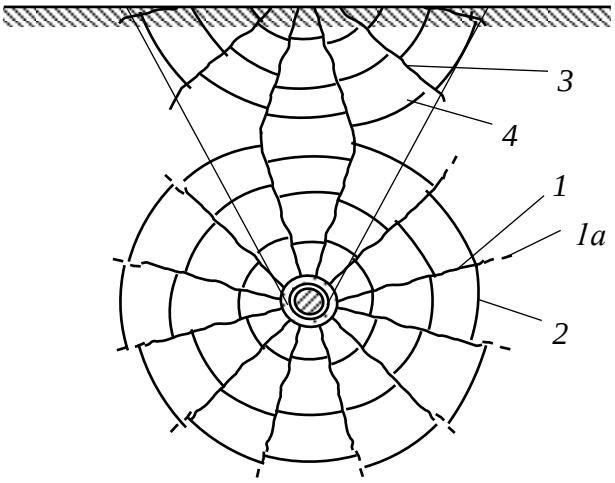


Рис.10.3. Схема действия взрыва заряда в твердой однородной среде при наличии обнаженной поверхности:
1 – радиальные трещины, возникающие за счет действия растягивающих напряжений во фронте волны напряжений; *1а* – развитие трещин в результате действия газообразных продуктов взрыва; *2* – кольцевые (сферические) трещины, возникающие при смещении пород в сторону зарядной камеры при падении в ней давления; *3* – трещины, возникающие в результате совместного действия прямой и отраженной волны напряжений; *4* – откольные трещины

Кроме того, при отражении волны от обнаженной поверхности возникает волна растяжения, в результате чего вблизи поверхности возникают откольные трещины.

10.4. Воронка взрыва и ее элементы. Классификация зарядов по показателю действия взрыва

Форма воронки взрыва зависит от свойств взрываемой среды. При расчетах одиночных сосредоточенных зарядов для упрощения расчетов форму воронки взрыва принимают в виде опрокинутого конуса вращения с вершиной в центре заряда.

Различают следующие элементы воронки взрыва (рис.10.4):

линия наименьшего сопротивления (л.н.с.) W – кратчайшее расстояние от центра заряда до ближайшей обнаженной поверхности;

радиус воронки взрыва r;

угол раствора воронки взрыва α;

радиус действия взрыва заряда R.

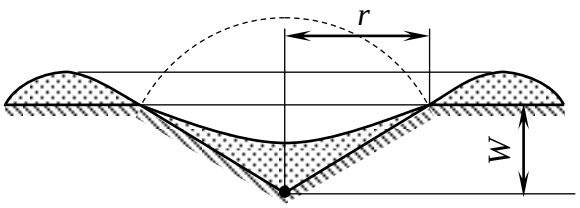


Рис.10.4. Элементы воронки взрыва заряда

Характер действия взрыва заряда в среде, кроме того, определяется показателем действия взрыва

$$n = \frac{r}{W}. \qquad (10.1)$$

В зависимости от величины показателя действия взрыва различают:

заряды нормального выброса (n = 1);

заряды усиленного выброса (n > 1);

заряды уменьшенного действия (n < 1).

При $n \approx 0{,}7$ видимой воронки от взрыва заряда не образуется и по действию он является зарядом рыхления. При $n \approx 0{,}5$ (заряд камуфлета) данный показатель теряет физический смысл, поскольку воронки взрыва не образуется.

10.5. Принципы расчета сосредоточенных зарядов

Расчет массы заряда ВВ, необходимого для получения воронки выброса, основан на принципе пропорциональности, согласно которому масса заряда Q прямо пропорциональна объему взрываемой горной массы V

$$Q \sim V. \qquad (10.2)$$

Для зарядов нормального выброса (n = 1) при взрыве образуется конусообразная воронка, угол при вершине которой составляет 90^0. Объем такой воронки равен объему конуса:

$$V = \frac{1}{3}\pi r^2 W \ . \qquad (10.3)$$

Учитывая, что при n = 1 $r = W$, и приняв $\pi \approx 3$, получим

$$V \approx W^3. \qquad (10.4)$$

Коэффициентом пропорциональности q между массой заряда Q и объемом взрываемой горной массы является **удельный расход ВВ**. Удель-

ный расход ВВ характеризует массу ВВ, необходимую для разрушения 1 м^3 горной породы. Таким образом, масса сосредоточенного заряда определится по формуле:

$$Q \approx qW^3 \ . \qquad (10.5)$$

При показателе взрыва n, отличного от единицы, расчет величины сосредоточенных зарядов производится по формуле М. М. Борескова:

$$Q \approx \left(0{,}4 + 0{,}6n^3\right)qW^3 . \qquad (10.6)$$

При значении л.н.с. более 25 м формула М. М. Борескова дает заниженные результаты. В этом случае расчет ведется по формуле Союзвзрывпрома:

$$Q \approx \left(\frac{W}{25}\right)^{0,5}\left(0{,}4 + 0{,}6n^3\right)qW^3 \ . \qquad (10.7)$$

Введение дополнительного коэффициента объясняется необходимостью придать центру тяжести массы выбрасываемого грунта скорость, достаточную для выброса его из пределов контура воронки взрыва.

Контрольные вопросы

1. На какие виды подразделяются заряды ВВ в зависимости от условий их применения? Дайте краткую характеристику каждого из них.
2. Чем отличаются основные закономерности действия взрыва сосредоточенного заряда в твердой однородной безграничной среде и в условиях наличия обнаженной поверхности?
3. Опишите элементы воронки взрыва. Что называется показателем действия взрыва? Укажите его физический смысл.
4. Что называется удельным расходом ВВ? Укажите принципы расчета массы заряда ВВ в зависимости от показателя действия взрыва.

Лекция 11

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ. ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВВ

11.1. Классификация промышленных взрывчатых веществ

Промышленные ВВ классифицируются по ряду признаков: по характеру воздействия на окружающую среду, по чувствительности к

начальному импульсу, по химическому составу, по агрегатному состоянию, по условиям применения и т. д.

По характеру воздействия на окружающую среду или по форме химического превращения промышленные ВВ условно подразделяют на высокобризантные ВВ (скорость детонации W = 4500-7000 м/с), бризантные (W = 3000-4500 м/с), низкобризантные (W = 2000-3000 м/с) и метательные – пороха (скорость взрывного горения 100- 400 м/с).

По чувствительности к простым формам начального импульса ВВ подразделяют на первичные (инициирующие) и вторичные. **Первичные ВВ** при поджигании малых масс (долей грамма) детонируют, точнее – возникающее горение очень быстро переходит в детонацию. Детонация легко возбуждается в них и при механических воздействиях (ударе, наколе, трении). **Во вторичных ВВ** детонацию возбуждают с помощью ударно–волновой нагрузки, обычно создаваемой контактным взрывом некоторой массы первичного ВВ, помещенного в капсюль-детонатор. Именно поэтому первичные ВВ называют инициирующими. К ним относятся гремучая ртуть, тринитрорезорцинат свинца (ТНРС), азид свинца.

Первичные инициирующие ВВ инициируют более мощные вторичные инициирующие ВВ, к которым относятся тетрил, гексоген, ТЭН. Взрыв вторичного инициирующего ВВ, находящегося в средствах инициирования (капсюле-детонаторе, электродетонаторе) вызывает взрыв заряда промышленного ВВ или промежуточного детонатора, от которого производится инициирование заряда промышленного ВВ.

По физическому состоянию промышленные ВВ подразделяют на порошкообразные, гранулированные, чешуированные, прессованные, литые, пластичные, водосодержащие и эмульсионные.

ВВ подразделяют на индивидуальные соединения, в которых процесс химического превращения протекает в одну стадию в форме реакции мономолекулярного распада (например, тротил), и механические взрывчатые смеси (например, аммониты – смесь аммиачной селитры с тротилом).

По химическому составу промышленные взрывчатые вещества подразделяют на следующие группы:

1) нитросоединения – содержат одну или несколько нитрогрупп (NO_2); наиболее известные ВВ этой группы: тротил, тетрил, гексоген;

2) аммиачно-селитренные ВВ – механические смеси аммиачной селитры с другими ВВ или с горючими невзрывчатыми материалами. Во взрывчатых веществах этой группы аммиачная селитра, имея отрицательный кислородный баланс, выполняет роль окислителя. К наиболее распространенным ВВ этой группы можно отнести аммониты, аммоналы, гранулиты и др;

3) нитроэфирсодержащие (нитроглицериновые) ВВ – содержат в своем составе определенное количество жидких нитроэфиров (нитроглицерина, нитрогликоля, динитрогликоля). К этой группе относятся такие ВВ как детонит М, ряд предохранительных ВВ;

4) пороха (дымные и бездымные);

5) хлоратные и перхлоратные ВВ – смеси окислителей и горючих веществ с различными добавками. В качестве окислителей используют хлораты или перхлораты щелочных металлов или перхлорат аммония ($KClO_3$, $NaClO_3$, NH_4ClO_3), горючий компонент: воск, парафин, вазелин, нитроглицерин, нитросоединения, порошки металлов и ферросплавов, бензол, нитробензол и др;

6) оксиликвиты – изготавливаются путем пропитки жидким кислородом или смесью его с 15-30 % жидкого азота патронов из измельченных углеродистых материалов с большой удельной поверхностью (древесный уголь, сажа) или целлюлозных поглотителей типа мха, сфагнума, торфа и т. д. Оксиликвиты быстро меняют свои взрывчатые свойства из-за испарения жидкого кислорода из патронов. В настоящее время в России не применяются.

По условиям применения все промышленные взрывчатые материалы в соответствии с требованиями Единых правил безопасности при взрывных работах подразделяются на классы (табл. 11.1).

Таблица 11.1

Классификация взрывчатых веществ по условиям применения

Класс взрывчатых веществ	Группа взрывчатых веществ	Вид взрывчатых веществ И условия применения	Цвет отличительной полосы или оболочек патронов
1	2	3	4
I	-	Непредохранительные взрывчатые вещества для взрывания только на земной поверхности	Белый
II	-	Непредохранительные взрывчатые вещества для взрывания на земной поверхности и в забоях подземных выработок, в которых либо отсутствует выделение горючих газов или взрывчатой угольной (сланцевой) пыли, либо применяется инертизация призабойного пространства, исключающая воспламенение взрывоопасной среды при взрывных работах	Красный
III	-	Предохранительные взрывчатые вещества для взрывания только по породе в забоях подземных выработок, в которых имеется выделение горючих газов, но отсутствует взрывчатая угольная (сланцевая) пыль	Синий
IV	-	Предохранительные взрывчатые вещества для взрывания: по углю и (или) породе или горючим сланцам в забоях подземных выработок, опасных по взрыву угольной (сланцевой) пыли при отсутствии выделения горючих газов; по углю и (или) породе в забоях подземных выработок, проводимых по угольному пласту, в которых имеется выделение горючих газов, кроме выработок с повышенным выделением	Желтый

		горючих газов; для сотрясательного взрывания в забоях подземных выработок угольных шахт	
V	-	Предохранительные взрывчатые вещества для взрывания по углю и (или) породе в выработках с повышенным выделением горючих газов, проводимых по угольному пласту, когда исключен контакт боковой поверхности шпурового заряда с газовоздушной смесью, находящейся либо в пересекающих шпур трещинах массива горных пород, либо в выработке	Желтый

Окончание табл. 11.1

1	2	3	4
VI	-	Предохранительные взрывчатые вещества для взрывания: по углю и (или) породе в выработках с повышенным выделением горючих газов, проводимых в условиях, когда возможен контакт боковой поверхности шпурового заряда с газовоздушной смесью, находящейся либо в пересекающих шпур трещинах горного массива, либо в выработке; в угольных и смешанных забоях восстающих (более 10º) выработок, в которых выделяется горючий газ, при длине выработок более 20 м и проведении их без предварительно пробуренных скважин, обеспечивающих проветривание за счет общешахтной депрессии	Желтый
VII	-	Предохранительные взрывчатые вещества и изделия из предохранительных взрывчатых веществ V-VI классов для ведения специальных взрывных работ (водораспыление и распыление порошкообразных ингибиторов, взрывное перебивание деревянных стоек при посадке кровли, ликвидация зависания горной массы в углеперепускных выработках, дробление негабаритов) в забоях подземных выработок, в которых возможно образование взрывоопасной концентрации горючего газа и угольной пыли	Желтый
Специальный (С)	-	Непредохранительные и предохранительные взрывчатые вещества и изделия их них, предназначенные для специальных взрывных работ, кроме забоев подземных выработок, в которых возможно образование взрывоопасной концентрации горючего газа и угольной (сланцевой) пыли	
	1	Взрывные работы на земной поверхности: импульсная обработка металлов; инициирование скважинных и сосредоточенных зарядов, контурное взрывание для заоткоски уступов; разрушение мерзлых грунтов; дробление негабаритных кусков горной массы; сейсморазведочные работы в скважинах; создание заградительных полос при локализации лес-	Белый

		ных пожаров, другие специальные работы	
	2	Взрывные работы в забоях подземных выработок, не опасных по газу и (или) угольной (сланцевой) пыли; взрывание сульфидных руд; дробление негабаритных кусков горной массы; контурное взрывание, другие специальные работы	Красный
Специальный (С)	3	Прострелочно-взрывные работы в разведочных, нефтяных, газовых скважинах	Черный
	4	Взрывные работы в серных, нефтяных и других шахтах, опасных по взрыву серной пыли, водорода и паров тяжелых углеводородов	Зеленый

Условия применения взрывчатых веществ могут уточняться разрешениями Ростехнадзора. Ящики, мешки, пакеты и патроны с ВВ должны иметь отличительные по цвету признаки в виде оболочек и специальных полос (см. табл. 11.1).

11.2. Основные компоненты промышленных взрывчатых веществ

В состав промышленных ВВ входят горючие компоненты, окислители и добавки, придающие взрывчатому веществу определенные свойства.

Все горючие компоненты ВВ можно подразделить на твердые и жидкие.

В качестве твердых горючих компонентов наиболее широко применяются: нитросоединения с отрицательным кислородным балансом (тротил, гексоген), алюминий, ферросилиций, силикокальций, угольный порошок, древесная мука.

Тротил $C_7H_5(NO_2)_3$ является самым распространенным из однокомпонентных (индивидуальных) ВВ и представляет собой кристаллы желтого цвета с температурой плавления 80,2 °С. В порошке имеет насыпнную плотность 0,9 г/см^3. Тротил хорошо прессуется под давлением около 400 МПа до плотности 1,6 г/см^3. Температура вспышки тротила 310 °С. Переход горения в детонацию наблюдается только в замкнутом пространстве или в очень больших количествах.

Тротил почти нерастворим в воде, имеет высокую химическую стойкость. Может применяться в порошкообразном, прессованном, чешуированном, гранулированном виде, а иногда в виде кусков и литых шашек.

В составе аммиачно-селитренных ВВ тротил является сенсибилизатором и активной горючей добавкой. Теплота взрыва 3450 КДж/кг. Кислородный баланс составляет 74 %. Критический диаметр 5-10 мм. Токсичен.

Алюминий – широко применяется в качестве металлической горючей добавки в виде пудр и порошков, которые повышают теплоту взрыва за счет большого количества тепла, выделяемого при окислении алюминия, и повышают объемную концентрацию энергии ВВ благодаря увеличению плотности ВВ.

Дефицитный и достаточно дорогой алюминий в составе ВВ можно при определенных условиях заменить более дешевыми ферросплавами, содержащими кремний, ферросилиций и силикокальций.

Ферросилиций содержит кремний (20-80 %), алюминий (1-3 %), хром (0,2-0,4 %) и марганец (0,2-0,6 %).

Силикокальций содержит кальций (10-30 %), алюминий (1-2 %), железо (6-25 %). Энергетические показатели ВВ при замене алюминия на ферросплавы снижаются не более чем на 5-10 %.

Древесная мука, угольный порошок, торф – органические вещества, вводимые в состав ВВ в качестве горючего компонента, а также для повышения технологических свойств ВВ, снижения слеживаемости при хранении.

Таблица 11.2

Характеристики горючих добавок

Горючая добавка	Теплота взрыва, КДж / кг	
	сухая	водосодержащая
Алюминий	6150	5400
Кремний	6160	5400
Силикокальций СК-25	5800	4750
Ферросилиций ФС-75	5750	4450

В качестве жидких горючих компонентов, применяемых для изготовления промышленных взрывчатых веществ, в частности, на местах производства взрывных работ, наиболее широко используются **дизельное топливо** и **минеральные масла**.

Наиболее распространенным окислителем в составе промышленных ВВ является аммиачная селитра (азотнокислый аммоний).

Аммиачная селитра NH_4NO_3 представляет собой белое кристаллическое вещество, получаемое путем взаимодействия аммиака с азотной кислотой:

$$NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3 .$$

Аммиачная селитра выпускается в виде порошка, гранул, чешуек или кристаллов. Плотность кристаллов зависит от их формы и находится в пределах 1,56-1,74 г/см^3. В зависимости от формы и размеров частиц насыпная плотность аммиачной селитры составляет 0,8-0,9 г/см^3.

Аммиачная селитра хорошо растворяется в воде со значительным поглощением тепла, с повышением температуры ее растворяемость в воде увеличивается.

Для изготовления водоустойчивых аммиачно-селитренных ВВ изготавливается специальный сорт водоустойчивой аммиачной селитры ЖВ. Способ изготовления такой селитры состоит во введении в концентрированный сплав аммиачной селитры в небольшом количестве водного раствора

сернокислого железа и последующей обработки кристаллов или гранул ожелезненной селитры смесью жирных кислот и парафина в соотношении 1:1.

Безводная аммиачная селитра плавится при температуре 169,4 ºС.

В кристаллическом виде аммиачная селитра обладает высокой гигроскопичностью. При повышенной влажности воздуха она слеживается, превращаясь в камнеобразную массу, что создает определенные сложности в процессе ее обработки и изготовления ВВ. Для уменьшения слеживаемости аммиачную селитру выпускают в виде крупных чешуек или гранул. Заметно меньшей слеживаемостью обладает селитра марки ЖВ.

Аммиачная селитра обладает положительным кислородным балансом (+20 %) – при взрывном разложении выделяет избыточный кислород.

Аммиачная селитра активно реагирует с серой, сульфидами, азотной, фосфорной кислотами, а также с металлами (медь, цинк, магний). Примеси азотной кислоты приводят к самовоспламенению селитры.

Аммиачная селитра является взрывоопасным веществом. В настоящее время известны ее взрывчатые характеристики и условия ее безопасного использования (транспортирования, хранения, применения). Однако в XX веке произошло значительное количество катастроф, связанных с взрывами аммиачной селитры и ее смесей.

На заводе в г. Оппау (Германия) производилась лайна-селитра (удобрение, состоящее из смеси 50% сульфата аммония $(NH_4)_2SO_4$ и 50 % нитрата аммония NH_4NO_3). Как продукт сезонного потребления она накапливалась за заводских складах в больших количествах и за время длительного хранения слеживалась в сплошную камнеобразную массу. Дробление этой массы механическими способами оказалось неэффективным, и было решено прибегнуть к взрывному методу. Для выяснения способности лайна-селитры к детонации предварительно были проведены опыты, давшие отрицательный результат. После этого рыхление взрывным способом применяли длительное время – было проведено более 20000 взрывов, пока, наконец, утром 21 сентября 1921 г. склад лайна-селитры, а вместе с ним и завод не взлетели на воздух. На месте склада образовалась воронка длиной 165 м, шириной 96 м и глубиной 18,5 м (рис.11.1). При взрыве погибло свыше 500 человек и было ранено около 2000.

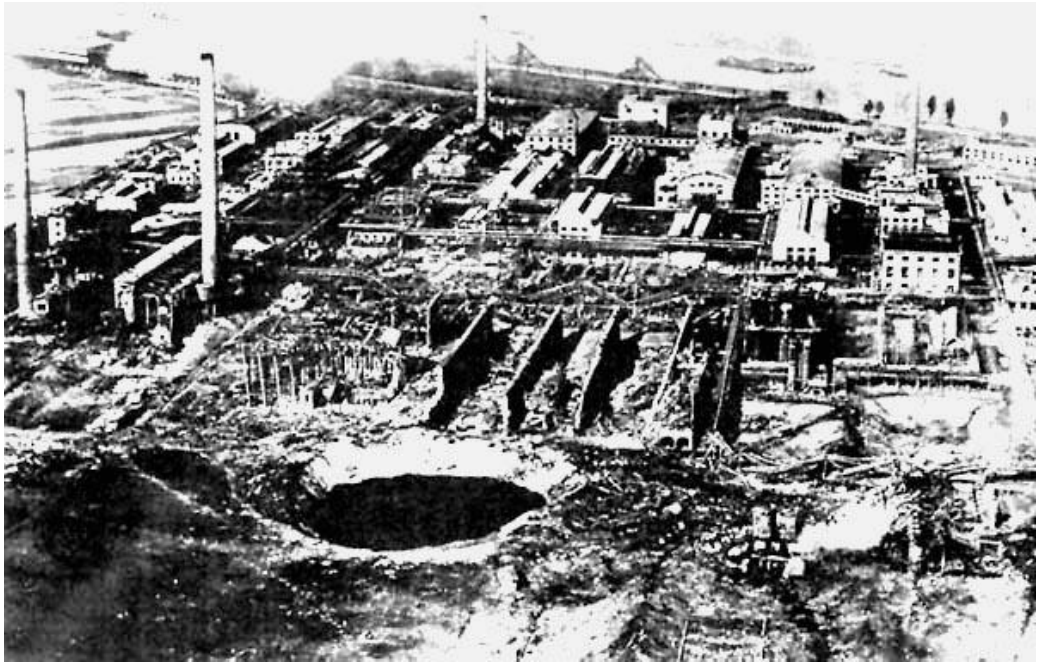


Рис. 11.1. После взрыва на заводе в г. Оппау (Германия)

16 апреля 1947 года в Техас-Сити (США) произошел взрыв аммиачной селитры в грузовом отсеке корабля, масса груза 2300 т. Инициирующим событием послужил начавшийся в трюме пожар, для тушения которого капитан задраил все палубные люки и впускал пар в грузовой отсек. В результате взрыва погибло более 200 человек, в т. ч. 32 человека команды и люди, столпившиеся в порту и наблюдавшие за пожаром.

В США около г. Трасквуд в 1960 г. произошло крушение товарного поезда. Один из вагонов был загружен аммиачной селитрой в мешках, а другой – аммиачной селитрой навалом. При аварии возник сильный пожар, при котором взорвалась селитра, упакованная в мешки.

Также в США имели место случаи перехода горения во взрыв аммиачной селитры на производствах, осуществляющих технологические операции с ней (1973 г. – штат Оклахома, 1974 г. – фирма «Атлас Паудер»).

Аварийный взрыв аммиачной селитры в районе г. Сасово Рязанской области произошел 12 апреля 1989 года. Селитра массой 100 т, упакованная в бумажные мешки, складировалась навалом с автотранспорта на поле, покрытое черноземом. Прямая причина взрыва не установлена. Перед взрывом было отмечено появление сильного запаха аммиака, что могло свидетельствовать о реакции, происходящей в массиве селитры. Кроме того, по метеоусловиям не отрицается возможность активизации атмосферного электричества. При взрыве никто не пострадал. Образовалась воронка диаметром 28 м и глубиной 4 м.

Загорание селитры возможно от открытого огня, искр, сильных разрядов электричества, в результате взаимодействия с некоторыми легко окисляемыми и агрессивными материалами. При загорании селитра пла-

вится и растекается по полу помещения, причем опасность возникновения взрыва расплавленной селитры выше, чем кристаллической.

Переходу горения во взрыв во многих случаях способствует замкнутость объема, в котором происходит пожар, когда удаление продуктов горения затруднительно и давление газов повышается. Особенно опасно загорание селитры в трюмах судов, цельнометаллических вагонах, в металлических контейнерах и др.

В свое время аммиачная селитра применялась как малочувствительное ВВ при массовых взрывах. При этом для возбуждения взрыва необходим мощный промежуточный детонатор. Условием устойчивого распространения реакции взрывчатого превращения аммиачной селитры является достаточно большой диаметр заряда. Критический диаметр для зарядов из аммиачной селитры может быть различным в зависимости от влажности, степени измельчения и плотности селитры.

Теплота взрывчатого превращения селитры составляет 1600 кДж/кг. Скорость детонации измельченной селитры в зависимости от диаметра заряда изменяется от 1,4 до 2,7 км/с.

Среди многочисленных добавок, вводимых в состав взрывчатых веществ (сенсибилизаторы, флегматизаторы, стабилизаторы, загустители, структурирующие добавки – сшивки, пламегасители и др.), в первую очередь, рассмотрим **сенсибилизирующие добавки**, предназначенные для повышения чувствительности и мощности промышленных ВВ.

Гексоген $C_3H_6(NO)_6$ представляет собой белый кристаллический порошок с плотностью кристаллов 1,8 г/см^3. В насыпном состоянии плотность 1,1 г/см^3. В воде не растворяется, ядовит. Температура плавления 203 ^{0}C. В небольших количествах сгорает без взрыва. Обладает высокой чувствительностью к механическим воздействиям. Применяется только во флегматизированном виде (парафин). Обладает высокой химической стойкостью. Теплота взрыва 5450 кДж/кг. Скорость детонации 8,4 км/с при плотности 1,7 г/см^3.

Нитроглицерин $C_3H_5(ONO_2)_3$ является бесцветной масляной жидкостью с плотностью 1,6 г/см^3. Это мощное ВВ с теплотой взрыва 6040 кДж/кг, скорость детонации 7,6 км/с. Ядовит. Жидкий нитроглицерин затвердевает при температуре +13,2 ^{0}C с резким повышением чувствительности, поэтому при изготовлении ВВ его смешивают с труднозамерзающими нитроэфирами (нитрогликоль, динитрогликоль). Обладает низкой химической стойкостью, в связи с этим нитроэфирсодержащие взрывчатые вещества имеют относительно небольшой гарантийный срок хранения.

Флегматизаторы представляют собой индифферентные по отношению к ВВ легкоплавкие твердые вещества или масла, имеющие высокую теплоемкость и температуру вспышки. Эти вещества снижают чувствительность ВВ к механическим воздействиям, что обеспечивает более безопасные условия применения ВВ. В качестве флегматизаторов в составе ВВ могут использоваться вазелин, воск, минеральные масла, тальк, вода и др.

Загустители – вещества, вводимые в состав ВВ для загущения растворов аммиачной селитры в водосодержащих ВВ. В качестве загустителей применяют натриевую соль карбоксилметилцеллюлозы (КМЦ), полиакриламид, гуаргам.

Структурообразующие добавки (сшивки) – вещества, вводимые в состав ВВ для создания поперечной связи макромолекул загущающих полимеров. Для этой цели применяют сульфат хрома, бихромат натрия, сернокислый алюминий, буру, калиевые квасцы хрома и др.

Пламегасители – вещества, вводимые в состав предохранительных взрывчатых веществ для снижения температуры взрыва.

Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируются промышленные ВВ?
2. На какие группы подразделяются промышленные ВВ по химическому составу и по условиям применения?
3. Какие основные компоненты могут входить в состав промышленных ВВ? Укажите основные характеристики тротила и аммиачной селитры.
4. Какие вещества используются в качестве сенсибилизаторов, флегматизаторов и загустителей?

Лекция 12

СОВРЕМЕННЫЙ АССОРТИМЕНТ НЕПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ВВ. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА I КЛАССА ПО УСЛОВИЯМ ПРИМЕНЕНИЯ

Все непредохранительные взрывчатые вещества относятся к I и II классам по условиям применения (см. табл. 11.1). По составу и структуре эти ВВ можно разделить на следующие группы: нитросоединения; аммиачно-селитренные ВВ (смеси аммиачной селитры с нитросоединениями); нитроэфирсодержащие ВВ (смесь аммиачной селитры с жидкими нитроэфирами); водосодержащие; эмульсионные; конверсионные.

Кроме того, все непредохранительные промышленные ВВ можно подразделять на ВВ заводского изготовления и ВВ, изготавливаемые на местах производства взрывных работ. Сведения об ассортименте непредохранительных промышленных ВВ приведены в табл. 12.1.

12.1. Требования к ВВ, применяемым на открытых горных разработках

В настоящее время на открытых горных разработках основной объем горной массы разрушается зарядами, размещенными в вертикальных и наклонных скважинах диаметром 100-320 мм.

Взрывчатые вещества, применяемые на карьерах, должны отвечать следующим требованиям:

1. ВВ должны иметь относительно большой критический диаметр (не менее 100 мм). К таким взрывчатым веществам относятся грубодисперсные гранулированные смеси с широкой зоной химической реакции, которые обеспечивают более равномерное дробление породы при взрыве за счет уменьшения зоны переизмельчения вблизи заряда.

2. Для ВВ, применяемых для взрывания только на земной поверхности (I класс), нормативными документами в области промышленной безопасности вид кислородного баланса не регламентируется, т. е. может быть любым – положительным, отрицательным, нулевым.

В то же время при взрывании в глубоких карьерах рекомендуется применение ВВ с нулевым кислородным балансом, поскольку при взрывании взрывчатых веществ с кислородным балансом, отличным от нулевого, в атмосферу выбрасывается значительное количество ядовитых газов, что заметно ухудшает условия проветривания района взрыва и может отрицательно сказываться на экологической обстановке в районе расположения карьера.

Таблица 12.1

Современный ассортимент непредохранительных ВВ

Характеристика ВВ	I класс по условиям применения		II класс по условиям применения	
	заводского изготовления	изготавливаемые на местах производства работ	заводского изготовления	изготавливаемые на местах производства работ
1. Нитросоединения (гранулированные)	Гранулотол Алюмотол	Нет	Нет	Нет
2. Смесь аммиачной селитры с нитросоединениями (гранулированные)	Граммониты (30/70, 50/50, 82/18 и др.)	Нет	Граммонит 79/21 Граммонит М Граммонит ТМ Граммотол марок 10, 15, 20	Нет
3. Смесь аммиачной селитры с нитросоединениями (патронированные, порошкоообразные)	Нет	Нет	Аммонит № 6 ЖВ Аммонал. Аммонал М-10 Аммонал скальный № 1 Аммонал скальный № 3	Нет
4. Смесь аммиачной селитры с жидкими нитроэфирами	Нет	Нет	Детонит М	Нет
5. Смесь аммиачной селитры с невзрывчатыми компонентами	Гранулиты (АП, АС-6М, АС-8ПР, С-6М, УП и др.)	Гранулиты (АК, АС-Д, ВК, УП и др.)	Гранулиты (М, АС-4, АС-4В, АС-8, АС-8В, АФ-7, АФ-12, МГ-10 и др.)	Гранулиты (А6, Д5, игданит, игданит П, ПС)
6. Водосодержащие	Селипор (патронированный)	Акватолы Карбатолы	Нет	Акванит АРЗ-8 Акванал АРЗ-8Н
7. Эмульсионные	Порэмит П (патронированный) Эмульсолит П (патронированный)	Порэмиты (1, 1А, В, М) Гранэмит-И50 Сибириты (1000, 1200)	Нет	Нет
8. Конверсионные	Гранипоры (БП-1, БП-2, ФМ). Дибазит Нитропор. Тротил У (УД, УГ)	Нет	Нет	Нет

3. ВВ должны обладать хорошей сыпучестью, минимальной слеживаемостью при хранении, минимальным пылением при пересыпке и быть малочувствительными к механическим воздействиям, в частности к трению, чтобы работы по заряжанию скважин могли выполняться механизированным способом (с применением зарядных машин), резко увеличивающим производительность труда.

4. ВВ должны сохранять стабильными свои свойства при нахождении в скважинах в течение длительного времени (5-10 суток и более), обладать минимальным агрессивным воздействием на средства инициирования (детонаторы, детонирующий шнур), промежуточные детонаторы и вмещающие породы.

5. Значительная часть ассортимента ВВ должна быть водоустойчивой и иметь плотность выше 1 г/см^3 , чтобы при заряжании обводненных скважин ВВ хорошо тонуло в воде. Взрывчатые вещества, заряженные в обводненные скважины, должны устойчиво детонировать.

6. ВВ должны иметь низкую стоимость, поэтому одним из основных направлений развития их ассортимента является разработка составов, изготавливаемых на местах производства взрывных работ, в том числе с использованием местных компонентов.

12.2. Гранулированные тротилсодержащие ВВ I класса по условиям применения заводского изготовления

Гранулотол - гранулированный тротил с размером гранул 3-5 мм предназначен для производства взрывных работ при ручном и механизированном заряжании скважин любой степени обводненности. Гранулотол абсолютно водоустойчив, хорошо тонет в воде, имеет хорошую сыпучесть и в сухом, и во влажном состоянии. При хранении не слеживается, обладает высокой стабильностью взрывчатых свойств. Его заряды могут продолжительное время находиться в воде, в том числе в проточной без потери взрывчатых свойств. Для инициирования скважинных зарядов гранулотола необходим мощный промежуточный детонатор, так как ВВ недостаточно чувствительно к обычным средствам инициирования.

Гранулотол рекомендуется применять в водонаполненном состоянии, так как вода, заполняя промежутки между гранулами, увеличивает плотность заряжания до 1,3-1,35 г/см^3, за счет чего повышается скорость детонации и улучшается эффект взрыва. Кроме того, вода, испаряясь, увеличивает объем газообразных продуктов, но необходимо учитывать, что на ее испарение затрачивается определенное количество тепла, из-за чего несколько снижается общая энергия взрыва водонаполненного тротила. Применение гранулотола в сухих скважинах нерационально, так как из-за малого объема газообразных продуктов взрыва эффект разрушения оказывается ниже, чем у граммонитов.

Алюмотол – взрывчатое вещество, предназначенное для производства взрывных работ при ручном и механизированном заряжании скважин любой степени обводненности, представляющее собой гранулированный сплав, со-

стоящий из 85 % тротила и 15 % алюминиевой пудры с гранулами серого цвета размером до 5 мм.

Алюмотол, как и гранулотол, абсолютно водоустойчив, хорошо сыпуч в сухом и влажном состоянии, не слеживается, обладает стабильностью взрывчатых свойств и высокими энергетическими характеристиками.

Граммониты 30/70 и 50/50 – двухкомпонентные взрывчатые вещества, предназначенные для производства взрывных работ при ручном и механизированном заряжании сухих и ограниченно обводненных (с непроточной водой) скважин, состоят из смеси гранул аммиачной селитры и тротила. Числитель дроби в марке ВВ обозначает процентное содержание аммиачной селитры, а знаменатель – процентное содержание тротила. Внешне граммониты представляют собой смесь гранул размером 2-3 мм.

Граммониты имеют хорошую сыпучесть, не пылят, не слеживаются. От порошкообразных аммонитов они отличаются меньшей чувствительностью к механическим воздействиям и к начальному импульсу. Скважинный заряд граммонита взрывается от промежуточного детонатора массой 200-400 г (аммонит № 6ЖВ, тротиловые шашки).

Основные взрывчатые характеристики гранулотола, алюмотола, граммонитов 30/70 и 50/50 приведены в табл. 12.2.

Таблица 12.2

Основные характеристики ВВ заводского изготовления
I класса по условиям применения

Показатели	Гранулотол	Алюмотол	Граммонит 30/70	Граммонит 50/50
Теплота взрыва, кДж/кг	3450*/4100	5200*/5600	3450	3700
Работоспособность, $см^3$	290	430	380	450
Объем газов, л/кг	750*/1945	675*/815	800	870
Бризантность в стальном кольце (в водонаполненном состоянии), мм	32-34	Разрушение	24-27	23-25
Критический диаметр, мм	5-10	5-10	40-60	40-50
Скорость детонации в стальной трубе, км/с	5,5-6,5	5,5-6,0	5,2-5,6	3,6-4,2
Насыпная плотность, $г/см^3$	0,95-1,0	0,95-1,0	0,85-0,9	0,85-0,9
Кислородный баланс, %	- 74,0	- 76,2	- 45,9	- 27,2

* Числитель – в сухом, знаменатель – в водонаполненном состоянии.

Необходимо отметить, что все ВВ I класса имеют отрицательный кислородный баланс, и их можно применять только для взрывания на земной поверхности.

12.3. Гранулированные бестротиловые ВВ I класса

Гранулиты – простейшие бестротиловые ВВ, состоящие из гранулированной аммиачной селитры, омасленной минеральным маслом и опудренной твердой тонкодисперсной горючей добавкой. Гранулиты могут быть заводского изготовления или приготавливаться в соответствии с технологическими регламентами на местах производства взрывных работ. Состав и основные характеристики некоторых гранулитов, относящихся к I классу по условиям применения, приведены в табл. 12.3, 12.4.

Таблица 12.3

Состав гранулитов I класса по условиям применения

Компоненты	Гранулиты				
	АП	АС-С (Б)	С-6М	Ж	УП-1
Селитра аммиачная гранулированная	92,0	84,0	74,5-59,5	90,0	93,0
Селитра аммиачная порошкообразная	-	-	20,0-35,0	-	-
Жидкий нефтепродукт (масло индустриальное, приборное, соляровое и др.)	3,0	3,0	5,5	5,5	3,5
Жир животный технический	-	-	-	10,0	-
Концентрат железа и его оксидов	5,0	-	-	-	-
Хлористый натрий	-	10,0	-	-	-
Угольный порошок	-	3,0	-	-	3,5
Вермикулит, сверх 100 %	-	-	-	1,5	-

Таблица 12.4

Основные характеристики гранулитов I класса по условиям применения

Компоненты	Гранулиты				
	АП	АС-С (Б)	С-6М	Ж	УП-1
Теплота взрыва, кДж/кг	3020	3400	3350	3760	3600
Объем газов, л/кг	980	860	980	840	980
Бризантность в стальном кольце, мм	22-23	18-20	15-20	н/д	11
Критический диаметр, мм	40 (в стальной оболочке)	120-140	70 (в стальной оболочке)	160	200
Скорость детонации, м/с	3000-3200	3600	3600-3800	4500-4600	3600-4200
Насыпная плотность, г/см^3	1,0-1,05	0,9-0,95	0,9-0,95	0,85-1,0	0,85-0,95
Кислородный баланс, %	+9,6	-1,6	-0,13	-5,0	-2,5

Основные преимущества гранулитов перед другими типами ВВ:

1. Гранулиты характеризуются весьма низкой чувствительностью к механическим воздействиям, а, следовательно, намного безопаснее в обращении в сравнении с другими типами ВВ.

2. Изготовление гранулитов, как правило, сводится к простому перемешиванию твердой и жидкой фаз, для чего пригодны простые по устройству лопастные смесители, применяемые как в стационарных установках, так и на передвижных зарядно-смесительных машинах.

3. Благодаря низкой стоимости исходных компонентов и малым производственным затратам гранулиты имеют низкую стоимость и являются одними из наиболее экономичных промышленных ВВ.

4. Гранулиты применяются как на открытых, так и на подземных горных работах. В подземных условиях применяется пневмозаряжание шпуров и скважин, обеспечивающее высокую плотность заряда благодаря хорошей уплотняемости гранулитов, содержащих жидкую фазу.

Недостатки гранулитов:

1. Гранулиты неводоустойчивы, под воздействием воды при содержании влаги более 5 % они теряют детонационную способность.

2. Некоторые гранулиты являются недостаточно физически стабильными. При длительных сроках заряжания жидкий нефтепродукт может частично стекать в нижнюю часть скважины.

3. Большинство гранулитов имеет недостаточно высокие энергетические характеристики для разрушения трудновзрываемых горных пород.

12.4. Водосодержащие ВВ I класса

Акватолы – группа водосодержащих ВВ, представляющих собой плотные нерасслаивающиеся суспензии, твердой фазой которых служит смесь гранулированной аммиачной селитры с гранулотолом или алюмотолом. Жидкая фаза суспензии представлена насыщенным раствором аммиачной селитры, целиком заполняющим межгранульное пространство.

Наиболее распространен акватол Т-20 (ифзанит) с модификациями (табл. 12.5).

Таблица 12.5

Основные характеристики ифзанитов

Компоненты и показатели	Модификации ифзанита		
	Т-20	Т-60	Т-80
1	2	3	4
Химический состав, % по массе			
Селитра аммиачная	66	72	74
Тротил	20	20	20
Вода	14	8	6

Окончание табл. 12.5

1	2	3	4
Технический состав, % по массе			
Селитра аммиачная гранулированная	40	40	40
Тротил гранулированный или чешуйчатый	20	20	20
Раствор аммиачной селитры	40	40	40
Технические характеристики раствора			
Концентрация раствора, %	64	80	86
Температура раствора, ^{o}C	20	60	80
Плотность раствора, г/см^3	1,3	1,368	1,372
Характеристики ВВ			
Кислородный баланс, %	-1,6	-0,4	0
Плотность, , г/см^3	1,34-1,38	1,48-1,52	1,52-1,56
Теплота взрыва, кДж/кг	3324	3789	3894
Объем газов, л/кг	937	920	913
Скорость детонации, км/с	4,2-4,5	4,5-5,0	4,5-5,0
Критический диаметр, мм	100-120	100-110	90-100

Для придания водоустойчивости раствор аммиачной селитры загущают солью карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) или полиакриламидом, а также дополнительно структурируют сшивающими добавками с образованием геля.

Карбатолы – водосодержащие горячельющиеся ВВ, изготавливаемые из низкотемпературного эвтектического расплава аммиачной селитры и карбамида с добавками гранулотола и 3-5 % воды. Плотности расплава и гранулотола примерно равны, что исключает расслоение смеси. Отсутствует необходимость в применении загустителя, так как смесь при охлаждении быстро твердеет.

В карбатоле ГЛ-15Т в качестве сенсибилизатора используется гранулотол, а в карбатоле ГЛ-10В вместе с гранулотолом используется алюминиевый порошок. Основные компоненты и показатели карбатолов приведены в табл. 12.6.

Таблица 12.6

Основные характеристики карбатолов

Компоненты и показатели	Марки карбатола	
	ГЛ-15Т	ГЛ-10В
Селитра аммиачная	67,0	57,0
Карбамид	13,0	13,0
Тротил	15,0	10,0
Порошок алюминиевый	-	15,0
КМЦ	1,0	1,0
Вода	4,0	4,0
Теплота взрыва, кДж/кг	3427	5684
Скорость детонации, м/с	4,5-4,8	4,5-5,0
Плотность, г/см^3	1,4-1,6	1,5-1,6

В настоящее время акватолы и карбатолы применяются достаточно редко. На смену им пришли бестротиловые эмульсионные ВВ.

12.5. Эмульсионные ВВ

Эмульсионные ВВ изготавливаются путем обработки горячего раствора селитры (смеси аммиачной, кальциевой и натриевой селитр) и индустриального масла при температуре 80 °С с добавкой эмульгатора в аппарате эмульгирования, за счет чего образуется обратная эмульсия. При этом раствор селитры диспергируется до капель микронного размера, которые обволакиваются пленкой масла. При этом получается абсолютно водоустойчивая обратная эмульсия сметанообразной консистенции.

Для повышения детонационной способности эмульсии в нее вводят газовые пузырьки, например, в виде микросфер или стекла или, используя газогенерирующую добавку (ГГД), – нитрит натрия. В таком состоянии эмульсия становится взрывчатым веществом – **порэмитом** – с достаточно высокой чувствительностью к взрывному начальному импульсу и имеет сравнительно малую величину критического диаметра.

В порэмитах достигается высокая поверхность контакта между окислителем (раствором селитры) и горючим компонентом (индустриальные масла). В зависимости от содержания жидкой фазы они могут обладать как текучими, так и пластическими свойствами. Для повышения энергетических характеристик эмульсионных ВВ в их состав вводят тонкодисперсный алюминий.

Характеристики основных эмульсионных ВВ, применяемых в России и в развитых зарубежных странах, приведены в табл. 12.7.

Технологический процесс производства эмульсии порэмита заключается в приготовлении на отдельных линиях водного раствора окислителя (смесь аммиачной и кальциевой селитр) и раствора эмульгатора в углеводородном горючем (индустриальное масло), их дозировании в заданном соотношении в блок эмульгирования и приемки матричной эмульсии в бункер зарядно-смесительной машины.

Зарядно-смесительная машина доставляет эмульсию на подготовленный блок и заряжает скважины, совмещая операцию транспортирования эмульсии с введением в нее компонента, обеспечивающего образование в эмульсии газовых пузырьков, т. е. собственно превращение эмульсии во взрывчатое вещество порэмит. Обычно в качестве газогенерирующей добавки (ГГД) используется водный раствор нитрита натрия. В результате взаимодействия ГГД с аммиачной селитрой выделяются микропузырьки азота, которые и сенсибилизируют эмульсию.

Гранэмит – это эмульсионное ВВ, состоящее из смеси порэмита и гранулита-игданита. В настоящее время разработаны три состава гранэмита – И-30, И-50 и И-70, где 30, 50, 70 – процентное содержание игданита.

Таблица 12.7

Основные характеристики эмульсионных ВВ

Характеристики	Россия		Швеция	Чехия	Финляндия	Испания	США
	порэмит 1	порэмит М	эмулиты	эмсит	кемит	эмульсин	ирэгель
1. Компонентный состав, %							
Аммиачная селитра	62	59	62	67	65	28-59	62
Натриевая селитра	16	15	16	12	-	10-12	12
Кальциевая селитра	(16)	(15)	-	-	14	4-5	-
Вода	15	14	15	12	13	9-12	16
Минеральное масло	5	5	5,8	2	7	6,2	6
Эмульгатор	2	2	1,1	3	-	1,3-2,3	1
Алюминий	-	4	до 4,5	-	8	до 4,9	-
Сенсибилизатор	0,5-1,5	2,5	3	3	2-3	3	1
2. Консистенция, упаковка	Пластичная льющаяся			Пластичная, патроны		Пластичная льющаяся	
3. Плотность заряда, г/см^3	1,2-1,3	1,25-1,35	1,2-1,3	1,1-1,2	1,0-1,3	1,15-1,35	1,2
4. Теплота взрыва, кДж/кг	2860	4370	2900-4240	2860	3150-4200	3080-4400	3020
5. Скорость детонации, км/с	4,2-4,4	4,6-5,3	4,7-5,0	4,5-5,0	4,0-5,0	4,5-5,0	4,4-4,5
6. Критический диаметр, мм	30-40	20-30	15-50	65	32-50	н.д.	н.д.

12.6. Конверсионные ВВ

Извлекаемые из боеприпасов, у которых закончился установленный срок хранения, пороха и другие ВВ могут после определенной переработки использоваться как промышленные ВВ.

В настоящее время в России наиболее часто применяются следующие конверсионные ВВ: гранипоры, дибазит, тротил-У.

Гранипоры – промышленные ВВ I класса, изготавливаемые из пироксилиновых порохов с размером частиц от 5 до 20 мм с добавкой жидкого нефтепродукта. Предназначены для производства взрывных работ при ручном заряжании сухих и обводненных скважин. В скважинах с непроточной водой заряды гранипора могут находиться до 6 суток.

Дибазит – водоустойчивое промышленное ВАВ I класса, изготавливаемое на основе баллиститных порохов. Предназначен для взрывных работ при ручном заряжании скважин любой степени обводненности, в том числе с проточной водой. Внешний вид дибазита – таблетки или гранулы произвольной формы и цвета размером до 40 мм.

Тротил У – промышленное ВВ I класса, изготавливаемое из тротила, извлеченного из боеприпасов при расснаряжении. Предназначен для взрывных работ при ручном заряжании скважин любой степени обводненности, в том числе с проточной водой.

Тротил У выпускается двух марок – УД и УГ.

Тротил марки УД (дробленый) представляет из себя куски тротила нерегламентированной формы размером до 45 мм от светло-желтого до коричневого цвета.

Тротил марки УГ (гранулированный) представляет собой гранулы тротила размером 3-4 мм от светло-желтого до коричневого цвета.

Характеристики основных конверсионных ВВ приведены в табл. 12.8.

Таблица 12.8

Характеристики конверсионных ВВ

Показатели	Гранипоры		Дибазит	Тротил-У
	БП-1	БП-2		
Кислородный баланс, %	-50	-50	-30…-45	-74
Теплота взрыва, кДж/кг	3350-3770	3350-3770	3350-3770	3640-4060
Объем газов, л/кг	800-850	850-900	850-900	710
Температура вспышки, ^{o}C	170-180	170-180	140-145	295-305
Скорость детонации, км/с: в безводном состоянии	3,4-3,6	3,7-3,9	2,8-3,5	4,0-4,6
в водонаполненном состоянии	5,3-5,5	5,9-6,2	5,8-6,0	5,0-5,5
Работоспособность, см^3	270-300	270-300	280-300	285-295
Чувствительность к удару, %	12-24	12-24	6-12	0-20
Насыпная плотность, г/см	0,8-0,85	0,85-0,90	0,85-0,95	0,75-1,0

Применение конверсионных ВВ носит ограниченный характер, поскольку объем их производства относительно невелик. Кроме того, вышеперечисленные ВВ допущены только к ручному заряжанию скважин, а значит, применяются только на карьерах с невысокой производственной мощностью.

Контрольные вопросы

1. На какие группы подразделяются промышленные ВВ по своему составу и структуре?
2. Каким требованиям должны отвечать взрывчатые вещества, применяемые на карьерах?
3. Укажите основные ВВ I класса заводского изготовления, а также изготавливаемые на местах производства взрывных работ, их состав и характеристики.
4. Какие взрывчатые вещества называются конверсионными? Укажите те из них, которые используются в горном деле.

Лекция 13

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА II КЛАССА ПО УСЛОВИЯМ ПРИМЕНЕНИЯ. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА III-VII КЛАССОВ

13.1. Требования к непредохранительным ВВ, применяемым в подземных горных выработках

Условия взрывания в подземных рудниках можно разделить на две группы:
- взрывные работы при отбойке руд скважинами диаметром 75-150 мм;
- взрывные работы при проходке выработок и отбойке руд методом шпуровых зарядов (диаметр шпуров 40-75 мм).

13.1.1. Требования к непредохранительным ВВ, применяемым при скважинной отбойке в подземных условиях

1. Взрывчатые вещества должны иметь нулевой кислородный баланс.
2. ВВ должны быть гранулированными, пригодными для пневматического транспортирования, пневмозаряжания и способными удерживаться в восходящих скважинах.
3. ВВ должны иметь относительно небольшой критический диаметр и устойчиво детонировать в зарядах диаметром более 60 мм любой длины, в т. ч. при добавлении в заряд до 3-4 % воды. Вода добавляется в гранулированные ВВ с целью снижения пыления и электризации при пневмозаря-

жании, а также для получения эффекта слипания гранул в восстающих скважинах для надежного удержания в них заряда.

4. Чувствительность ВВ должна обеспечивать их надежное инициирование с помощью промежуточного детонатора массой 200 г и больше.

5. ВВ должны содержать минимальное количество мелких пылевидных фракций, так как пыль попадает в рабочую зону взрывников, создавая опасность вспышки и ухудшая санитарно-гигиенические условия работы.

6. ВВ должны обладать возможно меньшей склонностью к электризации при пневмозаряжании.

13.1.2. Требования к непредохранительным ВВ, применяемым при шпуровой отбойке в подземных условиях

1. Взрывчатые вещества должны иметь нулевой кислородный баланс.

2. ВВ должны обладать высокой энергией взрыва (4000-5000 кДж/кг), иметь малый критический диаметр 10-12 мм и устойчиво детонировать от стандартных детонаторов (капсюль-детонатор, электродетонатор и др.)

3. Целесообразно выпускать патронированные ВВ в патронах разного диаметра (32, 36, 45 мм) с учетом разнообразия условий ведения взрывных работ.

4. Часть ВВ (до 10-15 %) должны выпускаться в специальных патронах уменьшенного диаметра (26-28 мм) для контурного взрывания.

5. Наиболее чувствительные гранулированные ВВ (гранулит АС-8 В и др.) могут использоваться для создания шпуровых зарядов, при этом их инициирование должно осуществляться патроном штатного ВВ.

13.2. Промышленные взрывчатые вещества II класса по условиям применения

13.2.1. Гранулированные ВВ II класса по условиям применения заводского изготовления

13.2.1.1. Тротилсодержащие ВВ

Граммониты II класса и граммотол предназначены для производства взрывных работ в карьерах, рудниках и шахтах, не опасных по газу или пыли в породах средней крепости и крепких при ручном и механизированном заряжании сухих и ограниченно обводненных (с непроточной водой) скважин.

Граммонит 79/21 – двухкомпонентное взрывчатое вещество, состоящее из смеси гранул аммиачной селитры и чешуек тротила. Числитель дроби в марке ВВ обозначает процентное содержание аммиачной селитры, а знаменатель – процентное содержание тротила.

Граммонит М – взрывчатое вещество, состоящее из гранулотола (гранулированного тротила), гранулированной аммиачной селитры и угольного порошка. Компонентный состав граммонита М приведен в табл. 13.1.

Таблица 13.1

Состав граммонита М

Наименование компонента	Марка			
	5	10	15	21
Гранулотол	5,0	10,0	15,0	21,0
Аммиачная селитра	89,6	86,3	82,9	79,0
Угольный порошок	5,4	3,7	3,1	-

Граммонит ТМ – взрывчатое вещество, состоящее из гранулотола (15,0 %), нефтепродукта (1,7 %), гранулированной (79,3 %) и водоустойчивой (4,0 %) аммиачной селитры.

Граммотол – взрывчатое вещество, состоящее гранулотола, нефтепродукта и гранулированной аммиачной селитры. Компонентный состав граммотола приведен в табл. 13.2.

Таблица 13.2

Состав граммотола

Наименование компонента	Марка			
	5	10	15	20
Гранулотол	5,0	10,0	15,0	20,0
Аммиачная селитра	90,8	87,0	83,0	79,0
Жидкий нефтепродукт	4,2	3,0	2,0	1,0

Основные характеристики граммонитов II класса и грамотолов приведены соответственно в табл. 13.3 и 13.4.

Таблица 13.3

Основные характеристики граммонитов II класса по условиям применения

Показатели	Граммонит 79/21	Граммонит ТМ	Граммонит М (марки)			
			5	10	15	21
1	2	3	4	5	6	7
Теплота взрыва, кДж/кг	4291	3938	3910	4058	4224	4290
Работоспособность, $см^3$	360	н/д	330-340	330-340	340-355	360-370
Объем газов, л/кг	895	854	907	907	898	895
Бризантность в стальной оболочке, мм	22-26	23	н/д	н/д	н/д	н/д
Критический диаметр, мм	50-60	19	н/д	н/д	н/д	н/д

Окончание табл. 13.3

1	2	3	4	5	6	7
Скорость детонации, км/с	3,5-3,7	2,2-3,5	2,7-3,0	2,9-3,2	3,0-3,2	3,2-3,5
Насыпная плотность, г/см^3	0,85-0,9	0,8-0,9	0,8-0,9	0,8-0,9	0,8-0,9	0,8-0,9
Кислородный баланс, %	+0,02	-0,36	-0,04	-0,02	-0,13	-0,02

Таблица 13.4

Основные характеристики граммотола

Показатели	Граммотол марки			
	5	10	15	20
Теплота взрыва, кДж/кг	3872	3968	4037	4106
Объем газов, л/кг	955	938	926	914
Критический диаметр, мм	100-110	90-110	80-100	70-100
Скорость детонации открытого заряда, км/с	2,7-3,1	2,8-3,2	2,9-3,3	3,1-3,4
Насыпная плотность, г/см^3	0,85-0,9	0,85-0,9	0,8-0,9	0,8-0,9
Кислородный баланс, %	-0,12	-0,42	-1,45	-2,47

13.2.1.2. Гранулированные безтротиловые ВВ II класса по условиям применения

Гранулит-игданит (игданит), представляющий из себя простейшую сбалансированную по кислороду бинарную смесь гранулированной аммиачной селитры (94,5±0,5 %) и дизельного топлива (5,5±0,5 %), получил наибольшее распространение среди гранулитов II класса, изготавливаемых на местах производства работ.

Игданит отличается от гранулитов заводского производства простотой изготовления и невысокой стоимостью. Как правило, игданит изготавливается в специальных зарядно-смесительных машинах (установках). При использовании для изготовления ВВ пористой селитры игданит является достаточно стабильным (не происходит вытекания жидкого компонента из гранул аммиачной селитры).

Игданит сыпуч, хорошо транспортируется по пневмомагистралям, не пылит и мало электризуется, хорошо уплотняется при пневмозаряжании, вследствие чего удерживается в восстающих скважинах.

Недостатками инданита являются:

низкая, как у большинства гранулитов, степень водоустойчивости (возможность применения при заряжании сухих или осушенных шпуров и скважин);

относительно низкие энергетические характеристики, недостаточные для взрывания крепких горных пород.

К гранулитам II класса, изготавливаемым на местах производства работ, также относятся:

гранулит А-6 (состав: аммиачная селитра – 90,0 %, алюминий или силикоалюминий дисперсный – 6,0 %, нефтепродукт – 4,0 %);

гранулит Д-5 (состав: аммиачная селитра – 94,0 %, дизельное топливо – 2,0 %, угольный порошок, изготавливаемый из каменных углей, – 4,0 %);

гранулит ПС-1 (состав: аммиачная селитра – 93,4 %, карбонат кальция – 0,6 %, нефтепродукт – 6,0 %).

Основные характеристики гранулитов II класса, изготавливаемых на местах производства работ, приведены в табл. 13.5.

Таблица 13.5

Основные характеристики гранулитов II класса, изготавливаемых на местах производства взрывных работ

Показатели	Гранулит-игданит	Гранулит А-6	Гранулит Д-5	Гранулит ПС-1
Теплота взрыва, кДж/кг	3760	4600	3788	3855
Работоспособность, $см^3$	320-360	400-410	н/д	н/д
Объем газов, л/кг	980-990	860-880	980	990
Бризантность в стальном кольце (в водонаполненном состоянии), мм	15-20	н/д	22	н/д
Критический диаметр, мм	120-150	100-120	120	н/д
Скорость детонации в стальной трубе, км/с	2,2-2,7	4,2-5,0	не менее 3,0	н/д
Насыпная плотность, $г/см^3$	0,8-0,85	0,90-0,95	0,8-0,9	0,85-0,9
Кислородный баланс, %	+0,12	- 1,2	+1,2	- 1,0

К гранулитам II класса по условиям применения заводского изготовления относятся следующие взрывчатые вещества:

гранулит М (состав: аммиачная селитра – 94,5 %, масло приборное или соляровое – 5,5 %);

гранулит АС-4 (аммиачная селитра – 91,8 %, алюминиевая пудра – 4,0 %, масло индустриальное – 4,2 %);

гранулит АС-8 (аммиачная селитра – 89,0 %, алюминиевая пудра – 8,0 %, масло индустриальное – 3,0 %);

гранулит АС-4В (аммиачная селитра – 91,8 %, алюминиевая пудра – 4,0 %, гидрофобный восковый состав – 4,2 %);

гранулит АС-8В (аммиачная селитра – 89,0 %, алюминиевая пудра – 8,0 %, гидрофобный восковый состав – 3,0 %);

гранулит АФ-7 (аммиачная селитра – 89,0 %, ферросилиций – 7,2 %, масло индустриальное – 3,8 %);

гранулит АФ-12 (аммиачная селитра – 85,0 %, ферросилиций – 11,5 %, масло индустриальное – 3,5 %);

гранулит МГ-10 (аммиачная селитра – 87,0 %, металлическое горючее – 10,0 %, нефтепродукт – 3,0 %).

Основные характеристики гранулитов II класса по условиям применения заводского изготовления приведены в табл. 13.6.

Таблица 13.6

Основные характеристики гранулитов II класса заводского изготовления

Показатели	М	АС-4, АС-4В*	АС-8, АС-8В*	АФ-7	АФ-12	МГ-10
Теплота взрыва, кДж/кг	3852	4522	5225	4885	5737	4190
Объем газов, л/кг	980	907	847	873	829	800
Бризантность в стальном кольце), мм	н/д	22-24	24-28	н/д	н/д	20-26
Критический диаметр, мм	80-100	100-120	80-100	150	150	40-60**
Скорость детонации, км/с	2,5-3,8	2,6-3,5	3,0-3,6	3,0-3,5	2,9-3,6	2,5
Насыпная плотность, г/см^3	0,8-0,85	0,8-0,85	0,95	0,9	0,9	0,8-0,9
Кислородный баланс, %	+0,14	+0,41	+0,34	-0,15	-0,39	-2,58

* Водоустойчивое ВВ.

** В стальной трубе.

13.2.2. Патронированные ВВ

К патронированным ВВ II класса по условиям применения относятся следующие взрывчатые вещества:

аммонит 6ЖВ (состав: аммиачная селитра водоустойчивая – 79,0 %, тротил – 21,0 %, выпускается в патронах диаметром 32, 36, 45, 90 мм);

аммонал (состав: аммиачная селитра водоустойчивая –80,5 %, тротил – 15,0 %, алюминиевая пудра – 4,5 %, выпускается в патронах диаметром 32 мм);

аммонал М-10 (состав: аммиачная селитра водоустойчивая –76,0 %, тротил – 14,0 %, алюминиевая пудра – 10,0 %, выпускается в патронах диаметром 32, 36 мм);

аммонал скальный № 1 (состав: аммиачная селитра водоустойчивая – 66,0 %, тротил – 5,0 %, гексоген – 24,0 %, алюминиевая пудра – 5,0 %, выпускается в патронах диаметром 32, 36, 45 мм);

аммонал скальный № 3 (состав: аммиачная селитра водоустойчивая – 72,0 %, тротил – 6,0 %, гексоген – 14,0 %, алюминиевая пудра – 8,0 %, выпускается в патронах диаметром 45, 60, 90 мм);

детонит М (состав: аммиачная селитра водоустойчивая –78,0 %, нитроэфиры – 10,0 %, алюминиевая пудра – 10,7 %, стеарат кальция или цинка – 1,0 %, коллоидный хлопок - 0,3 %, выпускается в патронах диаметром 28, 32, 36 мм).

Основные характеристики патронированных ВВ II класса приведены в табл. 13.7.

Таблица 13.7

Основные характеристики патронированных ВВ

Показатели	Аммонит 6ЖВ	Аммонал	Аммонал М-10	Скальный аммонал № 1 ЖВ	Скальный аммонал № 3 ЖВ	Детонит М
Теплота взрыва, кДж/кг	4312	4940	5662	5409	5700	5786
Объем газов, л/кг	895	845	791	830	820	832
Работоспособность, $см^3$	375	410	425	460	450	450
Бризантность, мм	14	16	16	18	18	18
Критический диаметр, мм	10-13	12-14	8-10	5-7	10	8-10
Скорость детонации, км/с	3,6-4,8	4,0-4,5	3,8-4,8	4,8-5,3 / 6,0-6,5*	4,5-4,7	4,2-5,0
Плотность в патроне, $г/см^3$	1,0-1,2	0,95-1,15	1,0-1,15	н/д	0,95-1,1	0,95-1,3
Кислородный баланс, %	-0,53	+0,18	-4,82	-0,79	-0,78	+0,18

* В числителе – для порошкообразного ВВ, в знаменателе – для прессованного ВВ.

13.3. Предохранительные ВВ III-VII классов

Предохранительные взрывчатые вещества предназначены для производства взрывных работ в угольных шахтах, опасных по взрыву газа или пыли.

К III классу предохранительных ВВ (см. табл. 11.1) относится **аммонит АП-5ЖВ**, в состав которого входят: аммиачная селитра водоустойчивая – 70,0 %, тротил – 18,0 %, пищевая поваренная соль или технический хлористый калий – 12,0 %.

К IV классу предохранительных ВВ относятся:

аммонит ПЖВ-20 (состав: аммиачная селитра водоустойчивая – 64,0 %, тротил – 16,0 %, пищевая поваренная соль или технический хлористый калий – 20,0 %);

аммонит Т-19 (состав: аммиачная селитра водоустойчивая – 61,0 %, тротил – 19,0 %, пищевая поваренная соль или технический хлористый калий – 20,0 %).

Предохранительные аммониты выпускаются в патронах диаметром 36 мм.

Основные характеристики предохранительных аммонитов приведены в табл. 13.8.

Угленит Э-6 относится к предохранительным ВВ V класса, в его состав входят следующие компоненты:

нитроэфиры – 14,0 % ;

хлористый калий или хлористый натрий – 7,0 %;
хлористый аммоний – 29,0 % ;
азотно-кислый натрий – 46,3 % ;
стеарат кальция или цинка – 1,0 % ;
коллоидный хлопок – 0,2 % ;
древесная мука – 2,5 % ;
сода кальцинированная (сверх 100 %) – 0,2 %.

Угленит Э-6 является ионообменным ВВ, сенсибилизированным жидкими нитроэфирами. В результате ионообменной реакции между хлористым аммонием и натриевой селитрой при взрыве угленита образуется хлористый натрий в ультрадисперсном состоянии. Кроме ионообменной пары, угленит Э-6 содержит в своем составе небольшое количество хлористого калия в качестве дополнительного пламегасителя. ВВ характеризуется достаточно высокой детонационной способностью, которая обеспечивается значительным содержанием жидких нитроэфиров.

Таблица 13.8

Основные характеристики предохранительных аммонитов

Показатели	АП-5ЖВ	ПЖВ-20	Т-19
Теплота взрыва, кДж/кг	3797	3404	3408
Объем газов, л/кг	787	717	724
Работоспособность, $см^3$	320	265	267
Бризантность, мм	14-17	14-16	15-17
Критическая плотность, $г/см^3$	1,30-1,35	1,30-1,35	1,30-1,35
Скорость детонации, км/с	3,6-4,6	3,5-4,0	3,6-4,3
Плотность в патроне, $г/см^3$	1,05-1,15	1,05-1,20	1,05-1,20
Кислородный баланс, %	-0,02	+0,32	-2,47

Угленит 12ЦБ, относящийся к предохранительным ВВ VI класса, является селективно-детонирующим ВВ, сенсибилизированным жидкими нитроэфирами. В углените 12ЦБ содержится смесь карбамида и натриевой селитры, которая при взрыве в замкнутой камере реагирует с образованием углекислого газа, воды и азота. Для усиления предохранительных свойств в состав угленита дополнительно вводится небольшое количество хлористого калия.

Ионит – предохранительное ВВ VII класса, представляющее собой типичное ионообменное ВВ, в состав которого входят:
жидкие нитроэфиры – 10 %;
азотнокислый натрий – 54 %;
хлористый аммоний – 33,7 %;
натрийкарбоксиметилцеллюлоза – 1,0 %;
тальк – 0,8 %;
стеарат кальция – 0,5 %;

хлопок коллоидный (сверх 100 %) – 0,14 %;

сода кальцинированная (сверх 100 %) – 0,2 %.

Как и при взрыве угленита Э-6, в результате ионообменной реакции образуется тонкодисперсный хлористый натрий.

Основные характеристики предохранительных ВВ V-VII классов по условиям применения приведены в табл. 13.9.

Таблица 13.9

Основные характеристики предохранительных ВВ V-VII классов

Показатели	Угленит Э-6	Угленит 12ЦБ	Ионит
Теплота взрыва, кДж/кг	2680	2300	1930
Объем газов, л/кг	560	520	580
Работоспособность, $см^3$	130	95	90
Бризантность, мм	7-11	7-9	5-6
Скорость детонации, км/с	2,1-2,5	1,9-2,0	1,6-1,8
Плотность в патроне, $г/см^3$	1,15-1,30	1,20-1,35	1,10-1,30
Кислородный баланс, %	+0,53	0,00	+6,47

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к непредохранительным ВВ, применяемым при скважинной отбойке в подземных условиях?

2. Какие требования предъявляются к непредохранительным ВВ, применяемым при шпуровой отбойке в подземных условиях?

3. Перечислите основные промышленные ВВ II класса заводского изготовления, используемые для взрывания в открытых и подземных условиях. Охарактеризуйте их состав.

4. Перечислите основные промышленные ВВ II класса, изготавливаемые на местах производства взрывных работ. Охарактеризуйте их состав.

5. Какие взрывчатые вещества относятся к предохранительным III-VII классов? Перечислите основные марки и укажите их состав.

Раздел III. МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Лекция 14

МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ, ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ. РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК: СУЩНОСТЬ МЕТОДА ШПУРОВЫХ ЗАРЯДОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВЫРАБОТОК, ГРУППЫ ШПУРОВ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

14.1. Методы взрывных работ, их преимущества и недостатки

Основные методы взрывных работ, применяемые на горных предприятиях, классифицируются по типу зарядной камеры, предназначенной для размещения зарядов ВВ:

- метод шпуровых зарядов (в качестве зарядной камеры используются шпуры; определение см. в п. 2.1);
- метод скважинных зарядов (в качестве зарядной камеры используются скважины; определение см. в п. 2.1);
- метод камерных зарядов (в качестве зарядной камеры используется подземная выработка – шурф, штольня и др.);
- метод наружных зарядов.

14.1.1. Метод шпуровых зарядов

Метод шпуровых зарядов применяется:

1) *на подземных горных работах:*

- при проведении подземных горных выработок;
- при разработке маломощных крутопадающих жильных месторождений полезных ископаемых;
- при разработке пластовых месторождений (бокситы, уголь, соляные месторождения и др.);
- при разработке особо ценных руд;
- при дроблении негабарита.

2) *на открытых горных работах:*

- на мелких карьерах с высотой уступа 2-3 м;
- при селективной выемке особо ценных сортов руды;
- при добыче штучного камня;
- при производстве строительных работ (проходка канав, траншей, разрушение пород под фундаменты и др.);
- при дроблении негабарита.

Преимуществами метода шпуровых зарядов являются:

- универсальность (возможность применения в любых горно-геологических и горнотехнических условиях);
- высокое качество дробления горной породы;
- минимальные потери полезного ископаемого и разубоживание;
- относительно невысокая нарушенность законтурного массива взрывными работами;
- минимальное отрицательное воздействие взрыва на людей и окружающие объекты (разлет кусков, ударная воздушная волна, сейсмическое действие взрыва).

Недостатки метода:

- низкие технико-экономические показатели по сравнению с методом скважинных зарядов;
- повышенная опасность метода (применяются патронированные ВВ с малым критическим диаметром, которые обладают повышенной чувствительностью к внешним воздействиям – удар, трение и др.).

14.1.2. Метод скважинных зарядов

Метод скважинных зарядов применяется:

1) *на открытых горных работах:*

- при взрывных работах на карьерах,
- при производстве строительных работ (проходка траншей, выемок под фундаменты и др.);

2) *на подземных горных работах:*

- при разработке мощных месторождений руд средней ценности и малоценных,
- при проходке подземных горных выработок (восстающие, углубка вертикальных стволов).

Преимуществами метода шпуровых зарядов являются:

- высокие технико-экономические показатели по сравнению с методом шпуровых зарядов;
- относительная безопасность метода (применяются гранулированные и эмульсионные ВВ с большим критическим диаметром, которые обладают низкой чувствительностью к внешним воздействиям).

Недостатки метода:

- невысокое качество дробления горной породы (наличие негабарита);
- большие потери полезного ископаемого и разубоживание;
- относительно высокая нарушенность законтурного массива взрывными работами;
- значительное отрицательное воздействие взрыва на людей и окружающие объекты (разлет кусков, ударная воздушная волна, сейсмическое действие взрыва) в связи с тем, что одновременно взрывается большое количество ВВ.

14.1.3. Метод камерных зарядов

Метод камерных зарядов применяется:

- на открытых горных разработках при взрывных работах на верхних уступах карьеров в гористой местности (при невозможности или нецелесообразности размещения буровых станков в условиях неблагоприятного рельефа местности);
- в строительстве (взрывы на выброс и сброс).

Преимуществом метода камерных зарядов является возможность одновременного взрыва большого количества горной массы.

Недостатки метода:

- низкое качество дробления (значительный выход негабарита);
- большой объем подготовительных горнопроходческих работ;
- значительное отрицательное воздействие взрыва на людей и окружающие объекты (разлет кусков, ударная воздушная волна, сейсмическое действие взрыва).

14.1.4. Метод наружных зарядов

Метод наружных зарядов применяется на открытых и подземных работах для дробления негабаритных кусков горной массы.

Кроме того, на подземных горных работах метод используют для ликвидации зависаний при выпуске руды из дучек.

Преимуществом метода по сравнению со шпуровым является его простота (оперативность) – не нужно готовить технику и бурить шпуры для помещения зарядов ВВ.

Недостатками метода являются:

- повышенный расход ВВ на дробление негабарита (в 5-10 раз больше, чем при шпуровом методе);
- увеличенный по сравнению с методом шпуровых зарядов разлет кусков породы (в 1,5 раза).

14.2. Разрушение горных пород при проведении подземных выработок: сущность метода шпуровых зарядов, группы шпуров по назначению

14.2.1. Сущность метода шпуровых зарядов при проведении выработок

При проведении подземных горных выработок применяется метод шпуровых зарядов, сущность которого заключается в том, что в сечении сооружаемой выработки бурят комплект шпуров определенной длины, размещают в них заряды ВВ и взрывают. В результате взрыва забой выработки перемещается на величину уходки (заходки), которая, как правило, несколько меньше длины шпуров.

Шпуры, размещаемые в забое выработки, разделяют на три группы (рис. 14.1).

Врубовые шпуры размещают обычно в центральной части сечения выработки и обуривают по специальным схемам. Врубовые шпуры имеют глубину на 0,2-0,5 м больше, чем остальные шпуры комплекта с соответствующим увеличением массы заряда. Врубовые шпуры взрывают первыми с целью образования врубовой полости – создания дополнительной свободной поверхности для работы последующих шпуров. От результата взрыва врубовых шпуров зависит эффективность работы остальных шпуров (рис. 14.2). Величина удельного расхода ВВ в зоне вруба в 5 – 10 раз превышает величину удельного расхода ВВ по забою в целом.

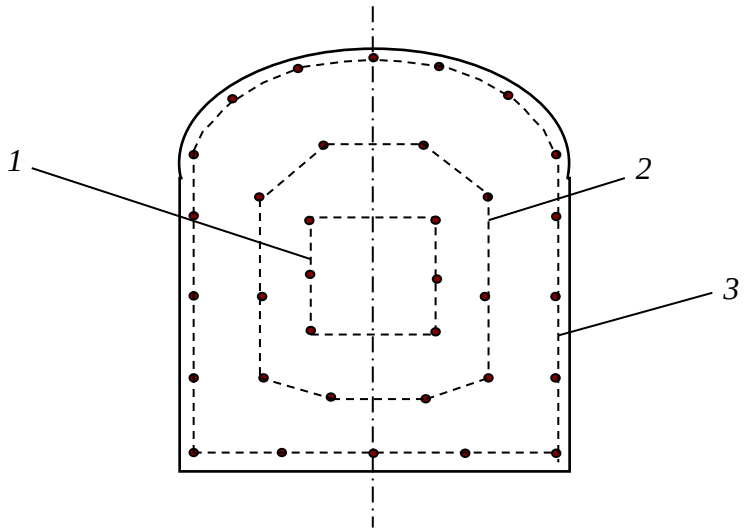


Рис. 14.1. Группы шпуров:
1 – врубовые; *2* – отбойные (вспомогательные); *3* – оконтуривающие

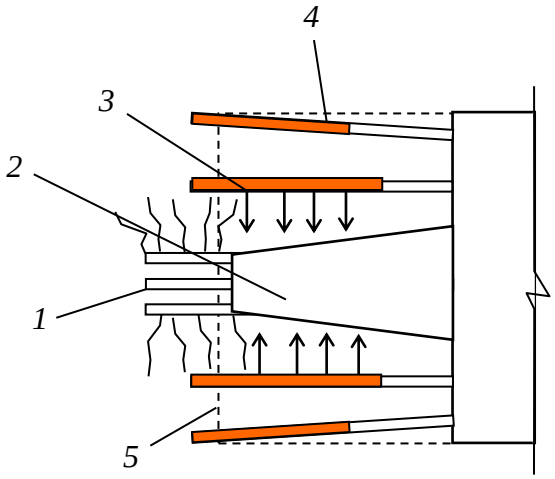


Рис. 14.2. Работа комплекта шпуровых зарядов:
1 – врубовые шпуры (часть, оставшаяся после взрыва); *2* – врубовая полость (образовалась в результате взрыва врубовых шпуров); *3* – отбойные (вспомогательные) шпуры; *4* – оконтуривающие шпуры, *5* – подвигание забоя после взрыва всего комплекта шпуров

Отбойные (вспомогательные) шпуры, работая на боковую свободную поверхность, образованную врубовой полостью, разрушают основной объем породы за взрыв. Отбойные шпуры размещают параллельно или под небольшим углом к поверхности врубовой полости. В выработках малого поперечного сечения отбойные шпуры могут отсутствовать.

Оконтуривающие шпуры взрывают последними с целью получения проектного контура выработки. Устья оконтуривающих шпуров размещают по контуру сооружаемой выработки, отступая от него на расстояние 150 – 250 мм, и бурят под углом 83 - 87° так, чтобы концы шпуров выходили на линию проектного контура при заданной длине уходки (см. рис. 16.2). Наклон оконтуривающих шпуров следует устанавливать экспериментально с расчетом обеспечения минимальных переборов. В слабых и нарушенных породах концы оконтуривающих шпуров могут отстоять от линии контура на 100-150 мм. В каждом углу выработки для получения заданной формы выработки следует размещать оконтуривающий шпур. Расстояние между оконтуривающими шпурами обычно составляет 600-700 мм, изменяясь в зависимости от коэффициента крепости в довольно широких пределах (от 350-400 до 1000-1200 мм).

Величина зарядов ВВ оконтуривающих шпуров принимается равной величине зарядов отбойных шпуров или на 10-20 % меньше. От правильно выбранных параметров заложения шпуров (величина заряда, расстояние между шпурами, расстояние до свободной поверхности) зависит точность оконтуривания выработки и сохранность законтурного массива (рис.14.3).

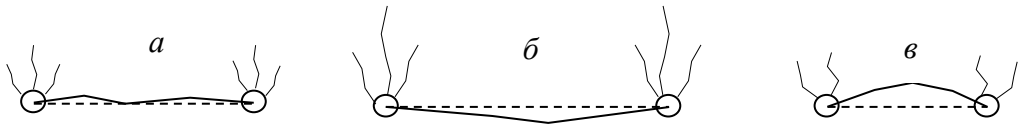


Рис. 14.3. Результат взрыва смежных оконтуривающих шпуров:
а – оптимальное расстояние; *б* – завышенное расстояние; *в* – заниженное расстояние

На сохранность законтурного массива после взрыва влияет расстояние между оконтуривающими шпурами и отбойными шпурами предконтурного ряда. Завышенная величина ЛНС оконтуривающих шпуров приводит к увеличению зоны образования трещин (рис. 14.4).

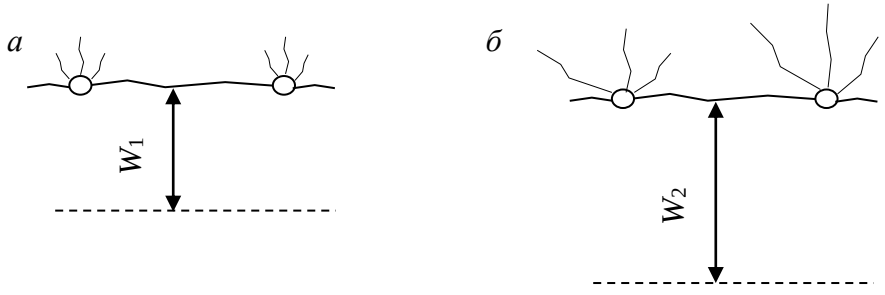


Рис. 14.4. Результат взрыва оконтуривающих шпуров при различной линии наименьшего сопротивления (ЛНС): *а* – оптимальная ЛНС; *б* – завышенная ЛНС

Технология проведения подземных горных выработок предусматривает последовательное выполнение основных и вспомогательных операций проходческого цикла. В состав операций проходческого цикла входят: приведение забоя в безопасное состояние, уборка породы, бурение шпуров, возведение крепи, заряжание и взрывание, наращивание коммуникаций и т. д. Буровзрывной комплекс работ занимает от 30 до 60 % общего времени проходческого цикла в зависимости от горнотехнических условий. После каждого цикла забой выработки перемещается на величину уходки.

Буровзрывные работы при проведении подземных горных выработок выполняют по паспортам БВР, которые составляются для каждой выработки и утверждаются руководителем организации.

Тип бурильной машины выбирается в зависимости от коэффициента крепости горных пород, глубины шпуров и необходимой производительности машины при выполняемом объёме буровых работ. При бурении переносными перфораторами и ручными электросверлами глубина шпуров обычно составляет 1,6-1,8 м, при применении бурильных установок, оснащенных мощными пневматическими и гидравлическими перфораторами, глубина шпуров увеличивается до 3-4 м. Диаметр шпуров обычно составляет 39-46 мм.

В качестве ВВ при проведении выработок не опасных по газу или пыли, применяют непредохранительные ВВ 2 класса. Наиболее широкое распространение получили патронированные ВВ: аммонит № 6ЖВ и аммоналы; в последние годы наметилась тенденция применения на проходческих работах гранулированных ВВ и механизированного заряжания шпуров. Инициирование зарядов ВВ производится с применением систем неэлектрического взрывания или электродетонаторов.

Огневое и электроогневое взрывание зарядов **запрещается** применять в угольных и сланцевых шахтах, в рудниках, опасных по газу или пыли, а огневое – во всех подземных горных выработках, включая шахты и рудники, не опасные по газу или пыли.

В выработках, в которых имеются выделения горючих газов или взрывчатой пыли, применяют предохранительные патронированные ВВ 3-7 классов.

Конструкция шпуровых зарядов предусматривает возможность применения прямого и обратного инициирования (рис. 14.5).

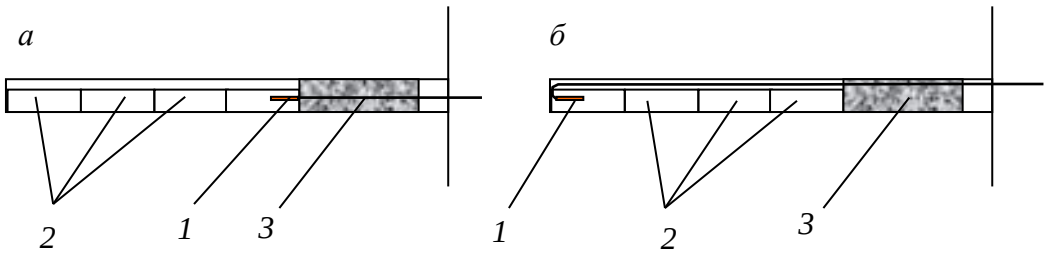


Рис. 14.5. Конструкции шпуровых зарядов:
1 – патрон-боевик; *2* – патроны ВВ; *3* - забойка
а – прямое инициирование; *б* – обратное инициирование

При прямом инициировании патрон-боевик располагают первым от устья шпура. При этом электродетонатор (капсюль-детонатор) необходимо помещать в ближайшей к устью торцовой части патрона-боевика так, чтобы дно гильзы электродетонатора (капсюля-детонатора) было направлено ко дну шпура.

При заряжании без применения средств механизации допускается обратное инициирование, когда патрон-боевик располагают первым от дна шпура. В этом случае дно гильзы электродетонатора (капсюля-детонатора) было направлено к устью шпура. В угольных и сланцевых шахтах такое расположение в шпуре патрона-боевика с электродетонатором допускается только при отсутствии газовыделения и взрывчатой пыли, а также при наличии электродетонаторов с длиной проводов, превышающей глубину шпуров не менее 0,6 м.

Перед заряжанием шпуры должны быть очищены от буровой мелочи. При ручном заряжании досылка патронов в шпуры и уплотнение ВВ в зарядах производится забойниками, которые изготавливаются только из материалов, не дающих искр. Длина забойника должна быть больше длины шпура.

Запрещается пробивать застрявший патрон-боевик. Если извлечь застрявший боевик не представляется возможным, заряжание шпура следует прекратить; боевик взорвать вместе с другими зарядами.

Если во время заряжания часть заряда будет пересыпана, шпур необходимо дозарядить и взорвать вместе с другими зарядами.

При механизированном заряжании разрешается применять зарядно-транспортное оборудование и взрывчатые вещества, допущенные для этой цели в установленном порядке. Для заряжания шпуров применяют пневмозарядные устройства эжекторного или порционного действия, работающие с помощью сжатого воздуха под давлением 0,5 МПа. При пневмозаряжании алюмо- и тротилосодержащими рассыпными гранулированными взрывчатыми веществами необходимо добавлять во взрывчатые вещества воду или смачивающие растворы в количестве 3-5 % от веса ВВ для предотвращения электризации и пылеобразования. При механизированном заряжании применяют граммонит 79/21, гранулит АС-4, гранулит АС-8, гранулит-игданит. При невмозаряжании увеличивается плотность заряжания ВВ и вместимость шпура и, соответственно, уменьшается количество шпуров по сравнению с вариантом, предусматривающим применение патронированных ВВ.

В горизонтальных и наклонных выработках шахт, не опасных по взрыву газа или пыли, забойка горизонтальных шпуров, как правило, не применяется.

На шахтах (рудниках), опасных по газу или пыли, взрывание зарядов без забойки **запрещается**.

В выработках, опасных по газу или пыли, при взрывании по углю и по породе величина забойки должна быть не менее 0,5 м при глубине шпуров более 1 м и не менее половины глубины шпура при глубине шпуров 0,6 – 1,0 м.

В качестве забойки применяются глина, смесь глины с песком, гидрозабойка в шпурах в сочетании с запирающей забойкой из глины или из смеси глины с песком или иные материалы, допущенные Ростехнадзором

России. **Запрещается** применение забойки из кусковатых и горючих материалов. Заполнять шпуры забоечным материалом следует осторожно. При этом электрический провод, детонирующий шнур и волноводы должны иметь слабину.

При взрывании шпуровых зарядов в забое количество серий следует принимать максимальным с целью исключения повышенного разброса породы и обеспечения компактного навала породы, снижения действия воздушных и сейсмических волн.

Контрольные вопросы

1. По какому признаку и на какие виды подразделяются методы взрывных работ?
2. Охарактеризуйте метод шпуровых зарядов, область применения.
3. Охарактеризуйте метод шпуровых зарядов, преимущества и недостатки.
4. Охарактеризуйте метод скважинных зарядов, область применения.
5. Охарактеризуйте метод скважинных зарядов, преимущества и недостатки.
6. Охарактеризуйте метод камерных зарядов, преимущества, недостатки и область применения.
7. Охарактеризуйте метод наружных зарядов, преимущества, недостатки и область применения.
8. Для чего предназначены группы шпуров при проведении подземных горных выработок.
9. Что такое прямое и обратное инициирование шпуровых зарядов?

Лекция 15

КЛАССИФИКАЦИЯ ВРУБОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК. КОНСТРУКЦИИ ВРУБОВ И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

15.1. Классификация врубов при проведении подземных выработок

Врубовые шпуры взрывают первыми, они работают в наиболее трудных условиях – при одной обнаженной поверхности. От глубины и размеров образованной при взрыве врубовых шпуров полости зависит величина уходки всего комплекта шпуров.

Все врубы можно разделить на три основные группы: наклонные, прямые и комбинированные (рис. 15.1).

Наклонные врубы образуют шпуры, пробуренные наклонно к плоскости забоя выработки. Принцип работы наклонного шпура показан на рис.15.2.

Угол наклона шпуров к плоскости забоя α зависит от крепости пород и составляет обычно 55 - 75°, уменьшаясь с увеличением коэффициента крепости пород. Общим достоинством наклонных врубов является простота разметки шпуров и обуривания забоя, а также уменьшение объема буро-

вых работ по сравнению с прямыми врубами. Основной недостаток – длина шпуров ограничивается размерами выработки.

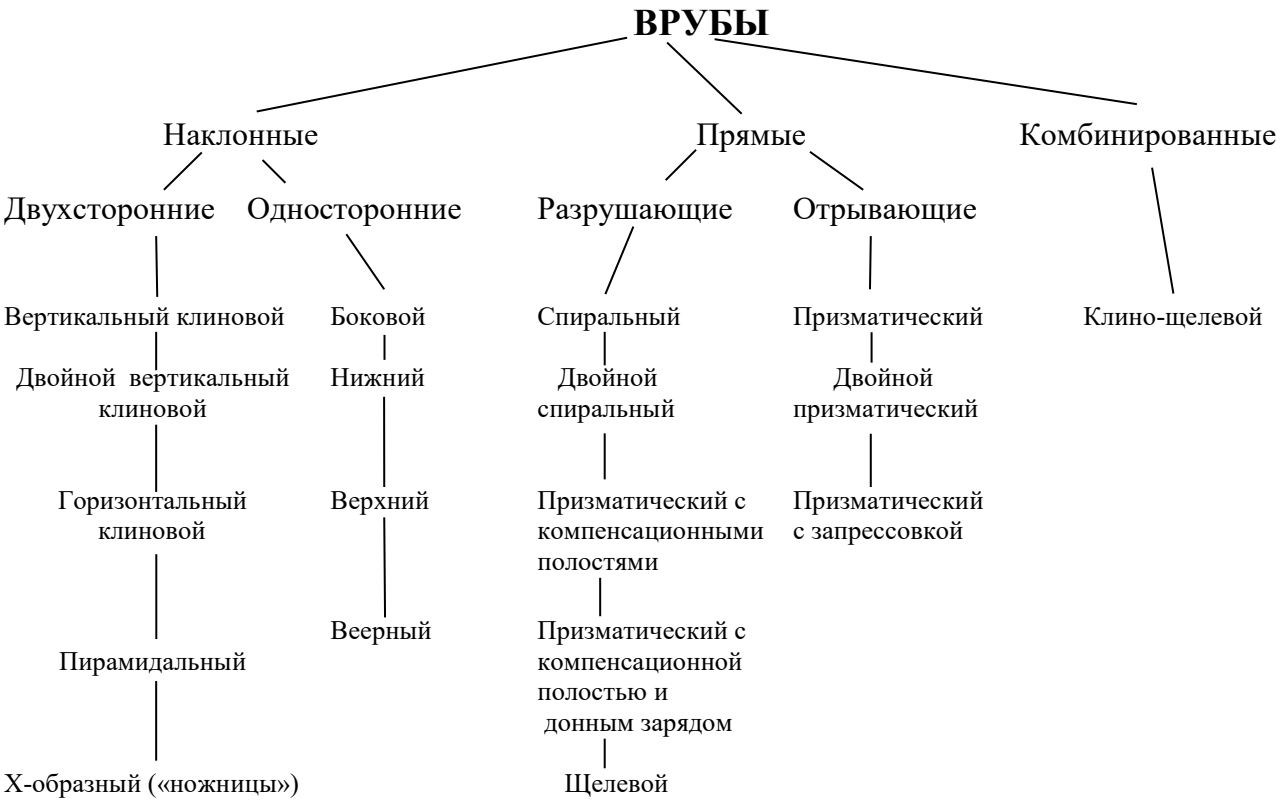


Рис. 15.1. Основные группы и типы врубов

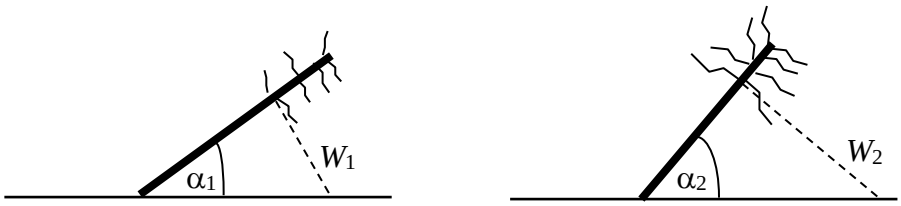


Рис.15.2. Схема работы шпура наклонного вруба

Конструкции двухсторонних наклонных врубов представлены на рис. 15.3. Комплект врубовых шпуров в зависимости от прочностных свойств взрываемых пород и характера залегания может включать от одной до трех-четырех и более пар шпуров. Наибольшее распространение при проведении горизонтальных капитальных и подготовительных выработок с применением переносных перфораторов и буровых кареток получил вертикальный клиновой вруб (*а*), доля которого на многих рудниках составляет до 70-90 %. Пары смежных шпуровых зарядов инициируют одновременно. Глубина комплекта шпуров в выработках сечением 10-15 м^2 обычно не превышает 1,5-1,8 м, так как ширина выработок не позволяет выдерживать требуемый угол наклона врубовых шпуров к плоскости забоя.

В выработках большого поперечного сечения с целью увеличения длины уходки может применяться двойной клиновой вруб, что позволяет полнее использовать возможности современной буровой техники.

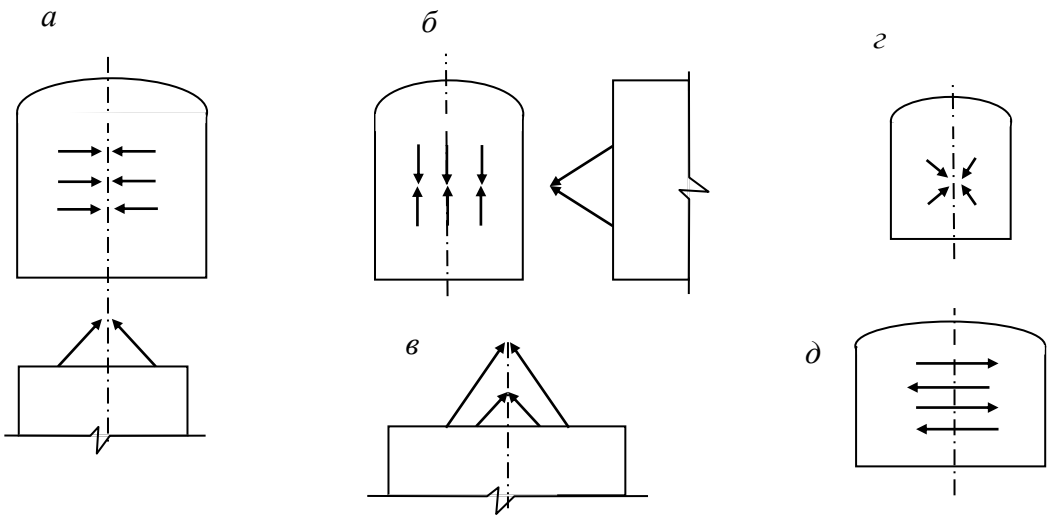


Рис. 15.3. Конструкции двухсторонних наклонных врубов:
а – вертикальный клиновой; *б* – горизонтальный клиновой; *в* – двойной вертикальный клиновой; *г* – пирамидальный; *д* - Х- образный («ножницы»)

В выработках относительно большой высоты и малой ширины может применяться горизонтальный клиновой вруб (*б*). При проведении выработок малого поперечного сечения (менее 4 м^2) в крепких породах рационально применение пирамидального вруба. В подготовительных и очистных выработках (4-6 м^2) при применении бурильных установок на распорных колонках может использоваться вруб «ножницы» (*д*), а также различные конструкции односторонних врубов (рис. 15.4). Боковые врубы наиболее эффективно использовать при наличии кливажа главным образом в нижней части забоев.

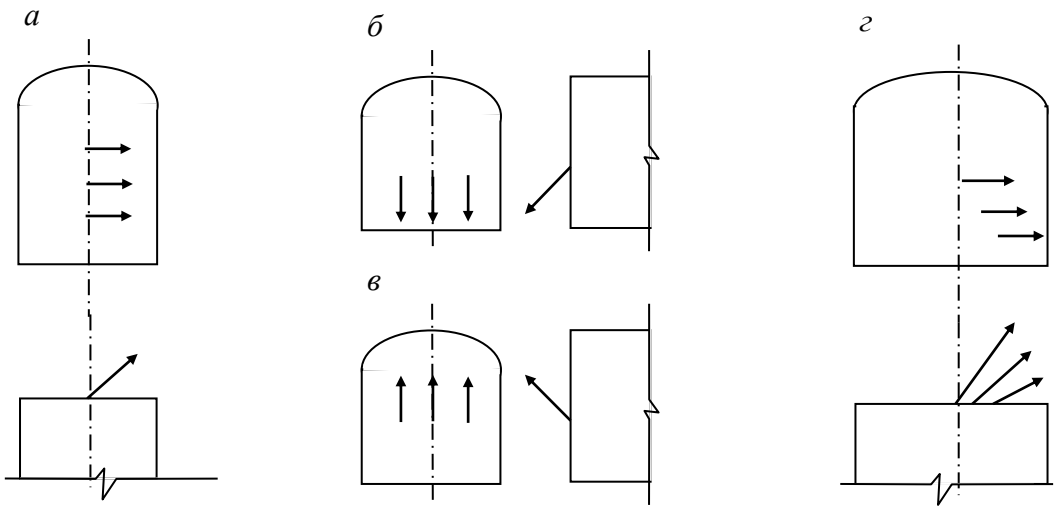


Рис. 15.4. Конструкции односторонних наклонных врубов:
а – боковой; *б* – нижний; *в* – верхний; *г* – веерный

Прямые врубы образуют шпуры, пробуренные параллельно друг другу и перпендикулярно поверхности забоя выработки. По принципу работы зарядов ВВ прямые врубы можно разделить на две группы.

В ***разрушающих прямых врубах*** заряды ВВ работают в направлении предварительно созданной буровой полости (шпура, скважины или группы скважин). По мере работы зарядов ВВ врубовая полость последовательно расширяется до необходимых размеров (≈ 1 м^2). Рассмотрим несколько наиболее распространенных конструкций прямых врубов, работающих по принципу последовательного расширения незаряжаемой буровой полости (рис. 15.5).

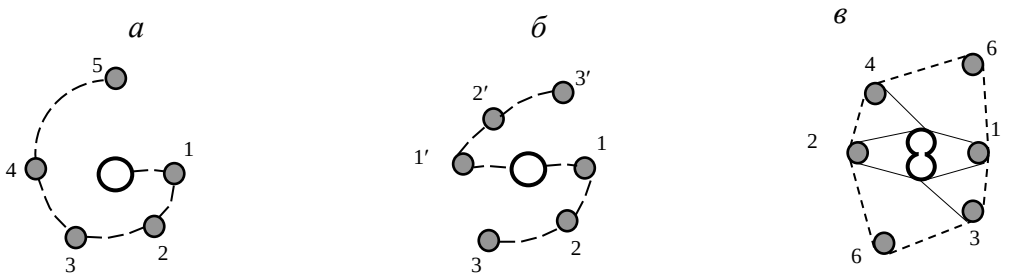


Рис. 15.5. Конструкции прямых врубов:
а – спиральный; *б* – двойной спиральный; *в* – «Коромант»

В спиральном врубе заряжаемые врубовые шпуры взрывают последовательно с интервалами времени, обеспечивающими разрушение породных перемычек между полостью и зарядами и выбрасывание разрушенной породы из врубовой полости. Диаметр незаряжаемой центральной полости должен приниматься не менее 1,5 диаметров заряжаемых шпуров. Это необходимо для предотвращения «запрессовки» вновь образованной полости разрушенной породой, которая может уплотнятся в ней до плотности, близкой к плотности нетронутого массива горных пород.

Первый заряжаемый шпур в зависимости от горнотехнических условий располагается на расстоянии 100-150 мм от первоначальной полости. При взрыве первого шпура в результате разрушения породной перемычки должна образоваться полость увеличенных размеров, на которую затем взрывают заряд второго врубового шпура, располагаемого на расстоянии ориентировочно 0,7-0,8 ширины образованной полости. Этот же принцип закладывают при расположении последующих врубовых шпуров. Зависимость предельного пробивного расстояния шпурового заряда от ширины полости, на которую работает заряд, показана на рис. 15.6.

Врубовые шпуры следует располагать на расстоянии несколько меньшем предельного пробивного для компенсации неточности при бурении. Следует также избегать чрезмерной концентрации энергии особенно во врубовых шпурах, взрываемых первыми, так как это может привести к запрессовке врубовой полости разрушенной породой.

Если последовательно взрываемые во врубе шпуры соединить плавной линией, то получается спираль. Количество шпуров во врубе в зависи-

мости от свойств взрываемых пород обычно изменяется от 5 до 9. Если при взрыве одного из шпуров не произойдет образование новой полости увеличенных размеров, то последующие врубовые шпуры будут работать на плоскость забоя («простреляют»). В наиболее сложных условиях (минимальная величина пробивного расстояния) работает первый врубовый заряд. Величина отклонения при бурении параллельных шпуров даже при использовании современного бурового оборудования составляет 20 – 40 мм на метр шпура. Поэтому для получения удовлетворительных результатов требуется высокая точность разметки шпуров и обуривания вруба, особенно первых врубовых шпуров.

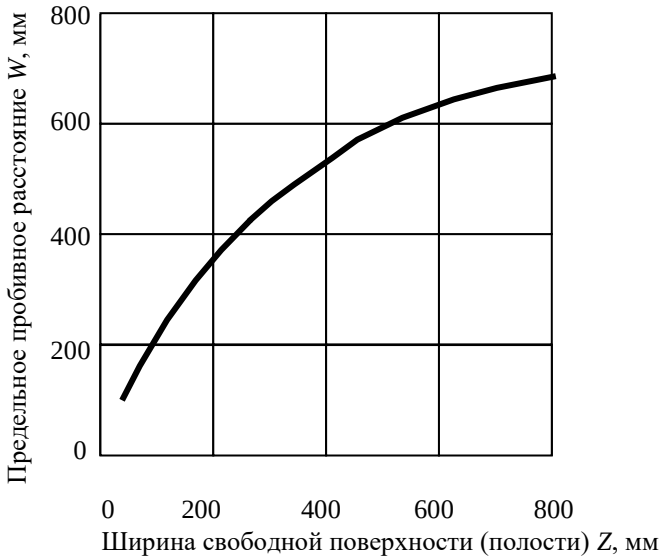


Рис. 15.6. Зависимость предельного пробивного расстояния шпурового заряда от ширины полости

Двойной спиральный вруб предполагает дублирование взрываемых врубовых шпуров и таким образом обеспечивается повышение надежности работы вруба.

Во врубе «Коромант» помимо дублирования в качестве незаряжаемой полости используют две продольно-сопряженные скважины (шпура), что обеспечивает увеличение ширины первоначальной полости, увеличение пробивного расстояние для первого заряжаемого шпура и, следовательно, повышение надежности работы вруба. Бурение продольно-сопряженных полостей производится с использованием специального устройства – «кондуктора». Другой вариант вруба предусматривает расположение двух параллельных скважин на минимальном расстоянии друг от друга (≈ 50 мм).

Несколько иной подход реализован в конструкциях прямых призматических врубов с компенсационными полостями (рис. 15.7).

Идея заключается в том, чтобы зону врубовой полости насытить необходимым компенсационным объемом, образованным компенсационными скважинами, рядом с которыми в пределах пробивных расстояний располагают заряжаемые врубовые шпуры. Здесь также используется принцип дуб-

лирования с целью компенсации неточности при бурении. Диаметр и количество компенсационных скважин изменяются, соответственно, с 42 до 105 мм и от одной до трех по мере увеличения глубины шпуров с 2 до 5 м.

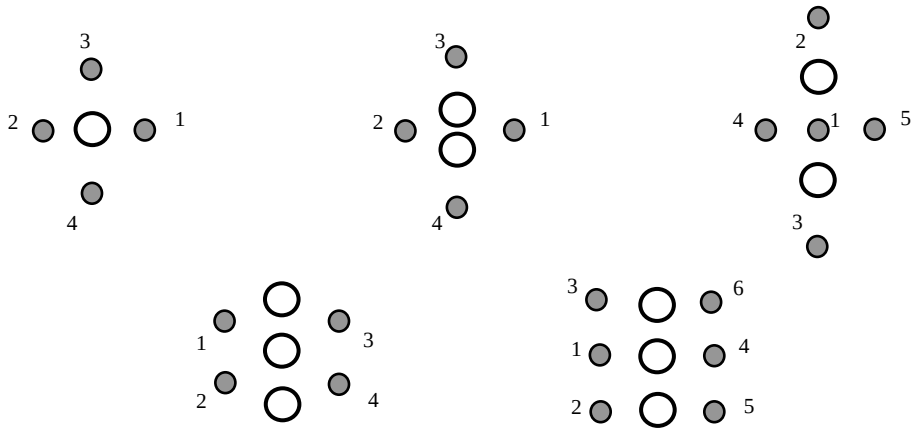


Рис. 15.7. Конструкции прямых призматических врубов

Еще одним вариантом повышения эффективности прямых разрушающих врубов являются конструкции с применением донных зарядов, обеспечивающих очистку врубовой полости на первом этапе ее образования. Принципиальная схема такого вруба показана на рис. 15.8.

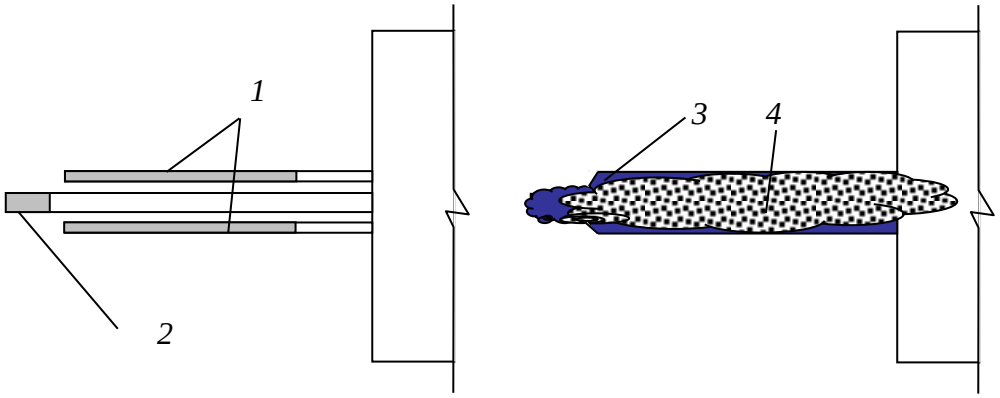


Рис. 15.8. Схема прямого вруба с донным зарядом:
1 – заряд врубовых шпуров; *2* – донный заряд; *3* – врубовая полость;
4 – разрушенная порода

Донный заряд величиной до 1 кг размещается в перебуре (глубиной до 0,5 м) компенсационной полости и взрывается в наиболее благоприятный момент, когда разрушенная порода при взрыве первых врубовых шпуров еще находится внутри врубовй полости во взвешенном состоянии. Применение донных зарядов целесообразно в трудновзрываемых породах и в глубоких врубах.

На ряде горных предприятий нашли применение прямые щелевые врубы различных конструкций (рис. 15.9). Основным элементом такого вруба является вертикальная или горизонтальная щель, образованная при взрыве врубовых шпуров, которые работают на смежные «холостые» шпуры и взрываются одновременно.

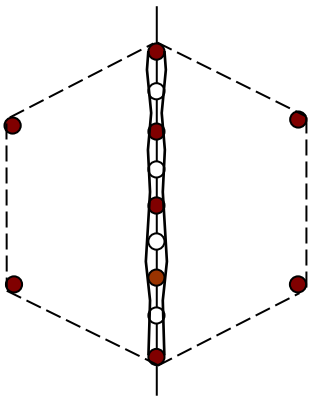


Рис. 15.9. Вертикальный щелевой вруб

Во вторую очередь последовательно взрывают на образованную свободную поверхность боковые врубовые шпуры для образования врубовой полости необходимых размеров. К недостаткам такой конструкции относят увеличение интенсивности ударных воздушных волн и дальности разлета породы в результате взрыва зарядов во врубовых шпурах.

В ***отрывающих прямых врубах*** заряды ВВ работают в направлении поверхности забоя выработки. В конструкциях таких врубов используют принцип воронкообразования (рис. 15.10).

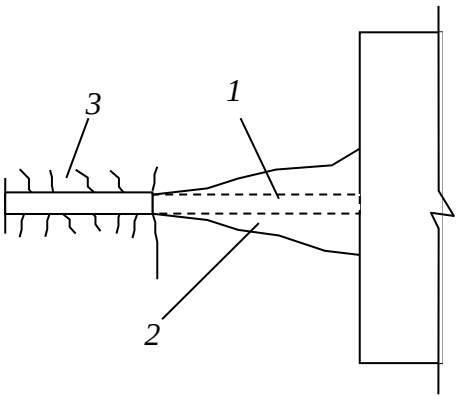


Рис. 15.10. Схема воронкообразования:
1 – заряжаемый шпур (скважина); *2* – воронка взрыва; *3* – зона камуфлета

Известно, что при взрыве цилиндрического заряда, расположенного перпендикулярно свободной поверхности, образуется воронка в форме конуса. Причем глубина воронки зависит прежде всего от диаметра заряда и независимо от длины заряда ВВ глубина воронки при взрывании в крепких скальных массивах не превышает 10-12 диаметров заряда. Таким образом, увеличение длины образованной при взрыве врубовой полости может

быть обеспечено либо за счет применения полости увеличенного диаметра (скважины), либо за счет применения комплекта сближенных шпуров, взрываемых одновременно.

Такой принцип реализован в конструкциях прямых отрывающих врубов (рис. 15.11).

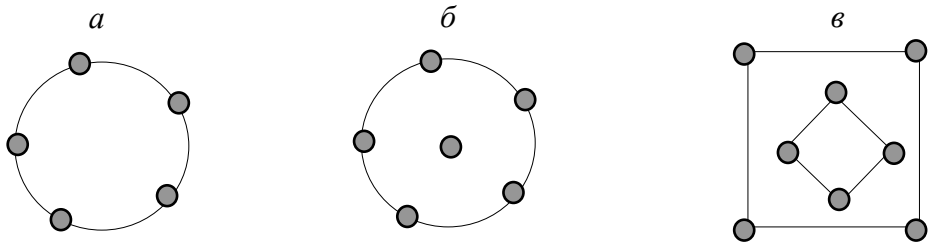


Рис. 15.11. Конструкции прямых отрывающих врубов:
а – призматический; *б* – призматический с центральным заряжаемым шпуром;
в – двойной призматический

Первые две конструкции отрывающих врубов (рис. 15.11, *а*, *б*) применяют при глубине шпуров до 2 м. Количество шпуров изменяется от 4 до 6. Врубовые шпуры обычно взрывают одновременно. Для повышения эффекта работы шпуры заряжают с максимальной плотностью и применением забойки.

При увеличенной длине заходки применяют двойной призматический вруб. Первыми взрывают шпуры, образующие внутреннюю призму. Длина этих шпуров составляет 50-70 % от длины шпуров во внешней призме. Такие врубы получили название шагающих.

На рис. 15.12 представлена еще одна конструкция отрывающих врубов – прямой призматический вруб с запрессовкой.

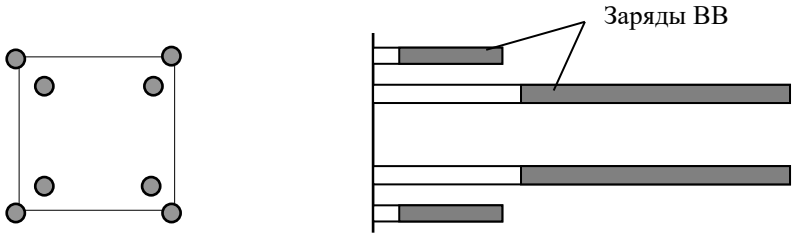


Рис. 15.12. Прямой призматический вруб с запрессовкой

Первыми взрывают заряды в коротких шпурах с целью создания плотной запрессовки устьев основных шпуров разрушенной и уплотненной породой. В результате эффективность работы основных (длинных) шпуров вруба, работающих в условиях полного зажима, увеличивается.

Прямые врубы используют главным образом при проведении горизонтальных выработок относительно небольших площадей сечений (до 10 м^2), а также при применении заходок длиной до 3-4 м и более. В качестве недостатков прямых врубов следует отметить увеличение количества врубовых шпуров и удельного расхода ВВ, высокие требования к точности обуривания вруба.

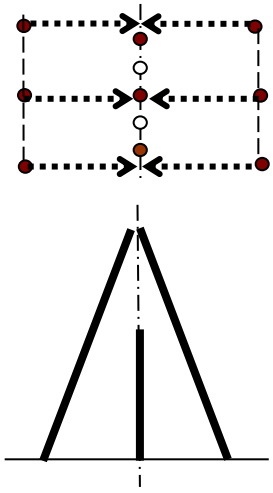


Рис.15.13. Клино-щелевой вруб

В качестве комбинированного вруба наиболее широкое распространение получил клино-щелевой вруб, один из вариантов конструкции которого показан на рис. 15.13. Вертикальная щель, которая образуется при взрыве прямых шпуров, создавая дополнительную свободную поверхность позволяет увеличить угол наклона шпуров к плоскости забоя, а значит увеличить и длину заходки.

Контрольные вопросы

1. Опишите классификацию врубов при проведении подземных горных выработок.
2. Охарактеризуйте наклонные врубы, их конструкции, принцип работы, область применения, преимущества и недостатки.
3. Охарактеризуйте прямые врубы, принцип работы, область применения, преимущества и недостатки.
4. Опишите конструкции прямых врубов.

Лекция 16

ПОКАЗАТЕЛИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ. ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ. ПАСПОРТ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

16.1. Показатели буровзрывных работ

При проведении горных выработок буровзрывным способом необходимо обеспечить заданные размеры и форму поперечного сечения выработки, точное оконтуривание её профиля, максимальное подвигание забоя за взрыв, качественное дробление породы и сосредоточенное размещение её в забое.

Эффективность буровзрывных работ при проведении подземных горных выработок оценивают рядом показателей.

Коэффициент использования шпуров (К.И.Ш. - η) является нормируемым показателем, который закладывается при составлении каждого паспорта БВР, и позволяет оценить его эффективность (рис.16.1):

$$\eta = \frac{l_{\text{ух}}}{l_{\text{шп}}}, \qquad (16.1)$$

где $l_{\text{ух}}$ – длина уходки или величина подвигания забоя выработки за взрыв;

$l_{\text{шп}}$ – длина отбойных (вспомогательных) шпуров.

Нормируемая величина К.И.Ш. зависит от крепости массива горных пород и устанавливается равной 0,95–0,9 для пород ниже средней крепости и 0,85–0,8 для пород средней крепости и крепких. Если при проведении выработки фактическая величина меньше нормативной, то следует ввести необходимые коррективы в паспорт БВР, например, изменить вруб или тип ВВ, увеличить количество шпуров, уменьшить длину шпуров и т. п.

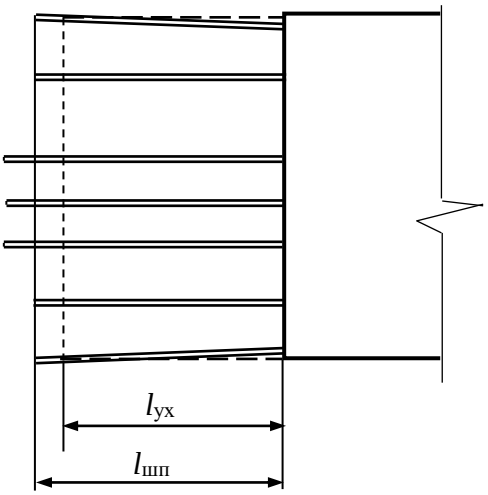


Рис. 16.1. Схема к определению коэффициента использования шпуров

Коэффициент излишка сечения (рис.16.2) характеризует качество оконтуривания горной выработки и определяется по формуле

$$\text{К.И.С.} = \frac{S_{\text{ïð}}}{S_{\text{â÷}}}, \qquad (16.2)$$

где $S_{\text{пр}}$ – площадь поперечного сечения выработки в проходке;

$S_{\text{вч}}$ – площадь поперечного сечения выработки вчерне.

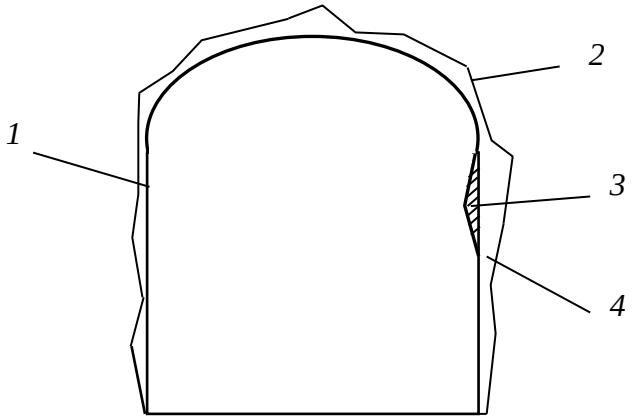


Рис. 16.2. Схема к определению коэффициента излишка сечения:
1 – контур выработки вчерне; *2* – контур выработки в проходке;
3 – недоборы сечения; *4* – переборы сечения

Увеличение проектных размеров горных выработок в процессе их проходки не должно превышать величин, установленных требованиями СНиП (табл. 16.1).

Таблица 16.1

Допустимое увеличение поперечного сечения горных выработок

Поперечное сечение горных выработок вчерне (по проекту), м^2	Допустимое увеличение поперечного сечения горных выработок, %, при категории (коэффициенте крепости по Протодьяконову) горных пород		
	II-IV (1-1,5)	V-VIII (2-9)	IX-XI (10-20)
Стволы шахт			
До 20	4	7	10
От 20 до 40	3	5	8
Более 40	2	3	5
Горизонтальные, наклонные и вертикальные выработки			
До 8	5	10	
От 8 до 15	4		
Более 15	3		

Сверхнормативные переборы сечений не учитываются при составлении сметы и не оплачиваются заказчиком. На практике при проходке горизонтальных выработок с применением БВР в скальных породах величина КИС составляет 1,15–1,2 при нормативе 1,08–1,1.

Фактический удельный расход ВВ при проведении подземных выработок составляет 1-4 кг/м^3 в зависимости от крепости горных пород и размеров сечения выработок и определяется по формуле

$$q_ð = \frac{Q_ô}{S_{ïð}\, l_{øï}\, \eta} \qquad (16.3)$$

где $Q_ф$ – фактический расход ВВ на цикл.

Увеличение фактического удельного расхода ВВ по сравнению с нормативами, установленными местными или корпоративными нормами, также свидетельствует о необходимости корректировке паспорта БВР.

К числу других требований к буровзрывным работам при проходке подземных горных выработок относят: минимальное нарушение законтурного массива, крепи и коммуникаций, компактный навал породы в забое (горизонтальные выработки), минимальный расход бурения, высокие показатели производительности и безопасности выполнения работ.

Проведение подземных горных выработок осуществляется с применением метода шпуровых зарядов по паспортам буровзрывных работ (БВР). Паспорт составляется для каждого забоя выработки на основании расчетов.

16.2. Принципы расчета параметров буровзрывных работ

Расчёт, необходимый для составления паспорта, сводится к выбору и определению основных параметров буровзрывных работ для проведения выработки. К основным параметрам относят: тип ВВ и СИ, диаметр и глубину шпуров, тип врубa, удельный заряд ВВ, количество шпуров и конструкции зарядов, расход взрывчатых материалов и т. д.

При расчете параметров буровзрывных работ при проведении подземных выработок исходят из принципа:

$$Q = qV\,, \tag{16.4}$$

где Q – расход ВВ на взрыв;

q – удельный расход ВВ, кг/м^3;

V – объем разрушенной горной породы в целике за взрыв.

Расчет параметров БВР при проведении горных выработок выполняется в следующем порядке:

1. *Определяется тип ВМ (ВВ и СИ)* в зависимости от условий проведения горной выработки, прочности массива горных пород и его обводненности. При выборе ВМ прежде всего следует руководствоваться требованиями Единых правил безопасности при взрывных работах (ЕПБ), регламентирующих их применение, и использовать патронированные, россыпные, водонаполненные и другие типы взрывчатых веществ, допущенные к применению в установленном порядке. В качестве средств инициирования применяют системы неэлектрического взрывания и электродетонаторы непредохранительного и предохранительного действия.

2. *Выбирается диаметр шпуров*. Диаметр буровой коронки (резца) должен быть больше диаметра патрона ВВ на 5 – 6 мм. При проведении горизонтальных выработок диаметр шпуров обычно составляет 39 – 46 мм. При применении пневмозаряжания диаметр шпуров может быть увеличен

до 50 – 60 мм. Диаметр оконтуривающих шпуров при наличии соответствующего оборудования может быть уменьшен до 28 – 32 мм. При проходке шахтных стволов диаметр шпуров обычно составляет 52 мм.

3. *Принимается глубина шпуров и тип вруба*. Глубина шпуров зависит от возможностей бурового оборудования, типа вруба, организации горнопроходческих работ. При применении вертикального клинового вруба глубина шпуров в зависимости от крепости пород не превышает (0,35– 0,5) ширины выработки. Прямые врубы позволяют полностью использовать возможности бурового оборудования (длина шпуров от 2 до 5 м). Увеличение глубины шпуров сопровождается возрастанием количества шпуров во врубе и требует высокой точности бурения. По технико-экономическим соображениям, особенно при применении мощной буровой техники, следует принимать глубину шпуров максимальной при отсутствии организационных ограничений, так как в этом случае уменьшается доля непроизводительных подготовительно-заключительных операций проходческого цикла. На практике с целью организации проветривания и безопасности работ взрывные работы в подземных условиях во всех забоях выполняют в конце рабочей смены. Тогда длину шпуров в каждом забое рассчитывают так, чтобы продолжительность проходческого цикла была кратна продолжительности рабочей смены. В относительно слабых породах длина шпуров может ограничиваться исходя из условий поддержания выработки.

4. *Удельный расход ВВ* следует определять по СНиП, ведомственным и местным нормативам или по эмпирическим формулам, например:

$$q = \frac{0{,}1 f f_1 \nu}{e}, \qquad (16.5)$$

где q – удельный расход ВВ, кг/м^3;

f – коэффициент крепости по М.М. Протодьяконову;

f_1 – коэффициент структуры породы (0,8–2);

ν – коэффициент зажима породы, зависящий от площади поперечного сечения выработки и количества обнажённых поверхностей;

e – коэффициент взрывной эффективности заряда ВВ.

Коэффициент относительной эффективности заряда ВВ определяется из выражения

$$e = \frac{Q_{\text{èä}}\rho}{Q_{\text{èä .ý.}}\rho_{\text{ý}}}, \qquad (16.6)$$

где $Q_{\text{ид}}$, $Q_{\text{ид.э}}$ – идеальная работа взрыва принятого и эталонного ВВ, кДж/кг;

ρ, $\rho_э$- плотность заряда принятого и эталонного ВВ, кг/м^3.

В качестве эталонного ВВ принят аммонит № 6ЖВ.

Коэффициент зажима породы при одной обнаженной поверхности в забоях горизонтальных и наклонных выработок определяется из выражения

$$\nu = \frac{6{,}5}{\sqrt{S_{\text{вч}}}} \qquad (16.7)$$

где $S_{\text{вч}}$ – площадь поперечного сечения вчерне, м^2.

При двух обнаженных поверхностях коэффициент зажима принимается в пределах $v = 1{,}1 \div 1{,}4$ (меньшие значения – для больших сечений выработок.

5. *Количество шпуров на забой* определяют по формуле проф. Н.М. Покровского (16.8) или формуле СНиП (16.10)

$$N = \frac{qS_{\text{вч}}}{\gamma}, \qquad (16.8)$$

где q – удельный заряд ВВ, кг/м^3;

$S_{\text{вч}}$ – площадь поперечного сечения выработки вчерне, м^2;

γ – весовое количество ВВ (вместимость), приходящееся на 1 м шпура, кг/м.

$$\gamma = \frac{3{,}14 d^2 \rho \alpha}{4}, \qquad (16.9)$$

где d – диаметр заряда (патрона ВВ или шпура), м;

ρ – плотность ВВ в заряде, кг/м^3;

α – коэффициент заполнения шпуров.

$$N = 12{,}7 \frac{qS}{\gamma d^2 \rho}, \qquad (16.10)$$

где q – удельный заряд ВВ, кг/м^3;

S – площадь сечения выработки вчерне, м^2;

d – диаметр заряда (патрона ВВ или шпура), см;

ρ – плотность ВВ в заряде, г/см^3;

γ – коэффициент заполнения шпуров ВВ.

При ручном заряжании без уплотнения ВВ в шпуре используется параметр «диаметр патрона», а параметр «диаметр шпура» – при уплотнении патронов вручную с разрезанием оболочки или при механизированном заряжании.

При разрезании оболочки патронов плотность ВВ в шпуре принимается равной 0,9 от плотности ВВ в патроне. При механизированном заряжании шпуров гранулированными ВВ плотность ВВ в шпуре составляет 1150–1200 кг/м^3 (1,15–1,2 г/см^3).

Коэффициент заполнения шпуров в выработках шахт, не опасных по взрыву газа или пыли, проходимых в крепких породах, принимается максимальным (0,7–0,9).

В выработках шахт, опасных по газу или пыли и в породах с f = 2– 8 коэффициент заполнения принимается 0,35–0,55; в более крепких породах – 0,5–0,6. При этом при ведении взрывных работ на угольных шахтах, опасных по взрыву или газу, величина забойки должна быть не менее 0,5 м.

Во всех случаях с увеличением длины шпуров коэффициент заполнения шпуров увеличивается.

При применении прямых врубов количество шпуров определяется по формуле

$$N = N_{âð} + \frac{q\left(S_{â÷} - S_{âð}\right)}{\gamma}, \qquad (16.11)$$

где $N_{вр}$ – количество врубовых шпуров (определяется построением);

$S_{вр}$ – площадь поперечного сечения прямого вруба, м^2.

При контурном взрывании число оконтуривающих шпуров необходимо увеличивать. При этом параметры зарядов в оконтуривающих шпурах (удельный заряд, расстояние между шпурами и др.) рассчитываются по специальным методикам.

Полученное по формулам (16.4), (16.6), (16.7) количество шпуров является ориентировочным и может быть изменено при необходимости на 10-15 %. Окончательно число шпуров принимается после вычерчивания схемы расположения шпуров в сечении выработки (рекомендуемый масштаб М 1:50-1:20).

При вычерчивании схемы расположения шпуров среднее расстояние между рядами вспомогательных шпуров, между вспомогательными и оконтуривающими и между шпурами в рядах должно быть примерно одинаковым по справочным данным или по эмпирическим формулам. В крепких скальных породах эти расстояния составляют 450–700 мм.

6. *Количество ВВ (кг) на цикл*:

$$Q = qS_{â÷}l_{øï} \ , \qquad (16.12)$$

7. *Средняя величина заряда (кг) на один шпур*:

$$q_{ñð}^{'} = \frac{Q}{N} \ . \qquad (16.13)$$

При распределении ВВ по шпурам величину заряда во врубовые шпуры следует принимать на 10-20 % больше средней величины $q_{ñð}^{'}$, кг:

$$q_{ñð}^{*} = (1{,}1 - 1{,}2)q_{ñð}^{'} \qquad (16.14)$$

В оконтуривающие шпуры, кроме почвенных, при любых типах врубов величину заряда следует уменьшать на 10-20 % по сравнению со средней величиной $q'_{\text{ñð}}$, кг:

$$q^*_{\text{îê}} = (0{,}8 - 0{,}9) q'_{\text{ñð}} \ . \qquad (16.15)$$

Обычно в практике взрывных работ величина заряда во вспомогательных шпурах принимается равной величине заряда в оконтуривающих шпурах и соответствует $q'_{\text{ñð}}$:

$$q^*_{\text{âñï}} = q^*_{\text{îê}} = q'_{\text{ñð}}. \qquad (16.16)$$

Полученные величины зарядов во врубовых, вспомогательных и оконтуривающих шпурах при ручном заряжании принимают кратными массе патронов ВВ.

При механизированном заряжании заряд ВВ в шпуре состоит из патрона-боевика (0,2 или 0,25 кг) и собственно заряда гранулированного ВВ, масса которого принимается кратной 0,1 кг.

После определения величин зарядов ВВ в шпурах каждой группы следует проверить возможность размещения их в шпурах, учитывая длину и массу патронов, а также линейную плотность заряжания при применении гранулированных ВВ.

8. *Фактический расход ВВ (кг) на цикл*:

$$Q_{\text{ô}} = \sum q^*_{\text{âð}} + \sum q^*_{\text{âñï}} + \sum q^*_{\text{îê}} \ . \qquad (16.17)$$

Далее определяются удельные показатели (фактический удельный расход ВВ, удельный расход СИ, удельный расход бурения на 1 м^3 отбитой горной массы в целике, на 1 погонный метр выработки), характеризующие эффективность БВР.

16.3. Паспорт буровзрывных работ

На основании выполненных расчетов составляется паспорт буровзрывных работ, который включает в себя: характеристику выработки; характеристику пород; схему расположения шпуров в трёх проекциях; наименования ВМ; способ взрывания; данные о способе заряжания, числе шпуров, их глубине и диаметре, массе и конструкции зарядов, последовательности и количестве приёмов взрывания зарядов, материале забойки и её длине, длинах зажигательных и контрольных трубок (контрольного отрезка), длинах ударно-волновых трубок систем неэлектрического взрывания; схему монтажа взрывной (электровзрывной) сети с указанием длины

(сопротивления), замедлений, схемы и времени проветривания забоя, а также основные показатели БВР (табл. 16.2)

Таблица 16.2

Основные показатели буровзрывных работ

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Количество
1	Коэффициент использования шпуров	-	
2	Подвигиние забоя за взрыв	-	
3	Объём горной массы за взрыв	$м^3$	
4	Количество шпуров на цикл	шт.	
5	Количество шпурометров на цикл	м	
6	Количество шпурометров на 1 погонный метр выработки	м шп./м	
7	Количество шпурометров на 1 $м^3$ взорванной породы	м шп./$м^3$	
8	Расход ВВ на цикл	кг	
9	Расход ВВ на 1 м выработки	кг/м	
10	Расход ВВ на 1 $м^3$ взорванной породы	кг/$м^3$	
11	Расход средств инициирования на цикл: КД, (ЭД, СИНВ-Ш) огнепроводного шнура ЗП-Б детонирующего шнура	 шт. м шт. м	
12	Расход средств инициирования на 1 м выработки: КД, (ЭД, СИНВ-Ш) огнепроводного шнура ЗП-Б детонирующего шнура	 шт./м м/м шт./м м/м	

Дополнительно указывается величина радиуса опасной зоны, места укрытий взрывника и рабочих, установки постов охраны и предупредительных знаков.

В шахтах, опасных по взрыву газа или пыли, в паспорте должны быть указаны количество и схема расположения специальных средств по предотвращению взрывов газа (пыли), а также режим взрывных работ.

Паспорт БВР составляет начальник (заместитель) горного участка и утверждает технический руководитель организации (гл. инженер) с учётом результатов не менее трёх опытных взрываний. По разрешению руководителя предприятия (шахты, рудника) допускается вместо опытных взрываний использовать результаты взрывов, проведённых в аналогичных условиях.

Контрольные вопросы

1. Какие задачи ставятся перед буровзрывными работами при проведении подземных горных выработок?
2. Каким образом с помощью коэффициента использования шпуров оценивается эффективность БВР ?
3. Как определяется коэффициент излишка сечения ?
4. Какими факторами определяется выбор ВМ при проходке подземных горных выработок?
5. От чего зависит удельный расход ВВ проходке подземных горных выработок?
6. Что в себя включает паспорт БВР?

Лекция 17

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Совершенствование буровзрывных работ, прежде всего, связано с внедрением в практику проведения горных выработок современных высокопроизводительных технических средств бурения шпуров, новых типов ВВ и средств инициирования, зарядного оборудования, различных приборов и приспособлений. Целью совершенствования БВР являются повышение скорости проведения горных выработок, увеличение производительности труда, снижение стоимости проходческих работ, создание безопасных условий труда. На базе современного оборудования разрабатываются и внедряются новые технологии. Среди перспективных направлений можно выделить следующие:

1. Увеличение длины заходки при проведении горных выработок за счет применения прямых врубов.
2. Применение механизированного заряжания шпуров на проходческих работах.
3. Замена электроогневого взрывания в шахтах, не опасных по газу или пыли, на электрический и системы неэлектрического взрывания.
4. Применение контурного взрывания.
5. Применение метода скважинной отбойки при проходке восстающих и сооружении вертикальных стволов шахт.

17.1. Увеличение длины заходки

Увеличение длины заходки при проведении горизонтальных выработок с 1,5-2 до 3-5 м позволяет в полной мере использовать возможности современной буровой техники. Бурильные установки, оснащенные мощными гидравлическими перфораторами, обеспечивают бурение шпуров в крепких скальных

породах со скоростью 2-4 м в минуту на длину до 4-5 м. Производительность труда при бурении шпуров примерно в 10 раз выше, чем при использовании ручных перфораторов. Увеличение длины заходки повышает эффективность проходческих работ за счет снижения доли подготовительно-заключительных операций цикла и позволяет в соответствующих горно-геологических условиях обеспечить месячную скорость проходки до 200-250 м и более, что превышает нормативы СНиП в 2-3 раза. Из-за ограниченных размеров поперечных сечений горных выработок единственным способом, обеспечивающим увеличение длины шпуров, является применение прямых врубов.

При проектировании прямых врубов следует соблюдать следующие требования:

- размеры буровой компенсационной полости (полостей) должны обеспечивать размещение (компенсацию) разрушенной взрывом врубовых шпуров породы без запрессовки;
- располагать врубовые шпуры с учетом компенсации отклонений их от проектного положения при бурении на заданной глубине;
- избегать чрезмерной концентрации ВВ во врубовых шпурах для предотвращения запрессовки;
- интервалы между взрывами врубовых шпуров в процессе образования врубовой полости должны быть достаточны для разрушения породы и выброса ее из врубовой полости (следует избегать применения интервалов менее 100 мс);
- применять донный заряд выброса на начальной стадии формирования врубовой полости.

17.2. Применение механизированного заряжания шпуров

Применение механизированного заряжания шпуров позволяет использовать более дешевые (в два – три раза по сравнению с патронированными), аналогичные по мощности гранулированные ВВ.

За счет повышения плотности заряжания до 1150-1200 кг/м^3 и заполнения всего сечения шпура вместимость 1 м шпура увеличивается до 1,5 раз. Это обстоятельство позволяет раздвинуть сетку расположения шпуров и уменьшить их количество на забой.

В итоге снижается стоимость буровзрывной составляющей проходческих работ и увеличивается скорость проведения выработок.

17.3. Применение электрического инициирования и систем неэлектрического взрывания

Применение электрического инициирования и систем неэлектрического взрывания вместо электроогневого взрывания повышает безопасность взрывных работ и увеличивает их эффективность за счет управления взаимодействием смежных зарядов ВВ.

Применение электродетонаторов ЭД-ЗТ пониженной чувствительности к зарядам статического электричества и блуждающим токам (безопасный ток 0,92-1,0 А) позволяет значительно снизить вероятность преждевременного срабатывания электродетонатора.

Системы неэлектрического взрывания с низкоэнергетическими волноводами (СИНВ, Эдилин и др.) в принципе нечувствительны к электрическим импульсам, что значительно безопаснее, чем применение любых электродетонаторов. В то же время они обладают всеми преимуществами электрического способа взрывания: а именно возможностью мгновенного, короткозамедленного и замедленного взрывания любых групп зарядов.

17.4. Контурное взрывание

Контурное взрывание при проведении выработок применяют с целью максимального приближения фактического контура выработки проектному, которое может быть обеспечено:

- за счет точной разметки линии контура выработки при забуривании шпуров и соблюдения заданного направления в процессе их бурения;
- взрывания зарядов оконтуривающих шпуров, при котором обеспечивается ровная поверхность контура выработки и минимальное нарушение законтурного массива.

В общем случае при проведении выработок в крепких породах, в том числе при проведении выработок на шахтах, внешние отбойные шпуры располагают на достаточно большом расстоянии друг от друга и снаряжают полным зарядом. Бризантное действие взрыва распределяется равномерно во все стороны, в том числе и в направлении приконтурного слоя, что приводит к значительному трещинообразованию в приконтурном массиве и последующим вывалам пород.

Контурное взрывание позволяет за счет сохранения несущей способности массива горных пород при благоприятных горно-геологических условиях отказаться от крепления или использовать облегченные типы крепи. В случае применения монолитной бетонной крепи значительно, в 2-3 раза, уменьшается расход бетона. Кроме того, исключаются затраты на уборку излишней отбитой породы.

Технология контурного взрывания направлена на то, чтобы за счет специально подобранных конструкций зарядов и степеней замедления, параметров расположения шпуров обеспечить как можно более ровный контур выработки с минимальными отклонениями. При этом соответствующая методика ведения работ или вспомогательные мероприятия способствуют сохранению сплошности приконтурного массива.

При применении методов контурного взрывания обычно используют два основных принципа снижения интенсивности и продолжительности действия взрыва:

- за счет зарядов ВВ специальных конструкций снижают начальное давления газообразных продуктов взрыва в шпуре;

- за счет оптимизации параметров расположения оконтуривающих шпуров (величин расстояний между оконтуривающими шпурами и ЛНС) уменьшают продолжительность действия взрыва.

В первом случае за счет исключения бризантной составляющей взрыва уменьшается зона развития радиальных трещин, образующихся вокруг заряда на первой стадии работы взрыва.

Во втором – уменьшается продолжительность действия газообразных продуктов в трещинах, образующихся в законтурном массиве под действием ударной волны.

В обоих случаях достигается уменьшение зоны трещинообразования в законтурном массиве.

Для снижения начального давления в шпуре применяют различные конструкции зарядов (рис. 17.1, 17.2).

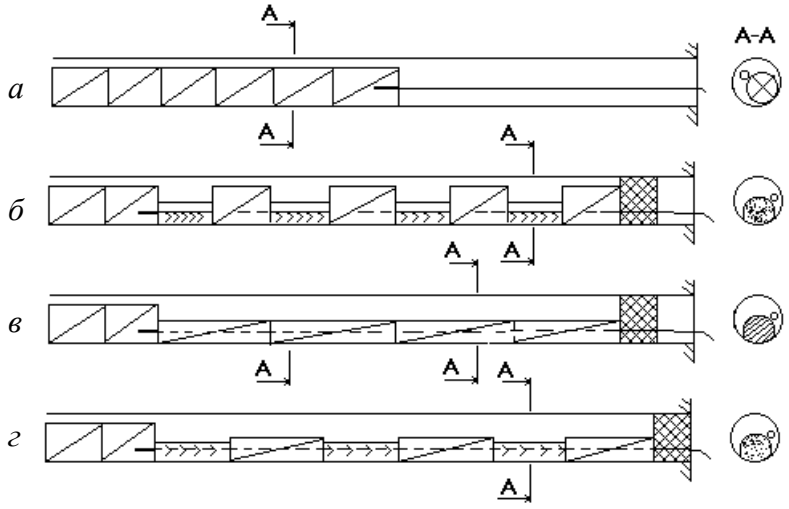


Рис. 17.1. Схемы конструкций зарядов при использовании патронированных ВВ:
а – заряды нормального диаметра; *б* – заряды нормального диаметра с использованием воздушных промежутков; *в*, *г* – заряды уменьшенного диаметра

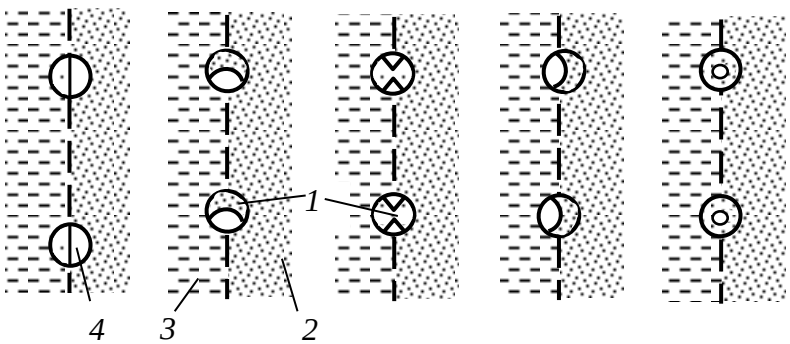


Рис. 17.2. Конструкции зарядов при использовании гранулированных ВВ с защитой законтурного массива:
1 – ВВ; *2* – законтурный массив; *3* – предконтурный массив; *4* – воздушная полость.

Формирование воздушных полостей различной формы производится в процессе заряжания шпуров с помощью сопел-насадок специальных конструкций на зарядные шланги.

Наиболее эффективно и целесообразно применение зарядов, специально предназначенных для контурного взрывания, например, из патронов типа ЗКВК (аммонит № 6 ЖВ) диаметром 26 мм, длиной 360 мм и массой 180 г в полиэтиленовых оболочках. Эти патроны имеют соединительные муфты с лепестками, позволяющими стыковать их и центрировать по оси шпура с созданием воздушного промежутка между патронами и стенками шпура (рис.17.3).

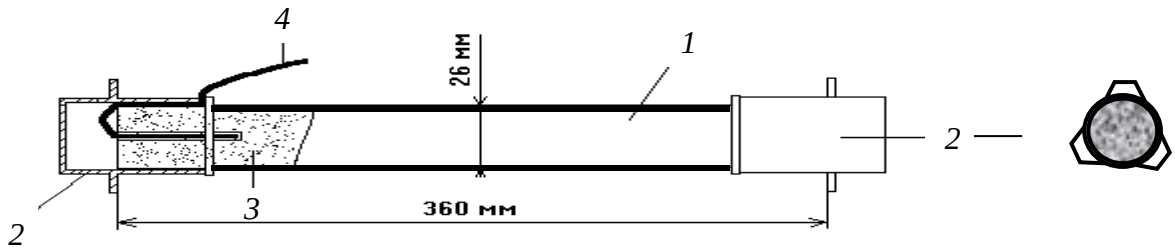


Рис.17.3. Патрон ЗКВК:
1 – оболочка; *2* – соединительные муфты; *3* – ВВ; *4* – ДШ.

Существуют следующие методы оконтуривания горной выработки:

1. Предварительное оконтуривание или предварительное щелеобразование.
2. Последующее оконтуривание.

Условия работы зарядов при обоих методах резко различны: при предварительном оконтуривании заряды работают в зажиме, при последующем - в условиях наличия большой дополнительной поверхности обнажения, в сторону которого отбивается горная порода.

При предварительном щелеобразовании первыми одновременно инициируют заряды в оконтуривающих шпурах (скважинах). В результате по контуру выработки образуется отрезная щель, которая экранирует законтурный массив от действия взрыва основных зарядов рыхления. Этот способ получил наибольшее распространение при взрывании на поверхности и сооружении выработок большого поперечного сечения при разработке нижней части уступным забоем. При проходке горизонтальных выработок предварительное щелеобразование применяют сравнительно редко, так как это требует значительного увеличения количества оконтуривающих шпуров, что целесообразно при соответствующем технико-экономическом обосновании.

Для получения сплошной щели по контуру выработки применяют два варианта метода (рис. 17.4).



Рис. 17.4. Варианты метода предварительного щелеобразования:
а - без использования холостых шпуров; *б* - с использованием холостых шпуров

Параметры зарядов ВВ в шпурах и расстояния между шпурами выбирают с расчетом образования сплошной щели при минимальном нарушении законтурного массива. При этом исходят из двух условий:

1. Начальное давление газообразных продуктов взрыва на стенки шпура $P_н$ не должно превышать предела прочности горной породы на сжатие при динамическом нагружении. С этой целью подбирается соответствующая конструкция заряда ВВ при принятом диаметре шпура (см. рис. 17.1, 17.2).

2. Величина растягивающих напряжений T, возникающих в результате совместного действия волн сжатия от взрыва зарядов в смежных шпурах по линии, соединяющей оконтуривающие шпуры, должна превышать предел прочности горных пород при растяжении $R_р$. Этот фактор определяет расстояние между оконтуривающими шпурами, при котором по контуру образуется сплошная щель для принятой конструкции заряда (рис. 17.5).

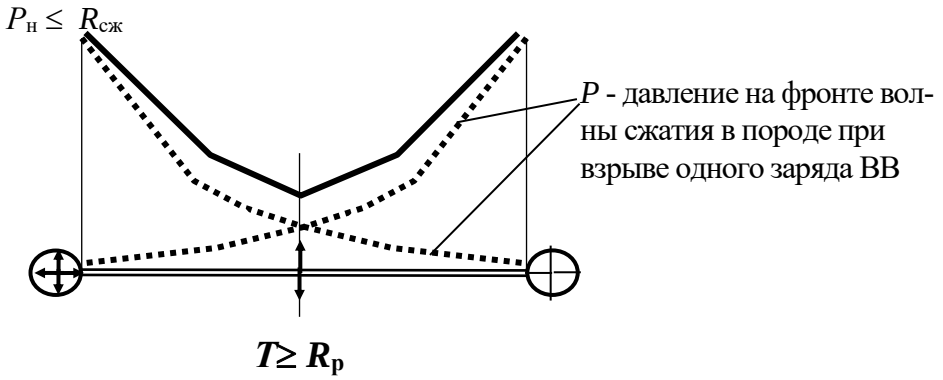


Рис. 17.5. Схема образования щели

При применении метода последующего оконтуривания оконтуривающие шпуры взрывают в последнюю очередь. По сравнению с обычным взрыванием выполняется ряд требований:

- тщательная разметка шпуров на линии контура;
- уменьшение расстояний между оконтуривающими шпурами;
- уменьшение линейной величины заряда в шпурах в 1,5 – 3 раза;
- уменьшение величины ЛНС для оконтуривающих шпуров;
- одновременное инициирование оконтуривающих шпуров.

Последнее условие в полной мере обычно не выполняется, так как для взрывания оконтуривающих шпуров применяют электродетонаторы (детонаторы систем неэлектрического взрывания) поздних степеней замедлений, имеющих значительный разброс по времени срабатывания. Поэтому с целью одновременности инициирования оконтуривающих шпуров используют вариант метода предварительного оконтуривания, представленный на рис. 17.6.

Проходка выработки ведется уступным забоем: приконтурный слой отстает от центрального передового забоя на одну заходку. Заряжание и взрывание шпуров выполняют в один прием. Первыми мгновенно через общую магистральную сеть ДШ взрывают шпуры отстающего приконтур-

ного слоя, затем с замедлениями – шпуры в опережающем забое. В оконтуривающих шпурах размещают минимальные по величине заряды (0,2÷0,4 кг/м), что позволяет значительно уменьшить разрушающее действие взрыва на законтурный массив.

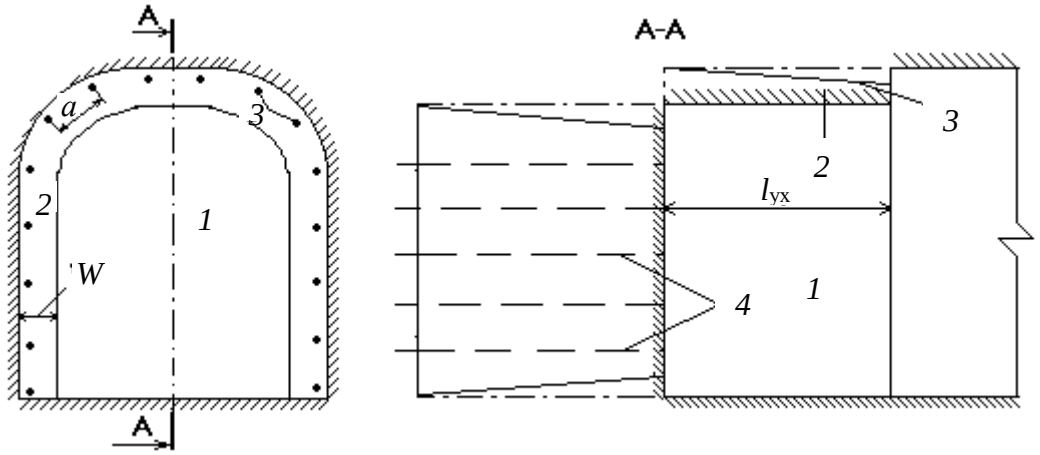


Рис. 17.6. Принципиальная схема последующего оконтуривания горной выработки продольными шпурами:
1 – центральная часть забоя; *2* – слой породы, отбиваемый оконтуривающими шпурами; *3* – оконтуривающие шпуры; *4* – врубовые и отбойные (внутренние) шпуры; *а* – расстояние между оконтуривающими шпурами; *W* – ЛНС; $l_{ух}$ – подвигание забоя за одну заходку

Эффективность контурного взрывания после взрыва может оцениваться визуально по наличию следов шпуров на контуре выработки.

Так, например, согласно СНиП 32-04-97 «Тоннели железнодорожные и автодорожные», критерием эффективности применения контурного взрывания считается «наличие следов шпуров на части обнажившейся поверхности грунта в выработке при контурном взрываний, не менее, 75 %».

17.5. Метод скважинной отбойки породы

Метод скважинной отбойки породы наиболее эффективен при проходке вертикальных восстающих и сооружении вертикальных стволов шахт.

Метод скважинных зарядов с применением секционной отбойки целесообразно использовать при сооружении вертикальных восстающих относительно небольшой длины (до 20-40 м), когда применение комплекса КПВ нерационально, а проходка с переставных полков весьма трудоемка и опасна.

Наиболее распространенные схемы расположения скважин, применяемые при секционной отбойке на плоскость забоя восстающего, приведены на рис. 17.7. Скважины заряжают зарядами с высокой концентрацией энергии, применяя двухстороннюю забойку (рис. 17.8).

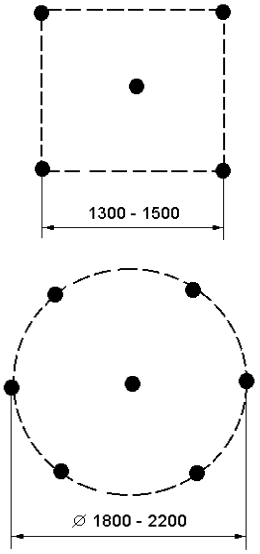


Рис. 17.7. Схемы расположения скважин

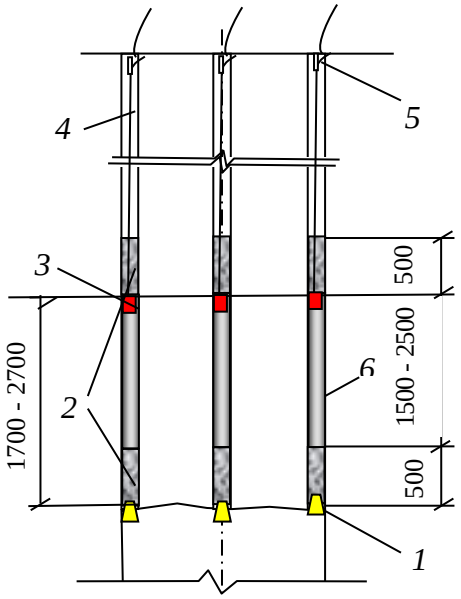


Рис. 17.8. Конструкции зарядов: *1* - пробка; *2* - забойка; *3* – промежуточный детонатор; *4* – детонирующий шнур; *5* – капсюль-детонатор системы СИНВ-Ш; *6* – заряд ВВ.

Центральная скважина выполняет роль вруба и взрывается первой. Практика показала, что при использовании воронкообразующего вруба величина секции составляет 1,5-2,5 м.

Контрольные вопросы

1. Укажите основные пути и цели совершенствования БВР при проведение подземных горных выработок.
2. Каким образом можно добиться увеличения длины заходки?
3. Каковы цели и задачи контурного взрывания ?
4. Опишите два основных метода оконтуривания.
5. Опишите конструкцию зарядов ЗКВК, специально предназначенных для контурного взрывания.

Лекция 18

МЕТОД ШПУРОВЫХ ЗАРЯДОВ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (РУДНЫЕ И УГОЛЬНЫЕ ШАХТЫ)

18.1. Метод шпуровых зарядов при очистных работах на рудных месторождениях

Метод шпуровых зарядов при очистных работах на рудных месторождениях является основным при разработке рудных тел небольшой

мощности (до 6-8 м). Шпуровая отбойка может применяться при разработке мощных залежей в различных системах разработки со слоевым обрушением, с закладкой выработанного пространства.

Шпуры располагают (рис. 18.1):

- при потолкоуступном забое – горизонтально, вертикально или наклонно вверх;

- при почвенноуступном забое – вертикально или наклонно, реже горизонтально.

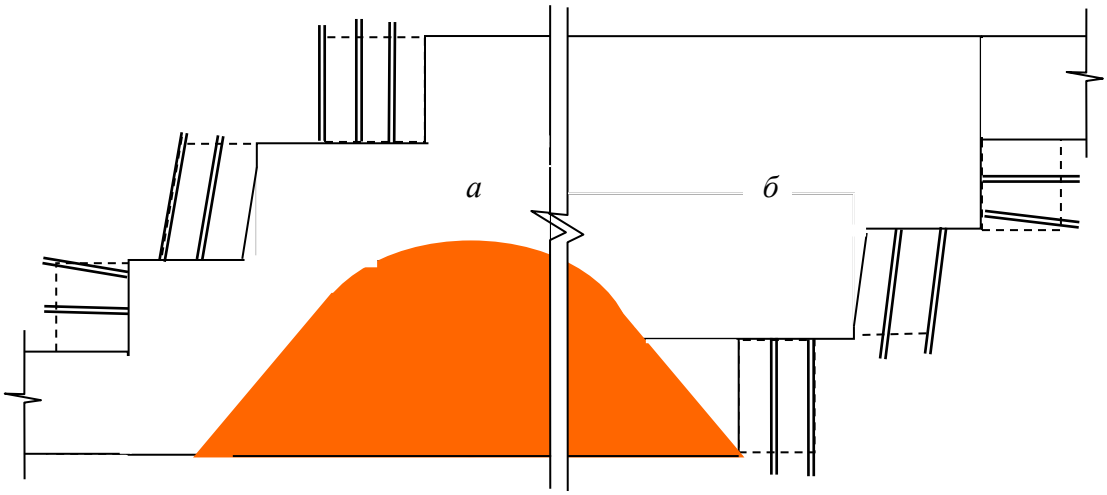


Рис. 18.1. Расположение шпуров при очистной отбойке руды:
а - потолкоуступный забой; *б* - почвенноуступный забой

При использовании шпуровой отбойки мощность разрабатываемого слоя (высота уступа) не превышает 4-5 м.

Глубина шпуров составляет 2-5 м, диаметр шпуров 39-46 мм. В зависимости от мощности рудного тела, угла падения и принятой системы разработки шпуры бурят ручными, телескопными или колонковыми пневматическими перфораторами, а также самоходными установками, оснащенными несколькими мощными бурильными машинами.

Производительность труда бурильщика составляет от 20 до 200-300 метров шпура в смену.

Длина отбиваемых блоков изменяется от 2 до 15 м при ширине 1,2-9,0 м.

Расчет параметров буровзрывных работ выполняется, исходя объема отбойки и величины удельного расхода ВВ в конкретных горно-геологических условиях.

Величина удельного расхода рассчитывается по эмпирическим формулам, например:

$$q = q_{ý}\mathring{a}k_1k_2k_3, \qquad (18.1)$$

где $q_э$ – эталонный расход ВВ (аммонит № 6ЖВ), принимается по таблице на основании данных практики в зависимости от коэффициента крепости пород и ширины забоя (изменяется от 0,6 – 3,9 кг/м^3);

e – коэффициент относительной работоспособности ВВ;

k_1 – коэффициент, учитывающий условия отбойки (равен 1,0 при отбойке на открытую поверхность параллельную оси шпуров и 1,4-1,6 – перпендикулярную);

k_2 – коэффициент, учитывающий изменение диаметра шпура (заряда) по сравнению с эталонным 0,042 мм: $k_3 = (d/0{,}042)^{0,5}$;

k_3 – коэффициент, учитывающий плотность заряжания.

Шпуры заряжают с применением пневмозарядчиков (россыпными гранулированными ВВ) или вручную патронированными ВВ: аммонитом № 6 ЖВ, аммоналом, детонитом М. Для механизированного заряжания используют легкие камерные или эжекторные пневмозарядчики. Применение пневмозаряжания повышает эффективность взрывной отбойки за счет увеличения вместимости шпуров и применения более дешевых ВВ: гранулита-игданита, граммонита 79/21 и др.

Фактический удельный расход на отбойку руды шпуровым методом составляет 0,3-3,0 кг/м^3.

18.2. Метод шпуровых зарядов при очистных работах на угольных месторождениях

Доля взрывная отбойки угля при добыче его подземным способом составляет 5-6 % от общего объема и умеет тенденцию к снижению. Основной объем отбойки осуществляют взрыванием шпуровых зарядов ВВ. Шпуровая отбойка угля производится в очистных забоях – лавах (рис. 18.2).

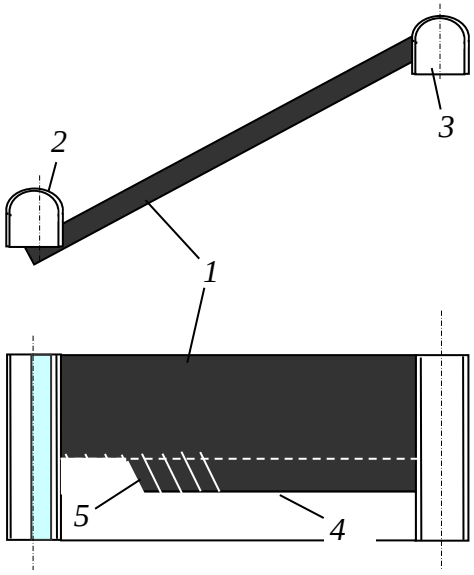


Рис. 18.2. Схема шпуровой отбойки угля в лаве:
1 – угольный пласт; *2* – конвейерный штрек; *3* – вентиляционный штрек;
4 – очистной забой (лава); *5* - шпуры

Основной особенностью взрывных работ в очистных забоях является большое количество шпуров и опасность обрушения кровли. Поэтому одновременное взрывание всех шпуров запрещается и зависит в первую очередь от устойчивости кровли, паспорта крепления и некоторых других организационно-технических факторов.

Применяют две основные схемы расположения зарядов ВВ при отбойке угля шпуровыми зарядами (рис. 18.3).

При отбойке угля в лаве без подрубки шпуры располагают в один, два и более рядов через 0,6-1,0 м по прямоугольной сетке или в шахматном порядке. В горизонтальной плоскости шпуры располагают наклонно к поверхности забоя так, чтобы осуществить частичную погрузку отбитого взрывом угля на скребковый конвейер. Шпуры бурят ручными электросверлами и располагают в рядах по прямоугольной сетке или в шахматном порядке. Минимально допустимое расстояние между смежными шпуровыми зарядами в зависимости от класса применяемых взрывчатых веществ составляет 0,4-0,6 м. В качестве ВВ применяют предохранительные ВВ аммонит ПЖВ-20, аммонит Т-19. Удельный расход ВВ составляет 0,2-0,7 кг/м^3.

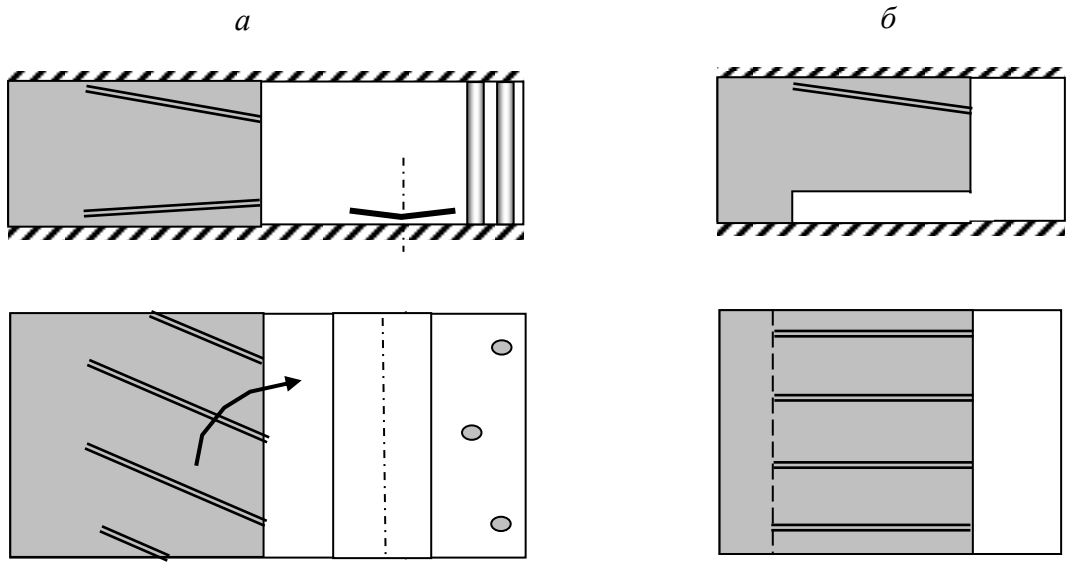


Рис. 18.3. Схемы шпуровой отбойки угля в лаве:
а – отбойка угля без подрубки; *б* – отбойка угля с подрубкой

При отбойке угля в лаве с подрубкой у почвы пласта врубовой машиной создается врубовая щель, создающая дополнительную свободную поверхность. Шпуры располагают в один (при мощности пласта до 1,2 м) или несколько рядов перпендикулярно или наклонно к поверхности забоя лавы. Удельный расход ВВ уменьшается до 0,1-0,4 кг/м^3.

В лавах с комбайновой выемкой угля взрывные работы производят для создания ниш для завода и вывода бара комбайна. Шпуры в целике угля при создании ниши располагают аналогично угольным забоям. В очень крепких углях взрывные работы применяют для предварительного рыхле-

ния перед выемкой их комбайнами. В этом случае глубину шпуров принимают равной длине бара комбайна, а расстояние между шпурами 1,2-2 м. В зависимости от глубины шпуров и крепости угля величина заряда для предварительного рыхления принимается равной 0,3-0,6 кг.

Выбор взрывчатых материалов должен утверждаться руководителем организации в зависимости от степени опасности работ в забое, условий взрывания и необходимости создания предохранительной среды. При взрывной отбойке угля применяют патронированные предохранительные ВВ IV - VI классов (табл. 18.1).

Таблица 18.1

Предохранительные взрывчатые вещества

Наименование ВВ	Класс	Условия применения
Аммонит ПЖВ-20 Аммонит Т-19	IV	По углю и (или) по породе в выработках, опасных по взрыву угольной пыли при отсутствии выделения горючих газов; по углю и (или) по породе в выработках, проводимых по угольному пласту, в которых имеется выделение горючих газов; для сотрясательного взрывания в забоях выработок угольных шахт
Угленит Э6	V	По углю и (или) по породе в выработках с повышенным выделением горючих газов, проводимых по угольному пласту, когда исключен контакт боковой поверхности шпурового заряда с газовоздушной смесью, находящейся либо в пересекающих шпуры трещинах массива горных пород, либо в выработке
Угленит 12ЦБ-2М	VI	По углю и (или) по породе в выработках с повышенным выделением горючих газов, проводимых по угольному пласту, когда возможен контакт боковой поверхности шпурового заряда с газовоздушной смесью, находящейся либо в пересекающих шпуры трещинах массива горных пород, либо в выработке; в угольных и смешанных забоях восстающих (более 10°) выработок, в которых выделяется горючий газ, при длине выработки более 20 м и проведении их без предварительно пробуренных скважин, обеспечивающих проветривание за счет общешахтной депрессии
Ионит	VII	Специальные виды взрывных работ: водораспыление и распыление порошкообразных ингибиторов, взрывное перебивание деревянных стоек при посадке кровли, ликвидация зависаний массы в углеперепускных выработках, дробление негабарита в забоях выработок, в которых возможно образование взрывоопасной концентрации горючего газа и угольной пыли

В наиболее опасных условиях при наличии выделения метана или угольной пыли: применение открытых зарядов для ликвидации зависаний горной массы в углеперепускных выработках, взрывное перебивание деревянных стоек при посадке кровли в лаве и дробление негабарита наружными зарядами - разрешается применять только предохранительные ВВ VII класса.

Взрывание зарядов ВВ производится электрическим способом. В забоях выработок, где имеется газовыделение или взрывчатая угольная пыль, разрешается применять только предохранительные электродетонаторы мгновенного и короткозамедленного действия и искробезопасные взрывные приборы.

Максимальное время замедления с учетом разброса по времени срабатывания не должно превышать при применении взрывчатых веществ IV класса – 220 мс, V и VI классов – 320 мс.

В забоях выработок, в которых имеется газовыделение или взрывчатая угольная пыль (кроме бутовых штреков с подрывкой кровли), разрешается применять электродетонаторы короткозамедленного действия с интервалом замедления не более 60 мс (по номиналу). В бутовых штреках с подрывкой кровли разрешается применять только электродетонаторы мгновенного действия.

Заряжание и взрывание зарядов каждого цикла, в том числе и при раздельном взрывании по углю и породе, допускается только после проветривания забоя, замера содержания метана, уборки взорванного угля, проведения мероприятий по пылевзрывозащите забоя и прилегающих к нему выработок на расстоянии не менее 20 м. Во всех случаях глубина заходки по углю должна быть не более 2 м.

В очистных забоях на пластах, опасных по газу или пыли, кроме опасных по внезапным выбросам, разрешается разделять очистной забой по длине на участки, взрываемые раздельно. Заряжание и взрывание зарядов на каждом участке допускается после взрыва зарядов на предыдущем участке, уборки отбитого угля, крепления забоя и принятия мер по предупреждению взрывов газа и угольной пыли (водовоздушные, порошковые завесы и др.).

При ведении взрывных работ на угольных шахтах, опасных по газу или пыли, перед каждым заряжанием шпуров, их взрыванием и при осмотре забоя после взрывания мастер-взрывник обязан проводить замер концентрации метана по всему сечению забоя, особенно в верхней его части.

Запрещается выполнять взрывные работы при содержании метана 1 % и более в забоях и примыкающих выработках на протяжении 20 м от них, а также в месте укрытия мастера-взрывника. Замер концентраций метана в месте укрытия мастера-взрывника должен проводиться перед каждым подключением электровзрывной сети к взрывному прибору.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте схемы расположения шпуров при очистных работах на рудных месторождениях (потолкоуступный и почвоуступный забои).

2. Опишите схемы расположения шпуров при очистных работах на угольных месторождениях.

3. Какие ВВ применяются при взрывных работах на угольных месторождениях?

Лекция 19

МЕТОД СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Применение скважинной отбойки по сравнению со шпуровой отбойкой в несколько раз повышает технико-экономические показатели. Метод скважинной отбойки применяют при отработке рудных залежей мощностью 6-8 м и более.

По сравнению со шпуровой отбойкой использование скважинной отбойки имеет следующие достоинства:

- производительность труда по отбойке увеличивается в 2 – 3 раза;
- повышается безопасность работ;
- возможность отработки руды невысокой крепости без закладки и крепления;
- снижается запыленность.

К недостаткам относятся:

- худшее дробление, сопровождающееся выходом негабарита, снижающего производительность труда при выпуске и погрузке горной массы;
- большое разубоживание.

Руда отбивается скважинами, которые располагают параллельно поверхности массива, на которую производится отбойка. Отработку рудных месторождений выполняют очистными блоками, на которые разделяют рудные тела. Блоки представляют собой, как правило, параллелепипеды различных форм и размеров, которые отделяются друг от друга в горизонтальной плоскости - целиками, в вертикальной - потолочинами (рис. 19.1).

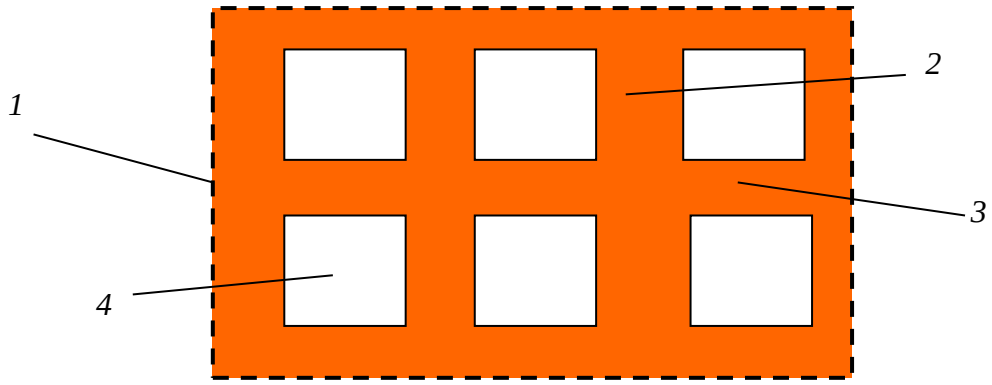


Рис. 19.1. Разработка мощной залежи с применением очистных камер:
1 – рудное тело; *2* – междукамерный целик; *3* – потолочина; *4* - очистная камера (блок).

При различных системах разработки после отбойки руды в блоках целики и потолочины могут оставляться, обрушаться или отрабатываться после закладки отработанных камер (блоков).

Скважинную отбойку руды в зависимости от положения обнаженной плоскости очистного забоя ведут вертикальными, горизонтальными или наклонными слоями (рис. 19.2).

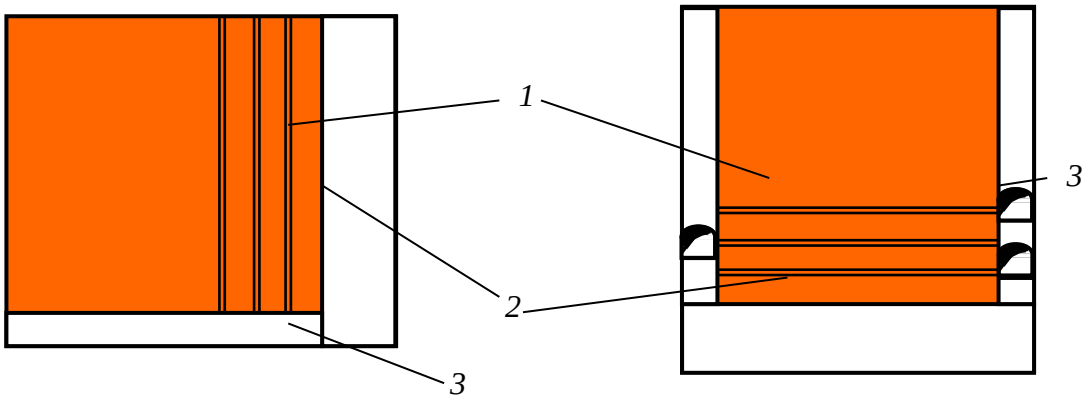


Рис. 19.2. Отбойка вертикальными и горизонтальными слоями:
1 – ряды скважин; *2* – плоскость отбойки; *3* – буровые выработки;

Выбор угла наклона может зависеть от преобладающей ориентации трещин рудного массива и принятой системы разработки. При большом расстоянии между трещинами скважины располагают перпендикулярно плоскостям основной системы трещин. В мелкослоистой руде целесообразно располагать скважины параллельно плоскостям господствующей трещиноватости, что позволяет отделять большие объемы руды при удовлетворительном дроблении. В обводненных условиях при применении обычных ВВ рекомендуется использование восходящих скважин. Нисходящие вертикальные и крутонаклонные скважины обычно бурят до выхода в подсечное пространство.

Скважины в плоскости слоя располагают параллельно или веерообразно (рис. 19.3).

Преимущества параллельного расположения скважин:

- меньший объем буровых работ (т.е. больший выход руды с 1 м скважины);
- лучшее качество дробления руды в связи с равномерным распределением ВВ в массиве;
- меньшее отклонение скважин;
- лучшие условия заряжания скважин;
- лучшая сохранность очистного пространства.

Недостатки параллельного расположения скважин:

- больший объем подготовительно-нарезных работ;
- снижение производительности при бурении скважин из-за необходимости перестановки бурового станка.

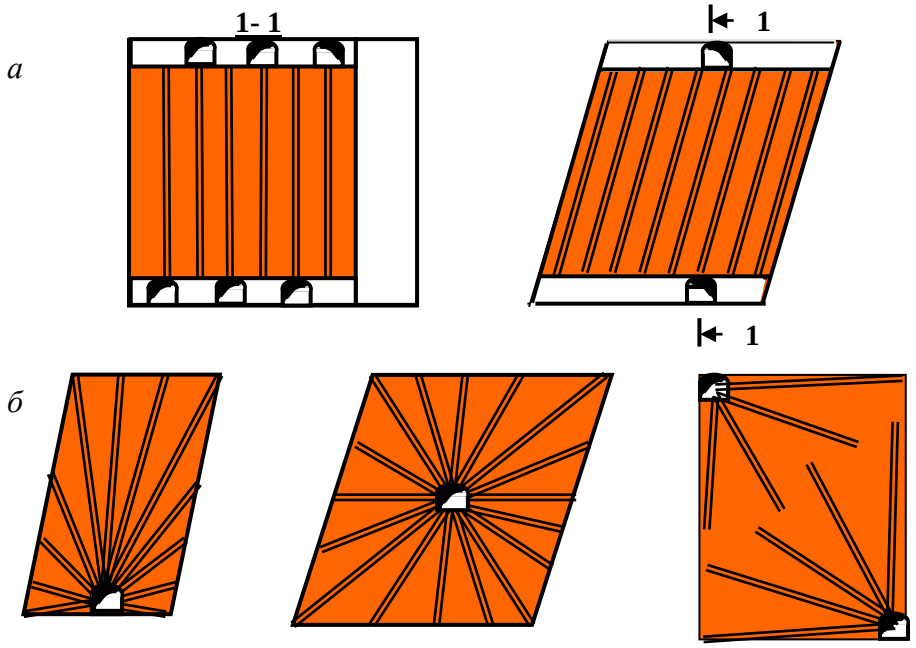


Рис. 19.3. Схемы отбойки с параллельным (*а*) и веерным (*б*) расположением скважин

Преимущества веерного расположения скважин:

- значительное снижение объема подготовительно-нарезных работ;
- значительное увеличение производительности при бурении, так как с одной установки станка обуривается весь веер скважин.

Недостатки веерного расположения скважин:

- существенное (в несколько раз) снижение точности бурения скважин;
- значительное снижение качества дробления горной массы из-за неравномерного распределения ВВ в массиве, которое вследствие увеличения выхода негабарита уменьшает производительность на выпуске руды;
- меньшее полезное использование длины скважин (не используется до 25÷30 % их длины);
- более узкий фронт работ при бурении и заряжании скважин.

Несмотря на недостатки, веерное расположение скважин нашло более широкое применение по сравнению с параллельным.

Различают две схемы отбойки (рис. 19.4):

- отбойка на открытое очистное пространство (*а*);
- отбойка на зажатую среду (*б*).

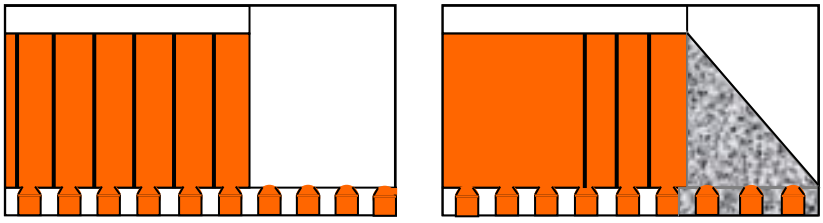


Рис. 19.4. Схемы отбойки руды в блоке

При отбойке на открытое очистное пространство предварительно в очистном блоке в очистном блоке создается компенсационная камера, объем которой принимается из расчета, при взрыве руды в блоке происходит увеличение объема взорванной породы в 1,3–1,4 раза. На рис. 19.5 показана последовательность работ в блоке при образовании вертикальной компенсационной камеры с размещением буровой выработки в нижней части блока и веерным расположением скважин.

Компенсационная камера может закладываться в центральной части блока с целью улучшения качества дробления руды: слои с противоположных сторон очистного пространства взрывают попарно. В результате происходит дополнительное дробление соударяющихся кусков руды.

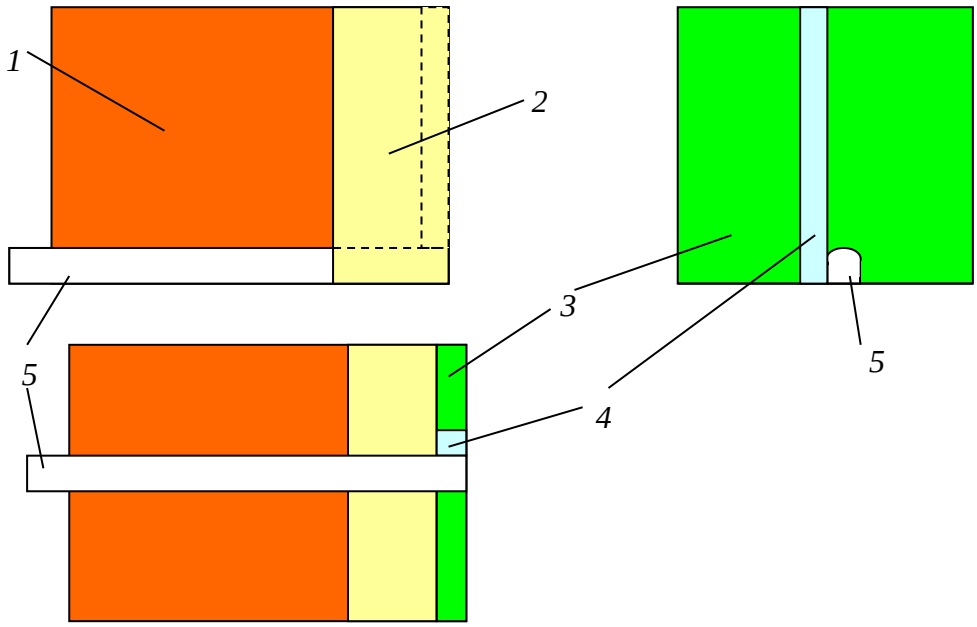


Рис. 19.5. Последовательность отработки блока:
1 - очистной блок; *2* – компенсационное пространство; *3* – отрезная щель;
4 – разрезной восстающий; *5* – буровая выработка

Отбойка руды в зажиме производится на отбитую руду или обрушенные пустые породы (зажимающий материал). Перед взрывом свободного пространства в блоке, не заполненного отбитой рудой или обрушенной породой, может не быть совсем или оно составляет не более 10-20 % от взрываемого объема. Поэтому увеличение объема взорванной породы происходит за счет уплотнения зажимающего материала. Взрывание скважин – порядное, короткозамедленное. За один прием взрывают не более 4–5 рядов скважин. В мощных залежах крепких руд толщина отбиваемого слоя составляет 15–18 м, при склонности руды к слеживанию толщина секции уменьшается до 8–12 м.

В сильнослеживающихся рудах отбойка на зажатую среду не применяется.

ЛНС первого ряда скважин обычно несколько увеличивают (в слабых рудах в 1,3–1,5 раза) для исключения их разрушения предшествующим взрывом. В то же время число скважин в ряду увеличивают, чтобы дробление массива и уплотнение зажимающего материала были обеспечены. Интервал КЗВ принимают примерно в 1,5 раза больше по сравнению с обычным способом взрывания для увеличения продолжительности действия взрыва и чтобы успел образоваться просвет между массивом и отбитой рудой.

После взрыва часть отбитой руды (до 20 %) выпускают, чтобы создать ее разрыхление. Этот способ применяется при разработке мощных и средней мощности залежей с любым углом падения в крепких и средней крепости рудах.

Преимущества способа отбойки на зажатую среду:

- снижается выход негабарита в 1,5–2 раза и интенсифицируется выпуск руды из блока;
- повышается устойчивость массива блока, поскольку отсутствует открытое компенсационное пространство;
- возможность выпуска руды непосредственно в буровую выработку (торцовый выпуск), что исключает необходимость проведения и поддержания выпускных выработок.

Недостатки способа отбойки на зажатую среду:

- затруднение при выпуске первых доз руды;
- выброс руды в буровые выработки.

Бурение взрывных скважин осуществляют буровыми станками, оснащенными мощными тяжелыми перфораторами (диаметр 60–85 мм). Легкие буровые станки устанавливаются на распорных колонках и бурят скважины глубиной до 10-12 м. Буровые станки ПБУ-70 на пневмоколесном ходу предназначены для обуривания полного веера скважин диаметром 70 мм на глубину до 30 м.

Зарубежные производители: Тамрок (Финляндия), Атлас Копко (Швеция) – выпускают широкий спектр (каждая - свыше 10 моделей) буровых станков серий «Solo» и «Simba» для бурения взрывных скважин. Высокопроизводительные буровые установки (рис. 19.6) на пневмоколесном шасси с мощными гидравлическими перфораторами предназначены для бурения в крепких скальных породах скважин любого направления диаметром 51–165 мм на глубину 45–55 м.

В отечественной практике в горнорудной промышленности широкое распространение получил станок пневмоударного бурения на распорной винтовой колонке НКР-100 М. Станок предназначен для бурения скважин (полный веер) диаметром 105 (85) мм глубиной до 50 м.

Около 75 % от общего объема скважинной отбойки производится скважинами диаметром 105–125 мм. Доля отбойки руд скважинами диаметром более 150 мм составляет несколько процентов и предопределяет применение станков шарошечного бурения, увеличение сечения буровых выработок и размера кондиционного куска до 1200 мм и более.

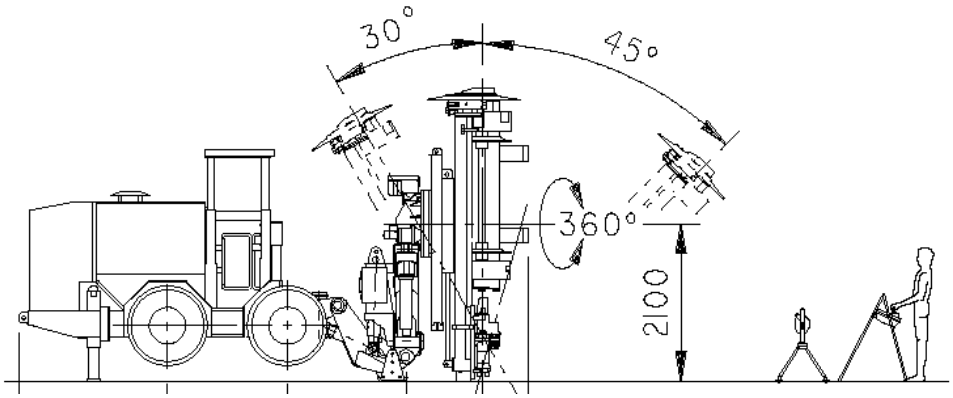


Рис. 19.6. Буровой станок для бурения взрывных скважин

Заряжание скважин производится обычно гранулированными ВВ с применением пневмозарядчиков. Наибольшее распространение получил граммонит 79/21. При заряжании сухих скважин в породах средней крепости и ниже возможно использование гранулита-игданита. При взрывании обводненных скважин в крепких породах и рудах целесообразно применение гранулита АС-4В, АС-8В, а также использование полиэтиленовых рукавов. При ручном заряжании нисходящих скважин применяют аммонит № 6ЖВ в патронах в полиэтиленовой оболочке диаметром 90, 60 мм.

Инициирование зарядов выполняют электрическим способом или с применением систем неэлектрического взрывания. Боевик устанавливают в устье скважины после окончания заряжания всех скважин. Для обеспечения детонации по всей длине заряда в торце скважины устанавливают промежуточный детонатор и вдоль заряда прокладывают детонирующий шнур. Типичная конструкция заряда показана на рис. 19.7.

Взрывание зарядов выполняется короткозамедленно с применением порядной, волновой или клиновой схем монтажа взрывной сети.

Ориентировочные значения основных технико-экономических показателей, характеризующие эффективность взрывной отбойки при минимальном выходе негабарита для скважин диаметром 100 мм приведены в табл. 19.1. Выход негабарита до 1,5 % считается идеальным, 3–5 % - нормальным, а при 10-15 % следует вводить коррективы в параметры буровзрывных работ.

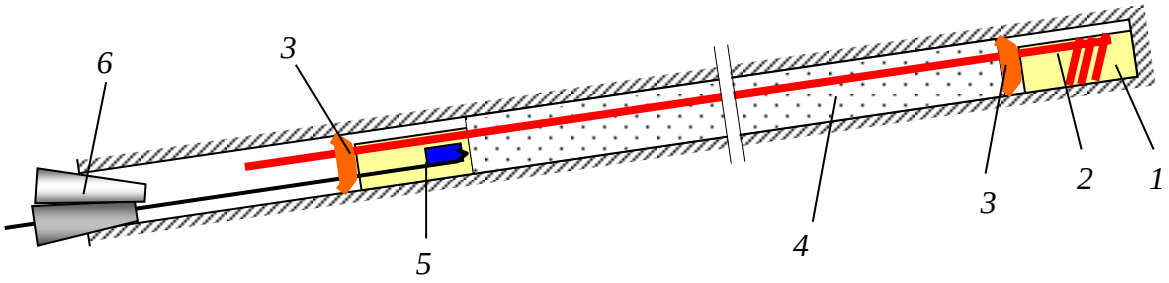


Рис. 19.7. Конструкция скважинного заряда:
1 – промежуточный детонатор (патрон аммонита №6 ЖВ ∅90 мм); *2* – детонирующий шнур (2 нити); *3* – парашют (пыж); *4* – заряд гранулированного ВВ;
5 – боевик; *6* – разрезная деревянная пробка

Таблица 19.1

Показатели скважинной отбойки

Показатели	Коэффициент крепости пород *f*	
	6 - 8	16 - 18
Удельный расход ВВ, кг/м^3	0,5	1,4
Выход руды с 1 м скважины, м^3	15 - 20	4 - 5
Производительность труда на отбойке, м^3/смена	250 - 300	30 - 50

Расчет параметров скважинной отбойки заключается в определении двух основных параметров:

W (ЛНС) – расстояние между рядами скважин;

a – расстояние между скважинами в ряду (при параллельном расположении скважин) или между концами скважин (при веерном расположении скважин).

Диаметр скважин принимается для рудника в целом или отдельных крупных участков. Основными критериями при выборе являются: геометрия и физико-механические свойства залежи и вмещающих пород, принятые сиистемы разработки и буровая техника.

Тип ВВ зависит от крепости, трещиноватости и обводненности пород и руд месторождения.

Выбор типа расположения скважин (веерное или параллельное), направление бурения максимальная глубина скважин, величина перебура, расстояние крайних скважин от линии отбойки и т. п. устанавливают технико-экономическими расчетами и подтверждают опытными данными.

Конструкции зарядов ВВ, оптимальные интервалы замедления и схемы взрывания выбирают на основе практического опыта.

Удельный расход ВВ определяется по формуле

$$q = q_0 e k_{òð} k_{ó} k_d k_{ðàñï} \ , \qquad (19.1)$$

где q_0 – базовый удельный расход, кг/м^3. Данные для скважин диаметром 105 мм в рудах средней трещиноватости с различным коэффициентом крепости при отбойке зарядами эталонного ВВ, расположенными в параллельных скважинах, на одну неограниченную свободную поверхность принимаются по таблице 2.8;

e – коэффициент относительной работоспособности ВВ, определяемый по формуле $\mathring{a} = A_{ýò} / A_{ÂÂ}$,

$A_{эт}$ – идеальная работа взрыва эталонного ВВ (аммонит №6 ЖВ или граммонит 79/21), кДж/кг;

$A_{ВВ}$ – идеальная работа взрыва принятого ВВ, кДж/кг;

$k_{тр}$ – коэффициент, учитывающий трещиноватость массива, определяемый

по формуле $k_{\text{ò}\text{ð}} = \sqrt{a_{\text{ò}\text{ð}} / a_{\text{ê}}}$,

$a_{\text{тр}}$ – среднее расстояние между трещинами;

$d_{\text{к}}$ – размер кондиционного куска;

$k_{\text{у}}$ – коэффициент условий отбойки (на открытое компенсационное пространство – 1; на зажатую среду 1,2 – 1,3);

k_d – коэффициент, учитывающий влияние диаметра заряда ВВ: $k_d = \sqrt{105/d}$;

105 – диаметр скважин (мм) для базового удельного расхода ВВ;

$k_{\text{расп}}$ – коэффициент, учитывающий увеличение удельного расхода ВВ по сравнению с базисными условиями (неограниченная ширина отбиваемого слоя); при веерном расположении скважин $k_{\text{расп}}$ = 1,65 – 1,9; при параллельном расположении $k_{\text{расп}} = 1 + a/M$, где M = ширина забоя (мощность залежи).

Таблица 19.2

Базовый удельный расход

Коэффициент крепости пород, f	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20
Базовый удельный расход, кг/м^3	0,8-0,9	0,9-1,0	1,0-1,1	1,1-1,2	1,2-1,3	1,3-1,4	1,4-1,5

Параметры расположения скважин (W – расстояние между рядами скважин; a – расстояние между скважинами в ряду) определяют по формулам

$$W = d\sqrt{\frac{0{,}785\Delta}{qm}}; \qquad a = mW,$$

где d – диаметр скважины, м;

Δ - плотность ВВ в заряде, кг/м^3;

$m = \frac{a}{W}$ - коэффициент сближения скважин; при m = 0,6 – 1,3 результат взрыва заметно не изменяется, поэтому при веерном расположении скважин стремятся к уменьшению его значения, так как сокращается количество перестановок станка. При параллельном расположении скважин значение m принимают с учетом увеличения расстояния между буровыми выработками и минимального объема буровых выработок.

При веерном расположении скважин дополнительно определяют максимальное расстояние между концами скважин по формулам

$$a_{max} = \frac{(2L_{\text{ñ}\text{ð}} - 3)}{L_{\text{ñ}\text{ð}} + 3} \qquad \text{или} \qquad a_{max} = (1{,}5 - 1{,}7)a,$$

где $L_{ср}$ – средняя глубина скважин (определяется графически).

Окончательно число скважин в ряду определяют графическим построением.

Контрольные вопросы

1. Опишите достоинства и недостатки скважинной отбойки по сравнению со шпуровой.
2. Что такое параллельное и веерное расположение скважин при отбойке?
3. Назовите преимущества и недостатки параллельного расположения скважин.
4. Назовите преимущества и недостатки веерного расположения скважин.
5. В чем отличие отбойки на открытое очистное пространство от отбойки на зажатую среду?
6. Опишите типичную конструкцию скважинного заряда.

Лекция 20

МЕТОД СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ПРИ УСТУПНОЙ ОТБОЙКЕ В КАРЬЕРАХ. ЭЛЕМЕНТЫ УСТУПА И ПАРАМЕТРЫ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ. СХЕМЫ КОРОТКОЗАМЕДЛЕННОГО ВЗРЫВАНИЯ (КЗВ) СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ

20.1. Параметры расположения скважин

При методе скважинных зарядов во взрываемом массиве бурят вертикальные или наклонные скважины диаметром 80-320 мм, глубиной 5-20 м и более. В отдельных случаях для увеличения массы заряда заряжаемую часть скважины расширяют огневым способом до диаметра 400 мм и более.

На уступе скважины можно располагать в один ряд (однорядное взрывание), два и более рядов (многорядное взрывание). При многорядном взрывании скважины на уступе располагают по квадратной или шахматной сетке. Выбор сетки расположения скважин зависит от взрываемости горных пород, конфигурации забоя и т. д.

Расположение скважин на уступах карьеров характеризуют следующими величинами (рис. 20.1):

$H_у$ – высота уступа, м;

$W_п$ – линия сопротивления по подошве (ЛСПП);

a – расстояние между скважинами, м;

b – расстояние между рядами скважин, м;

Z – безопасное расстояние от оси скважины до верхней бровки уступа, м;

$l_{зар}$ – длина заряда, м;

$l_{пер}$ – длина перебура, м;

$l_{заб}$ – длина забойки, м;
$l_{скв}$ – длина (глубина) скважины, м;
α - угол откоса уступа.

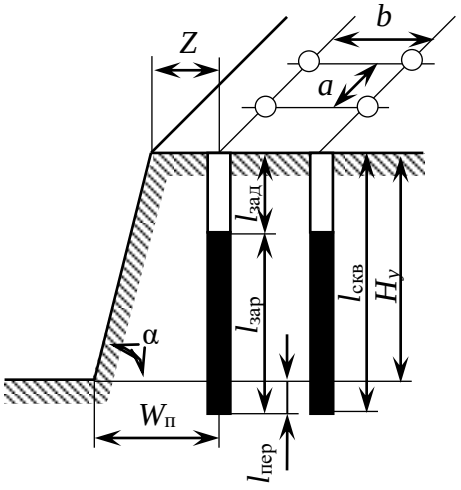


Рис. 20.1. Схема расположения скважин на уступе

20.2. Расчет вертикальных скважинных зарядов

Расчет вертикальных скважинных зарядов, взрываемых в уступе (см. рис. 20.1) ведется в следующем порядке.

Определяется диаметр скважин. Для заданной высоты уступа диаметр скважины d, при котором максимально используется ее объем (скважина заполняется ВВ на 2/3 длины и более), определяется по формуле

$$d = 28 H_у \sqrt{\frac{q_р}{\Delta}}, \qquad (20.1)$$

где d – диаметр скважины, м;
$H_у$ – высота уступа, м;
$q_р$ – расчетный удельный расход ВВ, кг/м^3;
Δ - плотность заряжания, т/м^3.

В зависимости от требуемой степени дробления породы и наличия бурового инструмента диаметр скважины может быть уменьшен.

Определяется величина преодолеваемого сопротивления по подошве уступа (ЛСПП) $W_п$ (см. рис. 20.1) для одиночного скважинного заряда:

$$W_п = \sqrt{\frac{P}{q_р}}, \qquad (20.2)$$

где $W_п$ - преодолеваемое сопротивление по подошве уступа, м;

P – вместимость скважины, кг/м.

$$P = 7{,}85d^2\Delta\,, \tag{20.3}$$

где Δ - плотность заряжания ВВ, кг/дм^3.

Если известна величина фактического удельного расхода ВВ $q_{ср}$ на дробление 1 м^3 породы в уступе для условий нормального рыхления, то $W_п$ может определяться по формуле

$$W_{\text{п}} = 0{,}9\sqrt{\frac{P}{q_{\text{ср}}}}\,. \tag{20.4}$$

Величина $W_п$ может также определяться по формуле

$$W_{\text{п}} = 24d\sqrt{\frac{\Delta}{q_{\text{ср}}}}\,. \tag{20.5}$$

В соответствии с правилами безопасности при бурении первого ряда скважин станок располагается перпендикулярно верхней бровке уступа, за призмой обрушения, но не ближе 2 м от верхней бровки уступа, поэтому минимально допустимая по условиям безопасного расположения бурового станка линия сопротивления по подошве (W_{min}) для вертикальных скважин рассчитывается из соотношения

$$W_{min} = H_{\text{у}}ctg\alpha + Z\,, \tag{20.6}$$

где α – угол откоса рабочего уступа, град;

Z – ширина призмы обрушения, $Z \geq 2$ м.

Величина принимаемой при расчетах линии сопротивления по подошве ($W_п$) должна удовлетворять соотношению

$$W_{min} < W_{\text{п}}\,. \tag{20.7}$$

Если значения $W_{min} > W_п$, это означает, что принятые параметры скважин и характеристики ВВ не обеспечивают проработку подошвы уступа. В этом случае следует изменить диаметр скважины или тип применяемого ВВ или перейти к наклонным скважинам.

Глубина перебура ($l_{пер}$) вычисляется по формулам

$$l_{ïåð} = 0{,}5 q_{ïð} W \qquad (20.8)$$

или

$$l_{ïåð} = (0{,}6 - 0{,}8) d_{çàð}, \qquad (20.9)$$

где $l_{пер}$ – глубина перебура, м;

$d_{зар}$ – диаметр зарядов,м. Меньшее значение $d_{зар}$ принимается для легковзрываемых пород.

Длина забойки ($l_{заб}$) рассчитывается по формуле

$$l_{çàá} = (0{,}6 - 0{,}8) W . \qquad (20.10)$$

Тогда глубина скважины ($l_{скв}$)

$$l_{скв} = H_у + l_{пер}. \qquad (20.11)$$

Допустимая длина колонки заряда при размещении его в скважине:

$$[l_{зар}] = l_{скв} - l_{заб}. \qquad (20.12)$$

Расстояние между скважинами в ряду (a) вычисляется из соотношения

$$a = m W_п, \qquad (20.13)$$

где m – коэффициент сближения скважин (m = 0,8÷1,4). Меньшее значение m принимается для крепких пород.

Масса заряда, который необходимо разместить в скважине, рассчитывается по формуле

$$Q = q_{пр}\, a W_п\, H_у. \qquad (20.14)$$

Необходимая для размещения расчетной массы заряда длина скважины:

$$l_{зар} = \frac{Q}{p}. \qquad (20.15)$$

Если $l_{зар} < [l_{зар}]$, то принимаем длину забойки

$$l_{заб} = l_{скв} - l_{зар}. \quad (20.16)$$

Если $l_{зар} > [l_{зар}]$, то сокращается расстояние между скважинами в ряду и уменьшается величина W так, чтобы весь заряд с учетом забойки необходимой длины полностью разместился в объеме скважины ($l_{зар}$, $[l_{зар}]$). Если это не удается, то увеличивается диаметр скважины.

Расстояние между рядами скважин (b) при короткозамедленном взрывании

$$b = (0{,}9\text{-}0{,}1)W. \quad (20.17)$$

Применение наклонных скважинных зарядов обеспечивает более равномерное дробление породы, чем при вертикальных зарядах. Как правило, наклонные заряды применяют при углах откоса 55-75^0 (рис. 20.2).

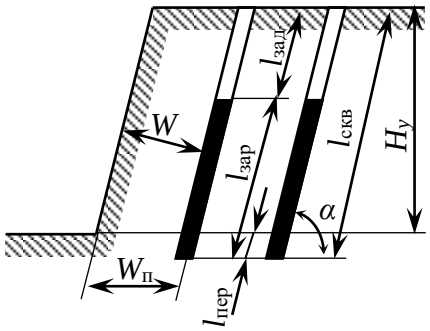


Рис. 20.2. Наклонные скважинные заряды

20.3. Схемы короткозамедленного взрывания (КЗВ) скважинных зарядов

20.3.1. Схемы монтажа взрывных сетей при применении детонирующего шнура

Управление взрывом с целью достижения высокой степени дробления пород, нормальной проработки подошвы уступа, регулирования параметров развала пород и снижения сейсмического действия взрыва обеспечивается правильным размещением в массиве горных пород скважинных зарядов и соответствующей конкретным условиям последовательностью их взрывания.

Заданная последовательность взрывания зарядов достигается применением соответствующих схем их соединения и интервалов замедления. В практике взрывных работ используются различные схемы взрывания: порядные, клиновые, волновые, диагонально-волновые, радиальные и ком-

бинированные, различающиеся последовательностью (очередностью) взрывания отдельных зарядов или их групп, характером и направлением перемещения взорванной породы по отношению к фронту забоя.

При КЗВ с помощью ДШ и пиротехнических замедлителей применяют схемы соединения зарядов, которые должны удовлетворять требованиям:

- обеспечивать надежность передачи детонации по всей сети;
- обеспечивать высокую интенсивность дробления;
- формировать развал породы желаемых геометрических параметров;
- обеспечивать минимальные разрушения в глубь массива;
- создавать минимальный сейсмический эффект воздействия взрыва на окружающие сооружения и объекты.

Для повышения надежности схем применяют резервные магистрали, периферийные линии и кольцевые схемы ДШ, дублирование боевиков в скважинах. Эти способы увеличивают расход ДШ на взрыв и иногда малоэффективны.

Наиболее простыми являются схемы соединения сети при однорядном взрывании при соединении зарядов через один (рис. 20.3, *а*) или с замедлением на каждую скважину (рис. 20.3, *б*). Более эффективным, с точки зрения дробления горной породы и уменьшения ширины развала, является взрывание с последовательным замедлением взрыва каждой скважины. Интервал замедления между взрывами зависит от физико-технических свойств горных пород и находится экспериментальным путем в пределах 20-50 мс. С увеличением крепости пород интервал замедления уменьшают. Расстояние между скважинами для исключения подбоя одного заряда другим рекомендуется принимать не менее 28-30 их диаметров.

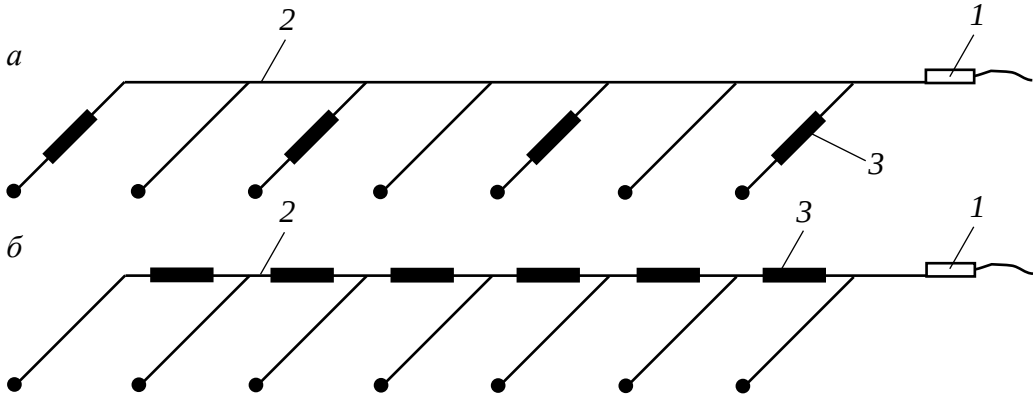


Рис. 20.3. Схемы однорядного КЗВ:
а – замедление через скважину; *б* - замедление на каждой скважине; *1* – КД; *2* – ДШ; *3* – пиротехническое реле

При больших объемах добычи полезного ископаемого целесообразнее применять многорядное КЗВ, обеспечивающее сокращение расходов на путевые работы, уменьшение числа взрывов в карьере. При многорядном расположении скважин применяют схемы, сущность которых заклю-

чается в создании взрывом первых зарядов, дополнительной открытой поверхности, облегчающей работу зарядов последующих взрывов, или создании взрывом первой серии зарядов по контуру взрываемого участка массива раздробленного экрана (щели), который снижает разрушение горной породы за пределами оконтуренного участка, уменьшает сейсмическое действие взрыва, а также схлопывает трещины в массиве, обеспечивая тем самым лучшее распространение энергии и дробление при взрыве.

Порядные схемы (рис. 20.4) характеризуются мгновенным взрыванием зарядов ВВ в рядах, расположенных параллельно или под углом к линии забоя. Ряды взрываются с замедлением. Ряд, взрываемый первым, называют врубовым. Решающий фактор эффективности дробления пород при такой схеме – создание дополнительных поверхностей обнажения.

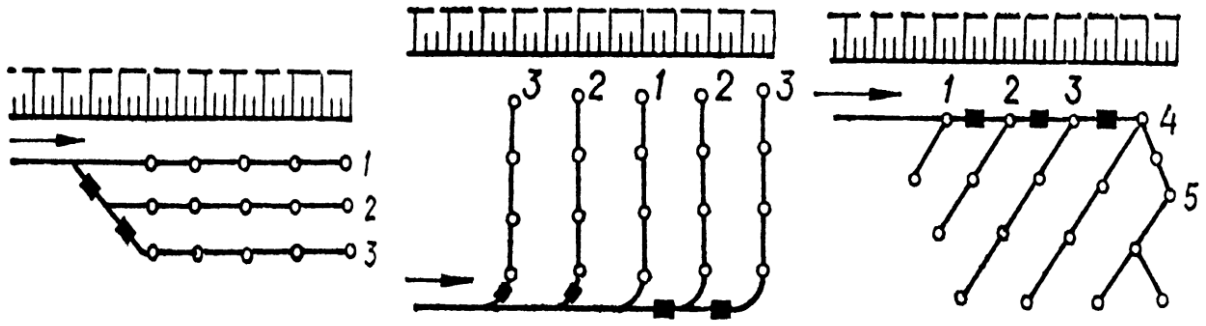


Рис. 20.4. Порядные схемы соединения скважинных зарядов:
1 – 5 – очередность взрывания

Порядные схемы взрывания просты в исполнении, но не обеспечивают высокой степени дробления пород и приводят к большому развалу горной массы.

В клиновидных схемах (рис. 20.5) заряды ВВ взрываются по рядам, расположенным под углом друг к другу. Соударение потоков взорванных масс улучшает дробление породы.

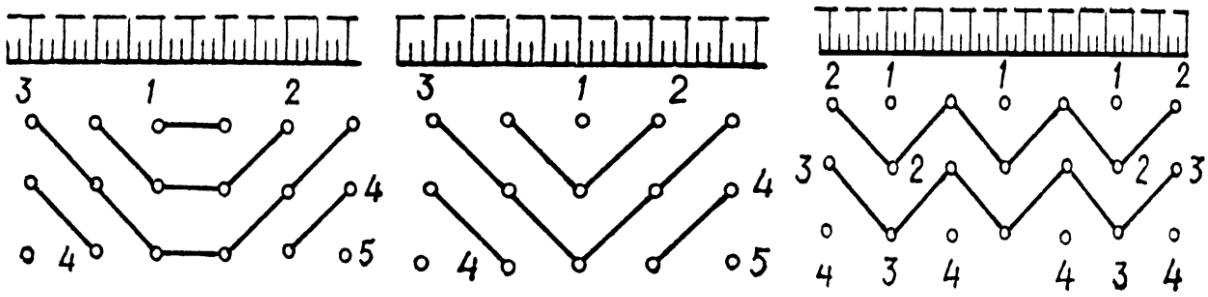


Рис. 20.5. Клиновидные схемы соединения скважинных зарядов:
1 – 5 – очередность взрывания

Волновые схемы предусматривают замедление между взрывами отдельных зарядов в ряду и между рядами скважин (рис. 20.6).

Разновидностью волновых схем является диагонально-волновая схема взрывания, которая создает условие эффекта «зажима» даже при отсутствии подпорной стенки из ранее взорванной горной массы. Обеспечение эффективности дробления пород достигается за счет взаимодействия волн напряжения и соударения движущихся потоков горной породы.

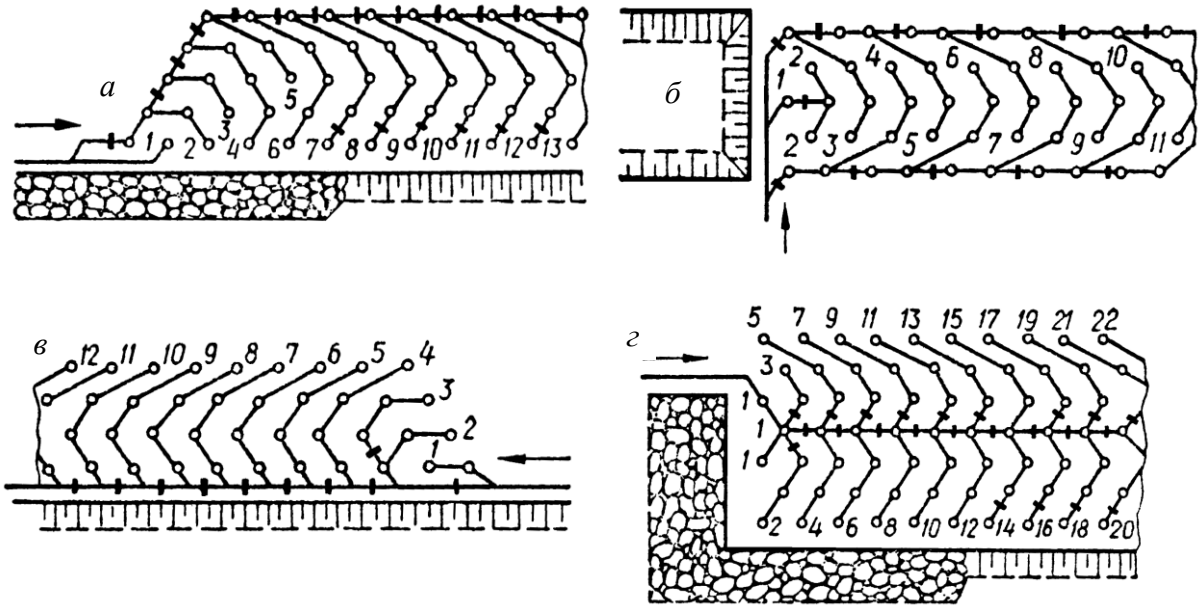


Рис. 20.6. Разновидности (*а – г*) волновых схем соединения и взрывания зарядов:
1 – 22 – очередность взрывания

В радиальных схемах (рис. 20.7) ряды зарядов ВВ располагают по окружности, а скважинные заряды соединяют по концентрическим; кольцевым схемам.

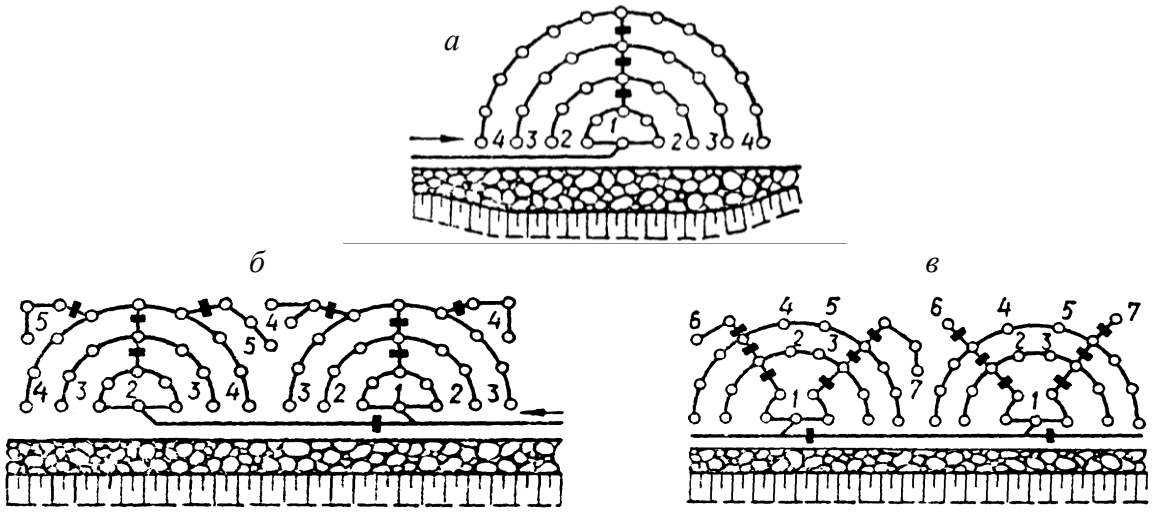


Рис. 20.6. Разновидности (*а – в*) радиальных схем соединения и взрывания зарядов:
1 – 7 – очередность взрывания.

Взрывание при радиальной схеме осуществляется с замедлением от центра к периферии. Направленное концентрированное соударение потоков взорванной горной массы обеспечивает высокую степень дробления пород. Основной недостаток этих схем – чрезмерный навал горной массы при взрыве.

Выбор схемы взрывания обусловлен конкретными задачами горного производства (обеспечение заданной степени дробления пород, управление направлением перемещения взорванной горной массы, снижение сейсмического воздействия взрыва на различные объекты и др.) и горно-геологическими условиями карьера.

На практике часто применяют комбинированные схемы соединения зарядов. Сочетание в них отдельных элементов порядных, волновых, радиальных и других схем обеспечивает улучшение качества дробления пород, возможность регулирования развала и навала горной массы. Наиболее целесообразно применение комбинированных схем при ведении крупномасштабных массовых взрывов, взрывании блоков большой протяженности и когда часто меняются горно-геологические условия взрывных работ.

20.3.2. Схемы монтажа взрывных сетей при применении неэлектрических систем инициирования с низкоэнергетическими волноводами

Заданная последовательность взрывания скважинных зарядов может быть достигнута применением соответствующих схем монтажа взрывных сетей с помощью элементов неэлектрических систем инициирования с низкоэнергетическими волноводами.

Все скважины взрываемого блока заряжаются внутрискважинными детонаторами с одинаковым замедлением. Внутрискважинные детонаторы имеют большие интервалы замедления (500 мс). Необходимое время замедления обеспечивается за счет поверхностных соединительных блоков с различными замедлениями (рис. 20.8).

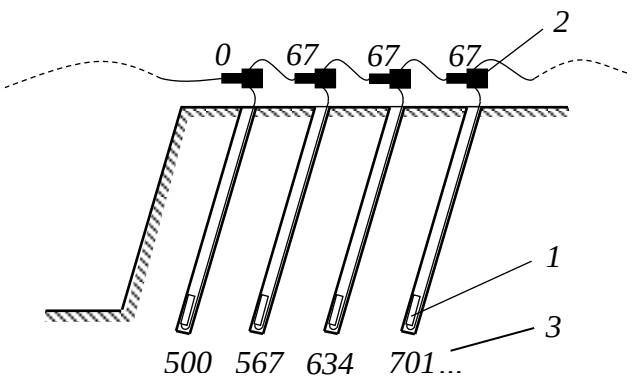


Рис. 20.8. Использование соединительных блоков обеспечивает замедление 67 мс между рядами:
1 – внутрискважинный замедлитель (СИНВ-С, ДБН-1); *2* – соединительный блок (СИНВ-П, ДБН-2); 3 – суммарное замедление (внутрискважинное и поверхностное)

Соединительный блок с мгновенным инициированием подсоединяется к первому детонатору в последовательно монтируемой цепи. В качестве соединительного блока между рядами выбран соединительный блок с замедлением 67 мс. Таким образом, к базовому внутрискважинному замедлению прибавляется замедление на поверхности 67 мс, что обеспечивает последовательность инициирования с интервалом 67 мс. А вдоль каждого ряда на поверхности можно использовать различные замедления, начиная с 0 мс, тем самым обеспечивая различные схемы последовательности инициирования.

Опережающее инициирование обеспечивается за счет больших внутрискважинных замедлений. Поверхностные детонаторы успевают детонировать до того, как начнется подвижка горной массы, так что риск повреждения внутрискважинных и поверхностных трубок сведен до минимума (ликвидируется эффект подбоя).

За счет комбинирования различных поверхностных соединительных блоков можно получить много разных схем инициирования.

Контрольные вопросы

1. Перечислите и покажите графически параметры расположения скважин на уступе.
2. Опишите последовательность расчета скважинных зарядов.
3. Перечислите основные схемы монтажа взрывной сети и возможные варианты последовательности взрывания зарядов.

Лекция 21

РЕГУЛИРОВАНИЕ СТЕПЕНИ ДРОБЛЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ВЗРЫВОМ

21.1. Основные требования к качеству взрыва

Результаты взрывных работ на горных предприятиях должны удовлетворять следующим основным требованиям.

1. Горная порода при взрыве должна быть раздроблена на куски, не превышающие определенных размеров, а выход мелких фракций должен быть по возможности минимальным.

Наличие во взорванной массе большого количества негабаритных кусков в 1,5-2 раза снижает производительность и срок службы погрузочно-транспортного оборудования. Кроме того, дробление негабаритов нарушает ритмичную работу горного предприятия (карьера, рудника).

Получение крупных кусков особенно нежелательно на подземных рудниках, где при донном выпуске руды происходит их застревание в дучках, что приводит к остановке выдачи руды и требует выполнения опасных работ по ликвидации зависаний.

2. При подземной разработке месторождений полезных ископаемых в результате взрывных работ требуется получить определенный коэффициент разрыхления горной массы, обеспечивающий ее эффективный выпуск из камер.

При производстве взрывных работ на карьерах не должно быть завышений подошвы уступа (порогов). Нежелателен выброс породы за линию скважины на верхний уступ, заколы за линию скважин должны быть минимальными.

3. Развал горной массы должен быть заданной ширины и высоты, обеспечивающих высокопроизводительную и безопасную работу погрузочных машин.

4. Запас взорванной массы в забое должен обеспечивать бесперебойную и высокопроизводительную работу погрузочного и транспортного оборудования.

21.2. Зоны дробления взрывом трещиноватого массива

Массив горных пород, как правило, разбит несколькими системами трещин. Трещины возникают в результате различных процессов:

- при образовании горных пород (генетические трещины);
- в процессе последующих горообразовательных процессов (тектонические трещины);
- в процессе ведения взрывных работ.

Трещины последней группы отличаются от трещин первых двух групп по следующим признакам:

- трещины отрыва не заполнены вторичными минеральными образованиями;
- их распространение ограничивается, как правило, одной отдельностью массива.

Трещины оказывают экранирующее действие на распространение энергии взрыва. Разрушение локализуется в отдельностях, расположенных непосредственно вокруг заряда ВВ, а на больших расстояниях отдельности разрушаются только в результате их соударения между собой.

Во взрываемом трещиноватом массиве можно выделить две характерные зоны дробления (рис. 21.1).

В непосредственной близости от заряда все отдельности разрушаются на значительное число кусков от действия волн напряжений и давления газообразных продуктов взрыва. Поскольку изменением параметров заряда можно направленно изменять степень дробления горной породы в этой зоне, ее принято называть ***зоной регулируемого дробления.***

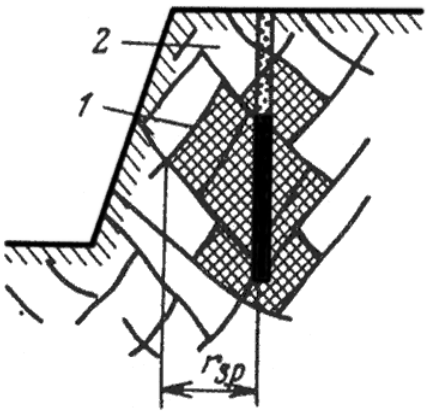


Рис. 21.1. Зоны дробления трещиноватого уступа:
1 – зона регулируемого дробления; *2* – зона практически не регулируемого дробления

За пределами данной зоны разрушение отдельностей, слагающих остальной объем взрываемого массива, происходит в результате динамического воздействия на него расширяющегося объема породы зоны регулируемого дробления. Разрушение отдельностей в этой зоне носит вероятностный характер: отдельность может разрушиться на две-три части при наличии в ней дефектов или неоднородностей, ослабляющих ее в отдельных сечениях. Удаленные от заряда отдельности разрушаются вследствие развития магистральных трещин, которые, как правило, переходят из одной отдельности в другую при их механическом соударении. Эта зона называется ***зоной практически не регулируемого дробления.***

21.3. Классификация методов регулирования степени дробления пород взрывом

Известные методы регулирования качества дробления пород взрывом можно разбить на две группы, в зависимости от того, в какой зоне (регулируемого или практически не регулируемого дробления) планируется изменить степень дробления горной породы.

1. Регулирование воздействия взрыва отдельного заряда на массив в зоне регулируемого дробления путем изменения:

- удельного расхода ВВ;
- диаметра заряда;
- конструкции заряда;
- направления инициирования сплошного заряда;
- качества забойки и ее длины.

2. Регулирование воздействия взрыва системы зарядов в зоне практически не регулируемого дробления путем:

- изменения сетки расположения скважин и числа их рядов;
- изменения интервалов замедления и последовательности взрывания зарядов;
- взрывания в зажатой среде (на подпорную стенку).

21.3.1. Регулирование воздействия взрыва отдельного заряда на массив в зоне регулируемого дробления

21.3.1.1. Удельный расход ВВ

Для разрушения массива породы до определенной крупности требуется затратить определенное количество энергии, причем с увеличением степени дробления энергоемкость разрушения увеличивается. Такая закономерность справедлива как для механического, так и для взрывного способов разрушения. В то же время необходимо отметить, что механическое дробление имеет двухстороннюю схему приложения нагрузок (рис. 21.2, *а*), а взрывное – как правило, одностороннюю (рис. 21.2, *б*).

При механическом дроблении обычно имеют дело с отдельными кусками породы, при котором трещины и неоднородности облегчают дробление крупных кусков и уменьшают удельную энергоемкость. При взрывном разрушении трещиноватого массива пород значительных размеров трещины экранируют распространение энергии, уменьшают возможность дробления и часто, в отличие от механического способа требуют увеличения удельного расхода ВВ для достижения необходимого качества дробления.

Зависимость изменения выхода негабарита в зависимости от величины удельного расхода ВВ приведена на рис. 21.3.

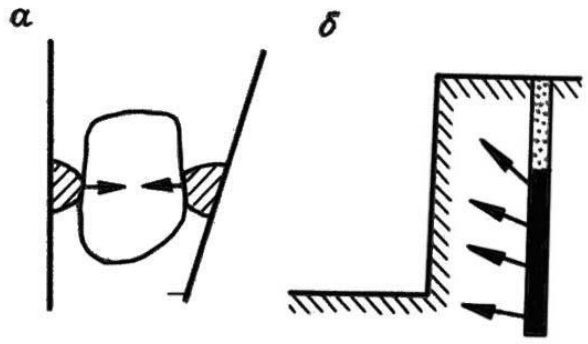


Рис. 21.2. Схемы приложения нагрузок при механическом (*а*) и взрывном (*б*) дроблении горной породы

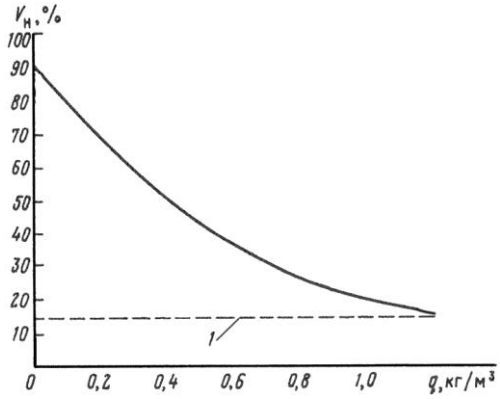


Рис. 21.3. Выход негабарита в зависимости от удельного расхода ВВ:
1 – выход негабарита из зоны практически нерегулируемого дробления

При увеличении удельного расхода ВВ сначала происходит интенсивное увеличение степени дробления массива, а затем наступает так называемое состояние насыщения массива энергией взрыва, вследствие чего дополнительная энергия расходуется только на повышенный разброс горной породы.

21.3.1.2. Диаметр заряда

С увеличением диаметра заряда выход крупных фракций при взрыве увеличивается (рис. 21.4). Это происходит потому, что с увеличением диаметра при постоянном удельном расходе ВВ происходит увеличение линии сопротивления по подошве и расстояния между скважинами. При этом все больший процент отдельностей попадает в зону практически не регулируемого дробления. Уменьшая диаметр заряда, можно достигнуть положения, при котором все отдельности попадают в зону регулируемого дробления, в каждой отдельности проходит заряд ВВ или она примыкает к заряду.

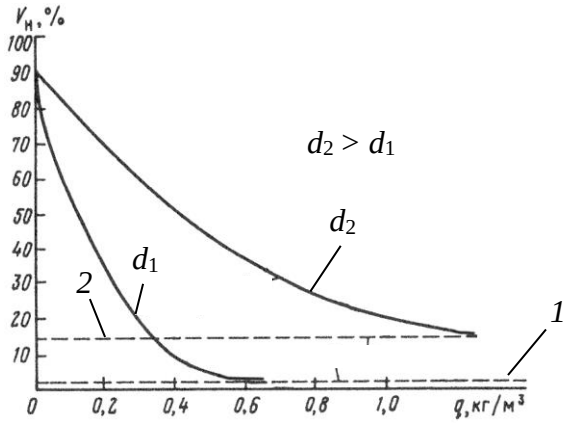


Рис. 21.4. Влияние диаметра заряда на степень дробления пород:
1, 2 – выход негабарита из зон нерегулируемого дробления
при диаметрах заряда d_1 и d_2 соответственно

Таким образом, изменение диаметра заряда является достаточно эффективным средством регулирования степени дробления пород.

21.3.1.3. Конструкции заряда

Степень дробления породы можно регулировать изменением конструкции заряда. Рассредоточение заряда при равном выходе горной массы с 1 м скважины и одинаковом удельном расходе ВВ способствует улучшению дробления за счет увеличения зоны регулируемого дробления (рис. 21.5).

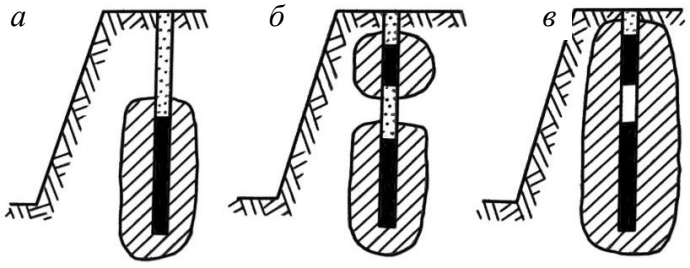


Рис. 21.5. Зоны регулируемого дробления:
а – сплошной заряд; *б* – рассредоточенный забойкой;
в - рассредоточенный с воздушным промежутком

Однако рассредоточение заряда целесообразно только в тех случаях, когда вместимость скважины при сплошных зарядах используется не полностью, то есть если в однородных породах принимается сближенная сетка расположения скважин и сплошной заряд занимает незначительную часть скважины. В неоднородных породах целесообразно рассредоточить заряд, располагая его в наиболее трудновзрываемых участках массива (рис. 21.6).

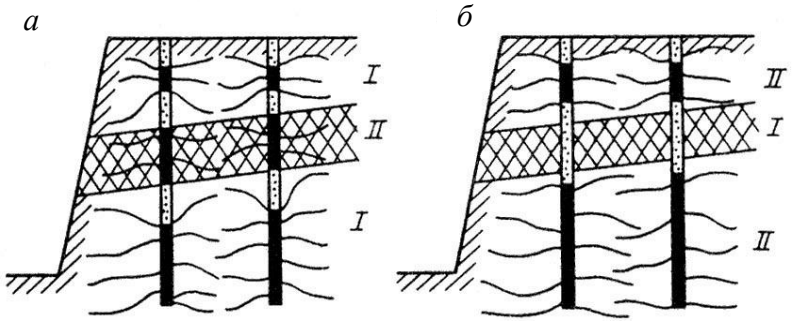


Рис.21.6. Схема размещения рассредоточенных зарядов:
а – при дроблении крепких породных пропластков (II) в мягких породах (I);
б – при дроблении крепких пород (II) с мягкими пропластками (I)

Необходимо отметить недостатки, связанные с применением рассредоточенных зарядов:

усложнение технологии заряжания и связанное с этим снижение эффективности взрывных работ в целом;

трудность применения механизированного заряжания.

На карьерах в обводненных условиях широко применяют комбинированные заряды: в нижней, обводненной части скважины размещают мощное водоустойчивое ВВ, а в верхней части – менее мощное неводоустойчивое ВВ. Благодаря такой конструкции зарядов улучшается дробление породы в нижней части уступа.

21.3.1.4. Направление инициирования сплошного заряда

Экспериментально установлено, что степень дробления породы в нижней части уступа и проработка подошвы уступа улучшаются, если применить обратное инициирование заряда (рис. 21.7).

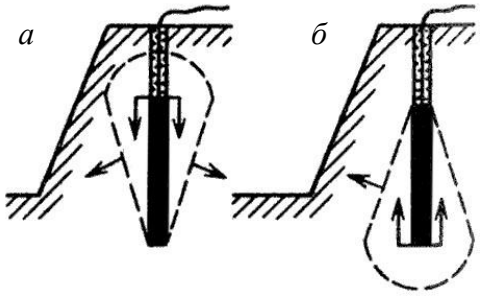


Рис. 21.7. Изменение напряженного состояния массива в зависимости от направления инициирования зарядов: *а* – прямое инициирование; *б* – обратное инициирование

Как показывают съемки на прозрачных и оптически активных моделях, фронт волны напряжений при обратном инициировании более равномерно воздействует на массив, а время воздействия энергии взрыва увеличивается.

21.3.1.5. Качество забойки и ее длина

Устья скважин, оставшиеся свободными после размещения зарядов, обычно заполняются забоечным материалом: глиной, песком, мелкой породой и др. Забойка улучшает разрушительный эффект действия взрыва вследствие уменьшения потерь энергии в процессе детонации заряда и более полного протекания реакции взрывного превращения, увеличения длительности воздействия газов взрыва на стенки зарядной камеры.

Качественная забойка уменьшает силу ударной воздушной волны, разброс кусков породы, повышая безопасность ведения взрывных работ. Наиболее эффективной является забойка из песка или мелкодробленой породы, оказывающая наибольшее сопротивление газообразным продуктам взрыва.

21.3.2. Регулирование воздействия взрыва системы зарядов в зоне практически не регулируемого дробления

21.3.2.1. Изменение сетки расположения скважин, числа их рядов, последовательности взрывания зарядов и интервалов замедления

Расположение скважин в пределах взрываемого блока может быть однорядным и многорядным. Параметрами серии взрываемых зарядов при их однорядном расположении является расстояние a между скважинами в ряду, а при многорядном взрывании – расстояние между скважинами a, между рядами скважин b и число рядов n. Отношение $m = a/W$ называют коэффициентом сближения скважин, для второго и последующего рядов $m = a/b$.

Форма сетки скважин ($a \times b$) должна обеспечить равномерное распределение во взрываемом блоке зарядов ВВ. Параметры сетки скважин зависят от взрываемости пород, анизотропии массива, требуемого гранулометрического состава разрушенной породы, высоты уступа, диаметра скважин, схемы взрывания.

Выбор одно- или многорядного расположения скважин на уступе, кроме случаев технических ограничений, в основном зависит от порядка взрывания, определяющего последовательность взрыва отдельных зарядов ВВ во времени. Порядок взрывания влияет на качество дробления, проработку подошвы уступа и форму развала взорванной горной массы.

Порядок взрывания может быть:

мгновенным (интервалы между взрывами $\tau = 0$);

короткозамедленным (КЗВ) (интервалы между взрывами $\tau > 250$ мс);

замедленным (интервалы между взрывами $\tau > 250$ мс).

При мгновенном многорядном взрывании основное действие зарядов скважин первого ряда направлено в сторону откоса уступа, а зарядов следующих рядов – вверх (рис. 21.8, *а*), в связи с чем подошва уступа плохо прорабатывается. Сближение рядов скважин и увеличение удельного расхода ВВ ведет в данном случае к повышенному разлету кусков, выбросу породы на верхнюю площадку уступа, большим заколам массива, широким развалам и значительному сейсмическому эффекту. Это обусловливает неэффективность мгновенного многорядного взрывания и его весьма ограниченное применение.

Увеличение времени действия волн напряжений на массив и создание дополнительных свободных поверхностей для смежных зарядов при короткозамедленном взрывании даже для одного ряда скважинных зарядов (рис. 21.8., *б*) позволяют существенно улучшить показатели взрывных работ по сравнению с мгновенным взрыванием:

повышается равномерность дробления;

снижается выход негабарита;

сокращается на 10-15 % удельный расход ВВ;

уменьшается в 1,2-1,3 раза ширина развала;

уменьшается нарушенность массива от предыдущего взрыва.

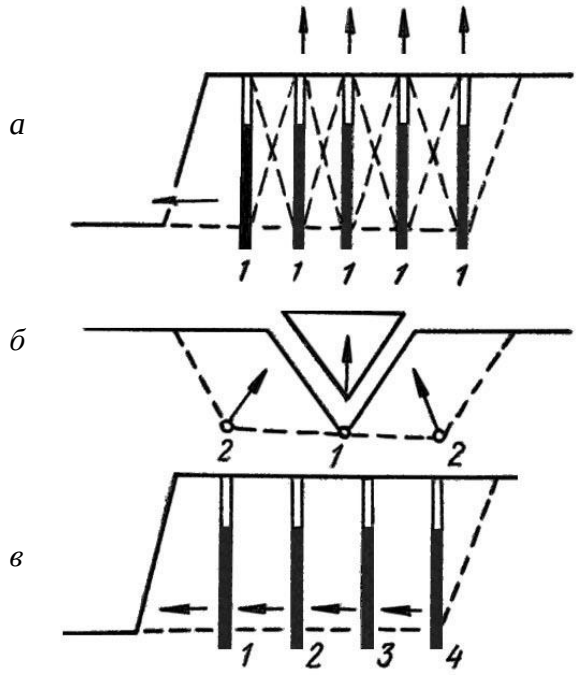


Рис. 21.8. Схемы действия зарядов ВВ при взрывании:
1, 2, 3, 4 - последовательность инициирования зарядов

Вместе с тем однорядное КЗВ не может существенно снизить выход негабарита из зоны практически не регулируемого дробления, а также обеспечить большой объем взрыва. Поэтому оно применяется при небольшом объеме работ, узких рабочих площадках уступов, недопустимости переизмельчения полезного ископаемого.

Многорядное короткозамедленное взрывание (рис. 21.8, *в*) по сравнению с однорядным существенно улучшает качество взрыва за счет интенсивного дробления породы вокруг каждого заряда, в том числе за счет соударения отдельных кусков, и резкого сокращения нарушенности массива. Многорядное КЗВ позволяет сократить число массовых взрывов и создать большой запас взорванной породы, повысив при этом производительность экскаваторов.

При короткозамедленном взрывании весьма важно правильно определить интервал замедления. При его увеличении уменьшается ширина развала, но может произойти подбой зарядов в смежных скважинах. Ориентировочно интервал замедления при однорядном взрывании определяется по формуле, мс

$$\tau = KW, \qquad (21.1)$$

где K – коэффициент, зависящий от взрываемости породы (для трудновзрываемых пород K = 1,5÷2,5, для средневзрываемых K = 3÷4, для легковзрываемых K = 5÷6). При многорядном взрывании интервал замедления увеличивается на 25 %.

Замедленное взрывание скважинных зарядов допускается применять с использованием неэлектрических систем взрывания с низкоэнергетическими волноводами, что исключает явление подбоя. Взрывание зарядов со значительными интервалами замедления позволяет снизить сейсмическое воздействие массовых взрывов на охраняемые объекты, располагаемые вблизи от мест производства взрывных работ.

21.3.2.2. Взрывание в зажатой среде (на подпорную стенку)

Сущность взрывания в зажатой среде (на подпорную стенку) заключается во взрывании группы зарядов в условиях, когда открытая поверхность взрываемого блока прикрыта определенным объемом ранее разрушенной горной породы (рис. 21.9).

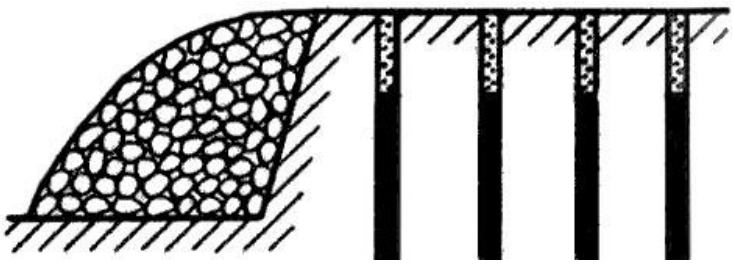


Рис. 21.9. Схема взрывания в зажатой среде (на подпорную стенку)

При взрывании в зажатой среде целесообразно применение короткозамедленного взрывания зарядов при числе рядов скважин не менее четырех.

Взрывание по данной схеме может быть выполнено в любых породах, однако предпочтительнее его применение в породах средней крепости и выше, обеспечивающих значительный коэффициент разрыхления горной массы после взрыва. Пустотность разрушенной породы должна быть достаточной для обеспечения разрушающего смещения одних отдельностей относительно других без их перемещения за внешний контур массива.

Взрывание в зажатой среде позволяет:

- повысить степень дробления массива, в первую очередь, между первым рядом скважин и откосом уступа;
- обеспечить регулирование параметров развала горной массы;
- значительно снизить объемы подготовительных и восстановительных работ на уступе.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные требования к результатам взрывных работ.
2. Что называется зоной регулируемого дробления?
3. Что понимается под зоной практически нерегулируемого дробления?
4. Какими методами можно регулировать качество дробления горных пород взрывом?
5. В чем состоит сущность взрывания в зажатой среде (на подпорную стенку)?

Лекция 22

ПРОЕКТ МАССОВОГО ВЗРЫВА. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ УСТУПНОЙ ОТБОЙКЕ В КАРЬЕРАХ

22.1. Проект массового взрыва

Массовый взрыв на земной поверхности – это взрыв смонтированных в общую взрывную сеть двух и более скважинных котловых и камерных зарядов, независимо от протяженности заряжаемой выработки, а также единичных зарядов в выработках протяженностью более 10 м.

Массовые взрывы на земной поверхности необходимо осуществлять по проектам, состоящим из таких составных частей, как:

- технический расчет со схемой расположения скважин и графическими материалами;
- таблица параметров взрывных работ;
- распорядок проведения массового взрыва;
- приказ (распоряжение) руководителя предприятия о подготовке массового взрыва.

Разовые массовые взрывы скважинных, камерных и котловых зарядов могут проводиться по отдельным проектам.

Проекты массовых взрывов на карьерах (разрезах) должны разрабатываться в соответствии с типовыми проектами производства буровзрывных работ.

Типовой проект производства буровзрывных работ должен разрабатываться на основе утвержденного проекта разработки месторождения, результатов экспериментальных и промышленных взрывов, научно-технических разработок, передового производственного опыта по взрывным работам в аналогичных условиях, требований Единых правил безопасности при взрывных работах и других нормативных документов, утвержденных или согласованных с Ростехнадзором.

Проект производства буровзрывных работ (рабочие чертежи) составляется на основе решений проекта организации строительства, технического проекта, планов работы строительно-монтажных организаций, чертежей объектов, технического задания на разработку проекта, результатов промышленных и опытных взрывов, данных технической литературы и производственного опыта, требований Единых правил безопасности при взрывных работах и других нормативных документов, утвержденных или согласованных с Ростехнадзором, а также технических правил ведения взрывных работ, СНиП «Техника безопасности в строительстве», ведомственных строительных норм.

Типовой проект (проект производства буровзрывных работ, рабочие чертежи) подлежит утверждению техническим руководителем предприятия и вводу в действие приказом руководителя предприятия (строительства). В приказе должны быть предусмотрены меры оповещения о массовых взрывах персонала предприятия, населения и работников других предприятий, расположенных в опасной близости от мест взрывных работ, и в необходимых случаях также органов местной власти.

В типовом проекте приводятся ситуационный план с указанием границ карьерного поля, объектов строительства, зданий, сооружений, линий электропередачи и коммуникаций, находящихся в пределах максимально опасной зоны; краткие геологическая и гидрогеологическая характеристики пород и полезных ископаемых, их классификация по крепости, трещиноватости, буримости, взрываемости; технологические условия (ширина рабочих площадок, высота уступов); методики и общие расчеты параметров буровых и взрывных работ; обоснование выбора диаметров шпуров и скважин, взрывчатых веществ и средств инициирования, средств механизации буровзрывных работ, взрывных и контрольно-измерительных приборов; способы взрывания; схемы взрывной сети; конструкции зарядов и боевиков (промежуточных детонаторов); методика расчета интервалов замедлений и принятые интервалы; параметры расположения скважин на уступах; расходные коэффициенты и расчетные показатели взрывов (удельный расход взрывчатых веществ, выход горной массы с 1 погонного метра скважины и др.); методика расчета безопасных расстояний, регла-

ментированных Едиными правилами безопасности при взрывных работах; типовой паспорт дробления негабаритов.

Кроме того, излагаются конкретные меры безопасной организации буровых и взрывных работ, система оповещения заинтересованных предприятий, учреждений, а также населения и местных органов власти о проводимых взрывах, требования к порядку вывода людей за пределы запретных и опасных зон, мероприятия по технике безопасности, в том числе приводятся методика расчета укрытий людей в пределах опасных зон, типовые порядок и организация работ по ликвидации отказавших зарядов.

Технический расчет и схема расположения скважин должны состоять из пояснительной записки с расчетами и графической документации.

Эти документы составляются с учетом фактических горных, геологических и гидрогеологических условий, а также указаний маркшейдерской (геодезической) службы и результатов предыдущих взрывов.

После бурения скважин, согласно проекту массового взрыва, проводится маркшейдерская съемка обуренного блока и составляется план с указанием фактического положения уступов и скважин.

На план наносится или составляется в виде самостоятельного документа таблица параметров взрывных работ, в которой указываются расчетные данные. В ходе заряжания в таблице должны проставляться фактические параметры.

Подготовленный блок после маркшейдерской съемки передается согласно акту взрывному участку или цеху, производственному подразделению подрядной организации для дальнейшего выполнения работ.

Составляется распорядок массового взрыва, который утверждается техническим руководителем.

Проект массового взрыва подлежит утверждению после предварительного рассмотрения на карьере (разрезе, прииске, руднике и т. п.) и необходимых согласований. Порядок утверждения должен быть установлен приказом руководителя предприятия (строительства, специализированной подрядной организации) по согласованию с органом Ростехнадзора.

В приказе (распоряжении) о подготовке массового взрыва указывается ответственный руководитель.

Ответственный руководитель массового взрыва обязан организовать ознакомление инженерно-технических работников и рабочих с документами по взрыву, довести до них порядок его подготовки и проведения, необходимые меры безопасности.

22.2. Технология производства взрывных работ при уступной отбойке в карьерах

Технология выполнения массового взрыва включает следующие этапы и операции.

1. ***Подготовительный этап выполнения массового взрыва,*** который включает: подготовку исходных материалов для составления проекта взрыва с целью определения расчетного расхода ВВ, диаметра скважин, сопротивления по подошве, величины перебура и забойки, расстояния между скважинами, величины заряда в скважине; составление проекта массового взрыва, определение границ опасной зоны и ее ограждение, охрану места взрыва, установление системы сигнализации при взрывных работах.

2. ***Выполнение массового взрыва,*** которое включает: доставку взрывчатого материала на места производства взрывных работ, изготовление промежуточных детонаторов, патронов-боевиков; заряжание и забойку скважин; монтаж взрывной сети и производство взрыва; осмотр забоя и ликвидацию отказавших зарядов.

22.2.1. Подготовка исходных материалов для составления проекта взрыва

Производится маркшейдерско-геологическая съемка блока, намечаемого к взрыву, и на основании этой съемки составляется план и характерные разрезы блока с указанием свойств пород и руд (трещиноватости, крепости, обводненности и т. д.) На план блока наносятся взрываемые скважины в соответствии с параметрами типового проекта БВР. Затем производится перенос скважин в натуру и их бурение. После бурения скважин осуществляется съемка их фактического положения и составление геолого-технологического плана (выкопировка) в масштабах 1:500, 1:200.

22.2.2. Составление проекта массового взрыва

На основании геолого-маркшейдерской съемки фактического расположения скважины определяется сопротивление по подошве уступа, перебур скважин их глубина, расстояние между скважинами в ряду и между рядами, масса заряда ВВ, величина заряда и забойки (заполняется таблица параметров взрывных работ).

Границы опасной зоны для людей на карьерах рассчитываются с учетом местных условий, но должны быть не менее расстояний, регламентированных Едиными правилами безопасности при взрывных работах для различных методов ведения взрывных работ:

- для наружных зарядов 300 м;
- для шпуровых зарядов 200 м;
- для скважинных зарядов 200 м;
- для котловых скважинных зарядов 300 м.

Расчет безопасных расстояний по разлету осколков породы, по сейсмическому и воздушному действию взрывов производится согласно Единым правилам безопасности при взрывных работах.

Безопасные расстояния, обеспечивающие сохранность зданий, сооружений, механизмов и других объектов от повреждений, устанавливаются руководителем взрывных работ с учетом местных условий.

На основании полученных расчетных данных параметров БВР, расхода взрывчатого материала, опасных зон, фактической технологической ситуации в карьере составляется технический расчет массового взрыва и распорядок его проведения согласно Типовой инструкции по безопасному проведению массовых взрывов на земной поверхности.

22.2.3. Выполнение массового взрыва

Доставка взрывчатого материала на места производства взрывных работ со склада взрывчатых материалов осуществляется, как правило, специальным или специализированным автомобильным транспортом в соответствии с Инструкцией о порядке перевозки опасных грузов автомобильным транспортом. Каждая группа взрывчатого материала перевозится отдельно.

Автомобили, предназначенные для транспортирования взрывчатого материала, должны иметь три огнетушителя, цепи и другие приспособления против скольжения; оборудованные искрогасителями глушители; чистый, без щелей кузов; исправное электрооборудование; специальный опознавательный знак; два знака «Въезд запрещен»; трудновоспламеняющуюся непромокаемую ткань.

При управлении автомобилем водитель обязан иметь при себе: удостоверение на право управления; путевой или маршрутный лист; свидетельство о допуске водителя и автомобиля к перевозке взрывчатого материала, аварийную карточку, маршрут перевозки.

Водители и охрана проходят специальный инструктаж о порядке перевозки, погрузки и выгрузки взрывчатого материала.

Перевозка взрывчатых материалов автотранспортом осуществляется только в сопровождении вооруженной охраны и специально выделенного сопровождающего лица.

При перевозке на автотранспорте ящики укладывают плашмя, плотно один к другому, а мешки ставят вертикально в один ряд, а сверху покрывают брезентом.

На автомобилях, перевозящих ВМ, выставляют спереди и сзади информационную таблицу.

Скорость движения автотранспорта при хорошей видимости не должна превышать 60 км/ч, при плохой видимости – в соответствии с дорожными условиями. Между автомобилями устанавливается интервал в 50 м при движении на горизонтальных участках и 300 м – в гористой местности.

Перевозка ВМ в городских условиях разрешается только в закрытых автомобилях.

Доставленные на блок взрывчатые вещества в заводской упаковке размещаются у заряжаемых скважин в количествах и наименованиях, определенных расчетом.

Доставка взрывчатых веществ и заряжание скважин механизированным способом проводятся в соответствии с требованиями действующих на предприятии инструкций.

Находящиеся на блоке взрывчатые материалы и заряженные скважины должны охраняться вооруженной охраной или проинструктированными рабочими при обязательном искусственном освещении в темное время. В необходимых случаях взрывчатые материалы должны быть защищены от атмосферных осадков.

22.2.4. Изготовление промежуточных детонаторов

Для обеспечения надежности взрыва заряда ВВ в скважинах при любом способе взрывания применяются промежуточные детонаторы или патроны-боевики. Патрон-боевик представляет собой один или несколько патронов ВВ с введенным в него средством инициирования (ЭД, ДШ, КД неэлектрической системы инициирования). Промежуточные детонаторы, патроны-боевики изготовляют на местах взрывных работ в количестве, необходимом для взрывания за один прием.

22.2.5. Технология заряжания скважин

Скважины заряжают с помощью зарядных или смесительно-зарядных машин или вручную. Иногда между частями заряда вводят забойку или оставляют воздушный промежуток. При заряжании вручную у каждой скважины заранее кладется число мешков с ВВ, соответствующее проектной массе заряда. Заранее готовится забоечный материал (песок, отходы обогатительных фабрик, породная мелочь).

В нижней части заряда рекомендуется размещать наиболее мощные ВВ. Концы ДШ, ударно-волновой трубки или электрические провода должны выходить из скважины на длину не менее 1 м. Их надо прочно закрепить, чтобы они не могли упасть в скважину в процессе ее заряжания и забойки.

В нижней части скважины, как правило, скапливается вода или жидкий шлам. Поэтому следует перед опусканием боевика засыпать в скважину 40-80 кг ВВ, а затем опустить боевик, чтобы он не попал в шлам, обеспечив нормальную детонацию заряда.

На карьерах принимается следующая последовательность выполнения ручного заряжания.

1. Устье скважины очищают от породы в радиусе 0,7 м, и для удобства заряжания над ним устанавливается металлическая воронка.

2. На дно скважины опускают первый промежуточный детонатор или патрон-боевик, а конец ДШ, ударно-волновой трубки или провода ЭД закрепляется у устья.

3. Взрывник укладывает мешок ВВ у воронки и на нем делает Т-образный или Х-образный разрез, а затем высыпает ВВ через воронку в скважину.

4. После высыпания одного – двух мешков замеряют уровень ВВ в скважине, чтобы следить за правильным размещением заряда. При случайном попадании в скважину крупных кусков ВВ может произойти перекрытие ее выше уровня заряда. В этом случае деревянным шестом, привязанным на прочном шнуре, ликвидируют образовавшуюся пробку. Иногда для ее ликвидации в скважину вливают 10÷15 л воды, которая частично растворяет аммиачную селитру, и пробка разрушается.

5. В верхней части заряда устанавливают второй боевик, концы ДШ, волновода или провода от которого также закрепляют у устья.

6. После этого высыпается оставшееся ВВ и выполняется забойка скважины.

Для крупных массовых взрывов по опыту горных предприятий боевики из отрезков ДШ с привязанными шашками-детонаторами можно готовить заранее на складе взрывчатых материалов.

Обводненные скважины заряжают водоустойчивыми ВВ. При заряжании неводоустойчивыми ВВ заряд должен быть помещен в водоустойчивую оболочку.

В обводненные скважины ВВ следует засыпать небольшими порциями (5÷10 кг), чтобы исключить образование в них пробок из неуспевшего потонуть ВВ. В полностью заряженную обводненную скважину забойку начинают засыпать не ранее чем через 15 мин после окончания заряжания, чтобы заряд ВВ полностью осел на дно скважины, так как в противном случае оседающим зарядом могут быть оборваны ДШ или провода ЭД, защемленные забойкой.

Скважины с непроточной водой достаточно эффективно заряжаются неводоустойчивыми ВВ с предварительной откачкой воды из скважины. После осушения скважины заряжание ведется по обычной технологии. Такой заряд может находиться в скважине 5÷10 ч и устойчиво детонировать. Применение предварительной откачки воды из скважины позволяет снизить стоимость взрывания обводненных скважин (пород) путем уменьшения потребления дорогих водоустойчивых ВВ.

Если для заряжания скважин применяется несколько сортов ВВ, то каждый из них размещается отдельным слоем, а боевики помещаются в наиболее мощном ВВ.

При заряжании скважин рассредоточенным зарядом каждую отдельную часть его снабжают отдельным боевиком, а если взрывание выполняется с помощью ДШ, то его пропускают вдоль всего заряда. В этом случае боевики помещают только в самом нижнем заряде.

Если для зарядки скважин используются зарядные машины, то технология заряжания состоит из следующих операций.

1. В заряжаемую часть скважины устанавливается промежуточный детонатор или патрон-боевик на заданную проектом глубину. Конец ДШ или волновода закрепляется у устья.

2. По команде взрывника к устью скважины подъезжает зарядная машина. В скважину опускается зарядный шланг (зарядный рукав) и производится зарядка ВВ.

22.2.6. Забойка скважин

Оставшееся после размещения ВВ свободное пространство в скважине частично или полностью заполняется забоечным материалом.

Забоечный материал не должен содержать камней, способных повредить средства инициирования, кроме того, следует исключить образование искр в процессе забойки. Лучшим забоечным материалом для скважин являются мелкозернистый, слегка увлажненный песок, буровая мелочь, отходы обогатительных фабрик, сухая глина, глина, смешанная с песком.

При полной забойке все свободное пространство над зарядом заполняют забоечным материалом до устья скважины. При неполной забойке заполняют 1/3÷1/2 незаряженного объема (скважины). Воздушную забойку выполняют введением в скважину бумажного пыжа на глубину 50÷70 см от устья и заполнением нормальной забойкой оставшегося пространства. Применение неполной забойки ограничивается вследствие повышенного разлета кусков породы.

На ряде карьеров применяется способ увеличения эффективности забойки путем размещения в устье скважин небольших запирающих зарядов. Масса такого заряда составляет 10÷15 кг граммонита 79/21 или гранулотола при диаметре заряда 150÷250 мм, который взрывается от магистрали ДШ одновременно с основным зарядом. Заряд размещается на бумажную пробку, устанавливаемую на расстоянии 2÷4 м от верхней части основного заряда. При этом качество взрывов не ухудшается, а трудоемкость работ по забойке скважин сокращается до минимума.

22.2.7. Монтаж взрывной сети

Взрывную сеть монтируют после окончания заряжания и забойки скважин и вывода людей и оборудования из опасной зоны. Опасная зона, определенная расчетом в проекте массового взрыва, вводится:

- при электрическом способе инициирования зарядов – перед началом укладки в заряды патронов-боевиков;
- при взрывании с применением ДШ – до начала установки в сеть пиротехнических реле;

- при использовании неэлектрических систем инициирования с низкоэнергетическими волноводами – с момента подсоединения взрывной сети участков к магистрали.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию массового взрыва на земной поверхности.
2. Из каких разделов состоит проект массового взрыва?
3. Какие сведения приводятся в типовом проекте БВР?
4. Что включает в себя технология производства взрывных работ при подготовке массового взрыва?
5. Опишите последовательность ручного заряжания скважин (шпуров).

Лекция 23

МЕТОД КАМЕРНЫХ ЗАРЯДОВ, СУЩНОСТЬ МЕТОДА, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ. ВЗРЫВНОЕ РАЗРУШЕНИЕ НЕГАБАРИТНЫХ КУСКОВ

23.1. Метод камерных зарядов, сущность метода, область применения

Метод камерных зарядов состоит во взрывании сосредоточенных зарядов ВВ большой массы (до нескольких сотен тонн), помещенных в специальные горные выработки – камеры. Для размещения камерных зарядов во взрываемом массиве проходят горизонтальные (штольни, рассечки, рис. 23.1, *а*), вертикальные (шурфы, рис. 23.1, *б*) или наклонные подготовительные выработки, из которых, в свою очередь, проводят зарядные камеры. Выбор типа подводящих выработок определяется технико-экономическими расчетами. Камерные заряды применяют при взрывании на рыхление, на выброс и на сброс. Камерные заряды могут быть сосредоточенными и удлиненными.

23.1.1. Камерные заряды рыхления

Метод камерных зарядов рыхления (метод массовых обрушений) на карьерах используют редко. На открытых горных работах этот метод применяется при невозможности размещения станков для бурения взрывных скважин (неблагоприятный рельеф местности) и при высоте уступа не менее 15 м, угле откоса не менее 50^0, при взрывании массивов из неслежавшихся и несамовозгорающихся полезных ископаемых или породы.

Величина одиночного камерного заряда при взрывании на рыхление при одной обнаженной поверхности определяется по формуле

$$Q = qW^3, \qquad (23.1)$$

где Q – величина одиночного камерного заряда, кг;

q – расчетный удельный расход ВВ, кг/м^3;

W – линия наименьшего сопротивления (ЛНС), м;

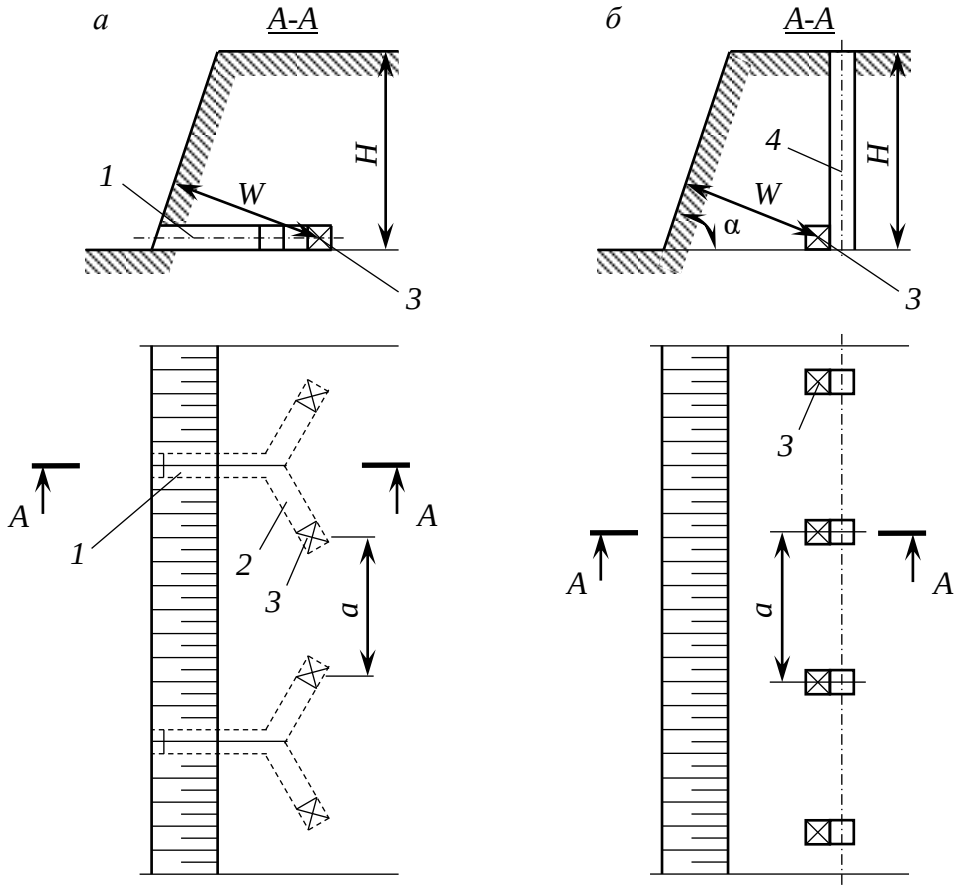


Рис. 23.1. Расположение выработок при работе методом камерных зарядов:
1 – штольня; *2* – рассечка; *3* – камера; *4* – шурф

За ЛНС камерного заряда принимается кратчайшее расстояние от центра заряда до обнаженной поверхности.

Величина расчетного удельного расхода ВВ для зарядов нормального рыхления составляет 0,35-0,7 кг/м^3. Заряды могут располагаться в один или несколько рядов. Расстояние межу рядами в ряду a определяется по формуле

$$a = mW, \qquad (23.2)$$

где a – расстояние между зарядами в ряду, м;

m – относительное расстояние между зарядами в ряду; принимается в пределах 1,0÷1,4 в зависимости от взрываемости, характера напластования, требуемой степени дробления породы, последовательности взрывания зарядов и т. п. Нижний предел принимается для трудновзрываемых пород.

W – линия наименьшего сопротивления.

Если W соседних зарядов не равны между собой, для расчета величины a принимается их среднее значение.

Объем зарядной камеры вчерне рассчитывается с учетом объема ВВ, тары, крепежного и изолирующего материала (толь, доски, мешковина и пр.)

Объем камеры для сосредоточенного заряда рассчитывается по формуле

$$V_{\text{к}} = \frac{Q}{\Delta} K_{\text{v}}, \qquad (23.3)$$

где $V_{\text{к}}$ – объем камеры, м^3;

Q – вес заряда, т;

Δ – плотность заряжания, т/м^3;

K_{v} – коэффициент, зависящий от способа крепления камеры и наличия в камере труднодоступных для заряжания участков; принимается ориентировочно в пределах 1,1 ÷1,8.

Форма камер и размеры их поперечного сечения устанавливаются проектом. В зависимости от устойчивости пород кровли и стенок выработки камера в плане может иметь форму квадратную, удлиненную, крестообразную, Т-образную, кольцевую и др., в поперечном (вертикальном) сечении - прямоугольную, трапециевидную или сводчатую.

Сечения рассечек, связывающих зарядные камеры с шурфами или штольнями, принимаются такими же, как и сечения штолен.

Штольни и рассечки следует располагать, исходя из условия наименьшего объема проходческих работ. Это условие при расположении выработок в соответствии с рис. 23.2. соблюдается в том случае, когда $\alpha_1 = \alpha_2 = 30^0$.

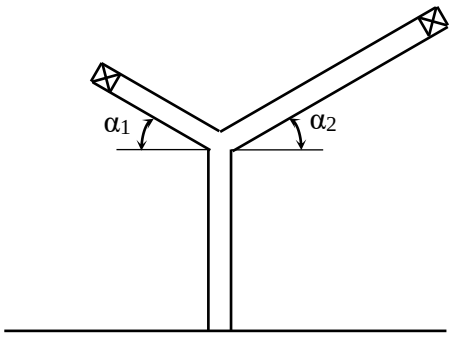


Рис. 23.2. Расположение штольни и рассечек.

Подводящие выработки к зарядным камерам должны иметь сечение в свету не менее: для шурфов 1 м^2 (1,0 × 1,0); для штолен 1,2 м^2 (1,5 × 0,8) при длине штольни до 10 м и 1,8 м^2 (1,8 × 1) при длине штольни более 10 м.

23.1.2. Камерные заряды выброса

Выемки заданного профиля образуются взрыванием камерных зарядов, рассчитанных на выброс породы. Величина сосредоточенного заряда выброса определяется по формуле М. М. Борескова

$$Q = q_{â} W^3 (0{,}4 + 0{,}6 n^3), \tag{23.4}$$

где Q - сосредоточенный заряд выброса, кг;

$q_в$ – расчетный удельный расход ВВ, кг/м^3;

W – линия наименьшего сопротивления, м;

n – показатель действия взрыва:

$$n = \frac{r}{W}; \tag{23.5}$$

r – радиус воронки (рис. 25.3), м.

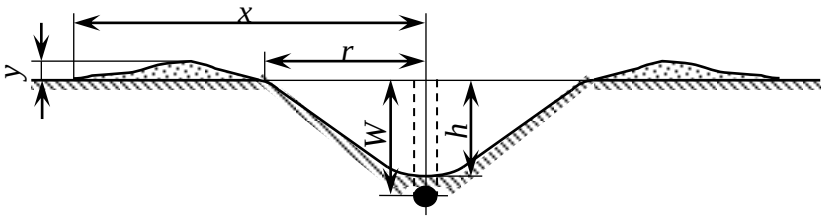


Рис. 23.3. Схема действия заряда выброса.

Для образования выемок взрывом на выброс заряды могут располагаться в один или несколько рядов.

При однорядном расположении расстояние между зарядами a (при условии, что W больше 1,5 м) определяется по формуле

$$a = 0{,}5W(n+1), \tag{23.6}$$

где a – расстояние между зарядами, м;

W – линия наименьшего сопротивления, м.

При двухрядном или многорядном расположении и одновременном взрывании зарядов расстояние между рядами b принимается равным расстоянию между зарядами в ряду.

Направленный выброс грунта при горизонтальном рельефе достигается взрыванием не менее двух зарядов *I* и *II* (рис. 23.4). При этом показатель действия взрыва зарядов того ряда, который наиболее удален от стороны направления выброса, должен быть больше на 0,5 показателя действия взрыва зарядов другого ряда.

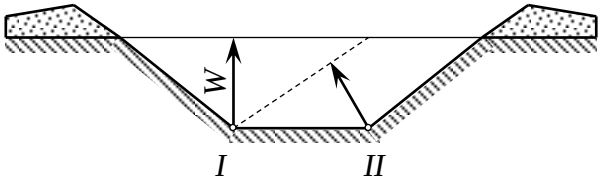


Рис. 23.4. Односторонний направленный выброс

При проектировании выемок, каналов, траншей заданного профиля показатель действия взрыва n, число рядов зарядов и расстояние между рядами определяется графически с таким расчетом, чтобы проектируемая воронка соответствовала по возможности заданному профилю выемки.

Направленный выброс может быть также осуществлен путем разновременного взрыва рядов зарядов, причем первыми взрываются заряды ближайшего ряда к направлению выброса. Число рядов для получения увеличенного выброса на одну сторону при горизонтальном рельефе рекомендуется принимать не более трех.

Расстояние между рядами зарядов при направленном выбросе находят графически так, чтобы ЛНС каждого заряда, взрываемого с замедлением, была перпендикулярна обнаженной поверхности, образуемой зарядами, взрываемыми с опережением, а длина ее была не больше расстояния от центра заряда до свободной поверхности по вертикали.

23.1.3. Камерные заряды на сброс

Взрывы на сброс производятся при уклоне поверхности взрываемого массива более 20° к горизонту для вскрытия или разработки полезных ископаемых, образования профильных выемок (дорог, специальных площадок), плотин, насыпей разного назначения и т. п.

В зависимости от конфигурации взрываемого массива и требований, предъявляемых к взрыву (размеры выемок, угол образуемого откоса и т. п.), расположение зарядов (рис. 23.5) может быть двухрядным (рис. 23.6) и двухъярусным (рис. 23.7). В отдельных случаях допускается многорядное и многоярусное расположение зарядов.

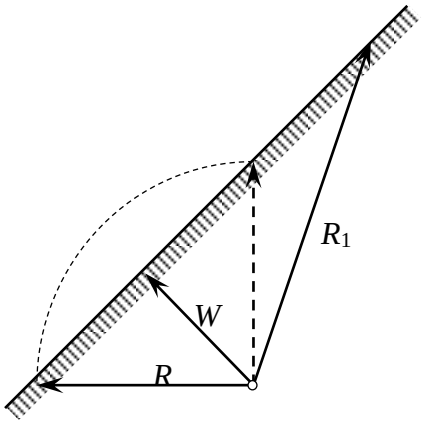


Рис. 23.5. Схема однорядного расположения зарядов сброса

Места заложения зарядов определяются графически таким образом, чтобы образующаяся выемка (с учетом действия заряда в глубь массива) вписывалась в проектный контур.

Радиус действия взрыва сосредоточенного заряда R (см. рис. 23.5) определяется по формуле

$$R = W\sqrt{1+n^2}\ . \qquad (23.7)$$

Радиус отрыва пород в нагорную сторону R_1 за счет обрушения откоса может превышать величину *R,* достигая *2W,* а на участках с падением пластов пород параллельно поверхности склона *R* может превышать 3*W***.**

Процент сброса породы при образовании полувыемки имеет максимальное значение при $R = R_1$. Под процентом сброса понимают отношение фактического объема образовавшейся взрывом выемки (в пределах проектного контура) к проектному объему, выраженное в процентах.

При двухрядном расположении заряды второго ряда помещаются в вершине угла, образуемого проектируемым откосом O_2B и площадкой AO_2 (см. рис. 23.6).

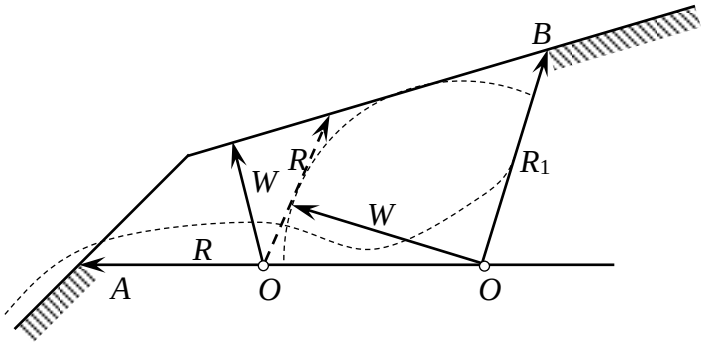


Рис. 23.6. Схема двухрядного расположения зарядов сброса

Местоположение заряда первого ряда находится из условия совмещения радиуса действия его взрыва *R* с проектным контуром площадки O_1A. При этом расстояние между рядами зарядов во избежание оставления порогов должно быть не больше радиуса действия взрыва заряда второго ряда.

За ЛНС заряда второго ряда принимается расстояние от его центра до проектируемой поверхности отрыва при взрыве зарядов первого ряда.

Если число рядов превышает два, графическое построение ЛНС первых рядов производится аналогичным способом с размещением зарядов от последнего ряда к первому.

Показатель действия взрыва зарядов *n* первого ряда принимается от 1 до 1,5. Значение *n* для зарядов второго ряда должно быть на 0,25-0,5 больше, чем для зарядов первого ряда. Как правило, заряды второго ряда взрывают с замедлением.

При устройстве профильных выемок месторасположение зарядов следует определять из условия сохранения при взрыве проектного основания выемки и получения заданных откосов. Для этого необходимо учитывать действие заряда в глубь массива, которое выражается в разрушении (рыхлении) дополнительного объема породы за пределами контура воронки (выемки).

При двухъярусном расположении зарядов (см. рис. 23.7) расстояние между ярусами $b_{яр}$ принимается в зависимости от устойчивости породы и величины *n* в

пределах (1,3÷1,6)*W* зарядов нижнего яруса. При двухрядном расположении зарядов в нижнем ярусе за величину *W* принимается ЛНС заряда второго ряда.

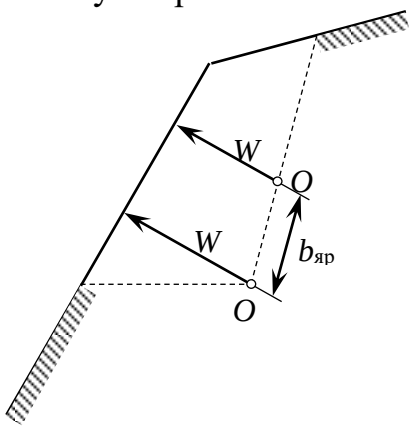


Рис. 23.7. Схема двухъярусного расположения зарядов сброса

Заряды разных ярусов могут взрываться одновременно или с замедлением в направлении сверху вниз.

23.2. Взрывное разрушение негабаритных кусков

При существующей технике и технологии отбойки пород скважинными зарядами на карьерах выход негабаритных кусков при массовых взрывах составляет 0,3-20 % от общего объема взорванной горной массы, особенно большой выход негабарита в трудновзрываемых породах. Высокий выход негабарита ухудшает технико-экономические показатели работы карьеров, усложняет технологический процесс, снижает производительность погрузки, транспорта, повышает себестоимость добычи полезного ископаемого. От быстроты и эффективности дробления негабаритных кусков существенно зависят ритм и общая организация работы на карьере. Для вторичного дробления негабаритов в настоящее время разработано много способов и средств разрушения.

Взрывные способы разрушения негабаритов подразделяются:

1) без бурения шпуров в негабарите: обычными наружными зарядами (рис. 23.8*, а);* кумулятивными зарядами (рис. 23.8, *б*).

2) с бурением шпуров в негабарите: шпуровыми зарядами ВВ (рис. 23.8, *в*); микрозарядами ВВ, гидровзрывные (рис. 23.8, *г*).

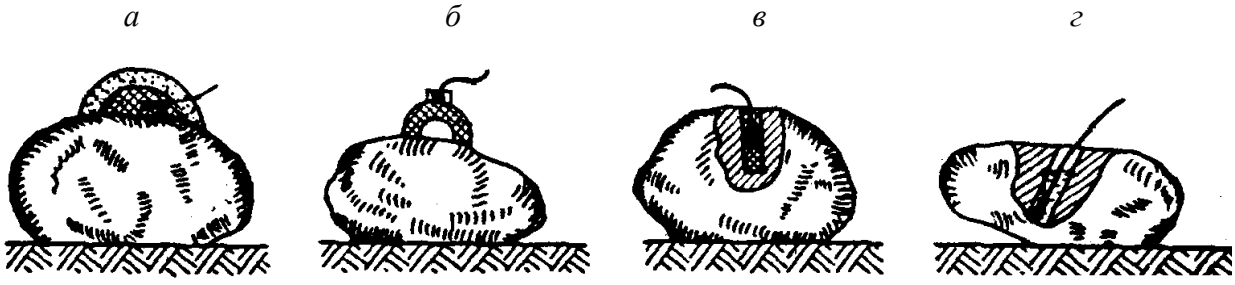


Рис. 23.8. Способы взрывного дробления негабарита

Эффективность каждого из приведенных способов взрывания зависит от многих технических и технологических факторов и определяется с учетом технико-экономических показателей дробления негабарита.

23.2.1. Разрушение негабаритов методом наружных зарядов

Метод наружных (накладных) зарядов состоит во взрывании зарядов, расположенных непосредственно на поверхности разрушаемого предмета.

Для повышения эффективности наружные заряды прикрывают забоечным материалом, слой которого должен быть не меньше одной – двух толщин заряда.

Наружные заряды применяют в тех случаях, когда невозможно или нецелесообразно производить бурение для размещения зарядов. Этот метод может применяться при дроблении негабаритных кусков породы, металла, железобетона или при перебивании удлиненных предметов и др.

При дроблении негабаритных кусков и валунов заряд помещают на поверхности взрываемого куска примерно над центром куска. Вес наружного заряда Q при дроблении негабаритных кусков определяется по формуле

$$Q = q_{\text{і}} V , \qquad (23.8)$$

где Q – вес наружного заряда, кг;

$q_{\text{н}}$ – удельный расход ВВ, зависящий от крепости пород, размеров взрываемых блоков и типа ВВ и принимаемый для скальных горных пород в пределах 1,3÷2,0 кг/м^3.

Наружные заряды взрывают электроогневым, электрическим способами, с помощью детонирующего шнура или неэлектрическими системами инициирования с низкоэнергетическими волноводами. Негабарит разрушается в основном под действием ударной волны, газообразные продукты взрыва почти не участвуют в разрушении негабарита. Этот способ характеризуется высоким удельным расходом ВВ, в десятки раз превышающим удельный расход ВВ при дроблении шпуровыми зарядами и достигающим 2 кг/м^3. При этом наблюдается чрезвычайно сильный звуковой эффект и сильная ударная воздушная волна. Опасная зона при взрывании наружных зарядов составляет не менее 300 м. На предприятиях, где преобладают крепкие, но хрупкие породы, этот способ применяют достаточно широко.

Применение наружной забойки из глины или полиэтиленовых пакетов с водой сокращает расход ВВ при одинаковом эффекте разрушения, уменьшает интенсивность ударной воздушной волны.

Применение кумулятивных зарядов типа ЗКП позволяет в 8-9 раз снизить удельный расход ВВ на вторичное дробление 1 м^3 негабарита. В прессованном

заряде ЗКП имеется кумулятивная выемка, облицованная сталью, промежуточный детонатор и скоба для крепления детонирующего шнура.

Применение кумулятивных зарядов для разрушения негабаритов позволяет уменьшить разлет осколков и снизить силу ударной воздушной волны.

Для выбора массы заряда можно пользоваться эмпирической формулой

$$Q = 0{,}73H^2, \qquad (23.9)$$

где Q –масса заряда, кг;

H – толщина негабаритного куска, м.

Достоинства метода наружных зарядов: простота, высокая маневренность, возможность ведения взрывных работ в самых труднодоступных местах, отсутствие необходимости в буровых работах; недостатки: значительный удельный расход ВВ, низкий эффект взрыва, увеличенные (до 400 м) зона разлета кусков взорванного материала и зона действия воздушной ударной волны.

23.2.2. Разрушение негабаритов методом шпуровых зарядов

Для дробления негабаритов взрывом шпурового заряда в нем бурят шпуры диаметром до 45 мм, глубиной 0,3÷0,5 ширины негабарита. Бурение осуществляется перфораторами различных типов.

Пробуренные шпуры в негабаритных кусках заряжают обычно во время подготовки к массовому взрыву. В шпур помещается заряд ВВ и вводится детонирующий шнур, вставляется зажигательная трубка, электродетонатор или ударно-волновая трубка. Детонирующий шнур от негабаритов подсоединяется к магистральному, который, в свою очередь обычно подсоединяется к магистрали от скважин. Целесообразно проводить взрывание негабарита одновременно с массовым взрывом. Удельный расход ВВ для взрывания негабарита шпуровыми зарядами составляет 0,15÷0,5 кг/м^3.

К недостаткам данного способа разрушения негабаритов относятся: высокая стоимость, вредные условия работы (вибрация, пыль, шум) при бурении.

23.2.3. Разрушение негабаритов гидровзрывным способом

Вместо обычных шпуровых зарядов массой по 200 г можно в шпуры помещать микрозаряды массой 20—50 г в водоустойчивых оболочках. В качестве ВВ используется аммонит № 6 ЖВ. Заряд в резиновой оболочке, приготовленный на складе ВМ, вводится в шпур, который заполняется водой. При этом способе взрывания разлет кусков весьма незначителен, и безопасное расстояние может составлять не более 50 м.

Данный способ разрушения негабаритов может сократить расход ВВ более чем в 10 раз.

Порода, находящаяся в непосредственной близости от заряда ВВ, под действием продуктов детонации разрушается и растрескивается.

При применении небольших зарядов h в шпурах, заполняемых водой, можно достигнуть разрушения негабаритов с минимальным разлетом кусков. Глубина шпуров при гидровзрывании принимается больше двукратной величины уровня жидкости h в шпуре, но меньше половины толщины негабарита. Расстояние между шпурами при гидровзрывании принимается равным 0,5÷0,7 толщины куска, шпуры необходимо располагать равномерно в центральной части негабарита. Минимальное расстояние от шпура до ближайшей боковой поверхности негабарита не должно быть более глубины шпура.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность метода камерных зарядов и где он применяется?
2. Как рассчитывается величина одиночного камерного заряда?
3. Каким может быть расположение камерных зарядов на сброс?
4. В чем сущность разрушения негабарита методом наружных зарядов?
5. В чем заключается сущность разрушения негабарита методом шпуровых зарядов?
6. В чем отличие разрушения негабарита методом шпуровых зарядов от гидровзрывного способа?

Лекция 24

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА ГОРНОМ ПРЕДПРИЯТИИ: ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ; ПЕРСОНАЛ ДЛЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ; ПРАВИЛА УЧЕТА, ПРИЕМКИ И ВЫДАЧИ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Взрывные работы должны выполняться взрывниками под руководством лица технического надзора по письменным нарядам с ознакомлением под роспись и соответствующим наряд-путевкам и проводиться только в местах, отвечающих требованиям правил и инструкций по безопасности работ.

При одновременной работе нескольких взрывников в пределах общей опасной зоны одного из них необходимо назначать старшим. Свои распоряжения он должен подавать голосом или заранее обусловленными и известными взрывникам сигналами.

Взрывник во время работы обязан быть в соответствующей спецодежде, иметь при себе выданные организацией часы, необходимые приборы и принадлежности для взрывных работ. При взрывании несколькими взрывниками часы могут быть только у старшего взрывника.

24.1. Техническая документация для производства взрывных работ

Взрывание зарядов взрывчатых веществ должно проводиться по оформленной в установленном порядке технической документации (проектам, паспортам и т. п.). С такими документами персонал, осуществляющий буровзрывные работы, должен быть ознакомлен под роспись.

24.1.1. Проекты буровзрывных работ

Проекты необходимо составлять для взрывания скважинных, камерных, котловых зарядов, в том числе при выполнении взрывных работ на строительных объектах, валке зданий и сооружений, простреливании скважин, ведении дноуглубительных и ледоходных работ, работ на болотах, подводных взрывных работ, при взрывании горячих массивов, выполнении прострелочно-взрывных, сейсморазведочных работ, производстве иных специальных работ.

Другие взрывные работы, за исключением особо оговоренных в настоящих Правилах случаев, могут выполняться по паспортам.

Каждая организация, ведущая взрывные работы с применением массовых взрывов, должна иметь типовой проект производства буровзрывных работ, являющийся базовым документом для разработки паспортов и проектов, в том числе и проектов массовых взрывов, выполняемых в конкретных условиях.

Массовым взрывом следует считать: на подземных работах – взрыв, при осуществлении которого требуется время для проветривания и возобновления работ в руднике (шахте, участке), большее, чем это предусмотрено в расчете при повседневной организации работ; на открытых работах – взрыв смонтированных в общую взрывную сеть двух и более скважинных, котловых или камерных зарядов, независимо от протяженности заряжаемой выработки, а также единичных зарядов в выработках протяженностью более 10 м.

Типовой проект (ППР) должен утверждаться техническим руководителем и вводиться в действие приказом руководителя организации. При выполнении взрывных работ подрядным способом типовой проект (проект буровзрывных работ) утверждается техническими руководителями организации–подрядчика и организации–заказчика.

Проекты буровзрывных (взрывных) работ в числе прочих вопросов должны содержать решения по безопасной организации работ с указанием основных параметров буровзрывных работ; способам инициирования зарядов; расчетам взрывных сетей; конструкциям зарядов и боевиков; предполагаемому расходу взрывчатых материалов; определению опасной зоны и охране этой зоны с учетом объектов, находящихся в ее пределах (здания,

сооружения, коммуникации и т.п.); проветриванию района взрывных работ и другим мерам безопасности, дополняющим в конкретных условиях требования Единых правил безопасности при взрывных работах.

24.1.2. Паспорта буровзрывных (взрывных) работ

Паспорта должны утверждаться одним из руководителей той организации (шахты, рудника, карьера и т. п.), которая ведет взрывные работы. Паспорта составляются на основании и с учетом результатов не менее трех опытных взрываний. По разрешению руководителя взрывных работ организации (шахты, рудника, карьера и т. п.) допускается вместо опытных взрываний использовать результаты взрывов, проведенных в аналогичных условиях.

Паспорт должен включать:

а) схему расположения шпуров или наружных зарядов; наименования взрывчатых материалов; данные о способе заряжания, числе шпуров, их глубине и диаметре, массе и конструкции зарядов и боевиков, последовательности и количестве приемов взрывания зарядов, материале забойки и ее длине, длинах зажигательных и контрольных трубок (контрольного отрезка огнепроводного шнура); схему монтажа взрывной (электровзрывной) сети с указанием длины (сопротивления), замедлений, схемы и времени проветривания забоев;

б) величину радиуса опасной зоны;

в) указания о местах укрытия взрывника (мастера - взрывника) и рабочих на время производства взрывных работ, которые должны располагаться за пределами опасной зоны;

г) указания о расстановке постов охраны или оцепления, расположении предохранительных устройств, предупредительных и запрещающих знаков, ограждающих доступ в опасную зону и к месту взрыва.

Кроме того, для шахт, опасных по газу или пыли, в паспорте должны быть указаны количество и схема расположения специальных средств по предотвращению взрывов газа (пыли), а также режим взрывных работ.

В отдельных случаях в связи с изменением горно-геологических или других условий с разрешения лица технического надзора, осуществляющего непосредственное руководство взрывными работами, допускается уменьшение массы и числа зарядов в сравнении с показателями, предусмотренными паспортом.

24.1.3. Схемы буровзрывных работ

По схемам разрешается проводить разовые взрывы зарядов в шпурах:

- для доведения контура выработки до размеров, предусмотренных проектом;
- удаления навесов;

- выравнивания забоя;
- подрывки почвы выработки;
- расширения выработки при перекреплении;
- опытном взрывании;
- в целях ликвидации отказов.

Схема составляется и подписывается лицом технического надзора, осуществляющим непосредственное руководство взрывными работами, и на шахтах, опасных по газу или пыли, подлежит утверждению техническим руководителем шахты.

В схеме указываются расположение шпуров, масса и конструкция зарядов, места расположения постов и укрытия взрывника, необходимые дополнительные меры безопасности.

Со схемой под роспись должен быть ознакомлен взрывник (мастер - взрывник).

24.2. Персонал для взрывных работ

К персоналу для взрывных работ относятся:

1) руководители взрывных работ;

2) исполнители взрывных работ (взрывники и мастера-взрывники);

3) работники складов взрывчатых материалов (заведующий складом ВМ, раздатчик склада ВМ, лаборант склада ВМ).

К руководству взрывными работами допускаются лица, имеющие законченное высшее или среднее горнотехническое образование, либо окончившие специальные учебные заведения, дающие соответствующее право, а также получившие Единую книжку взрывника.

Инженерно-технические работники, руководящие взрывными работами на предприятиях и в организациях, ведущих взрывные работы, обязаны при назначении (утверждении) на должность и далее не реже одного раза в три года проходить аттестацию на знание Единых правил безопасности при взрывных работах по вопросам, входящим в их обязанности.

Обучение по профессии взрывника и мастера-взрывника (взрывника на шахтах и рудниках, опасных по газу или пыли) проходят лица мужского пола, имеющие среднее образование и следующий возраст и стаж работы:

в угольных шахтах, опасных по газу или пыли, - не моложе 18 лет и стаж на подземных работах проходчика или рабочего очистного забоя не менее 2 лет;

на всех других видах взрывных работ - не моложе 18 лет и стаж работы не менее одного года по специальности, соответствующей характеру работы организации.

По окончании обучения взрывники сдают квалификационный экзамен комиссии под председательством представителя территориального органа Ростехнадзора.

Лица, имеющие право руководства взрывными работами, имеют право работать взрывниками без обучения, после сдачи квалификационного экзамена.

По окончании обучения (перед стажировкой) взрывникам выдается квалификационное удостоверение – Единая книжка взрывника.

Взрывник допускается к самостоятельному производству взрывных работ только после работы стажером в течение одного месяца под руководством опытного взрывника.

Заведующими складами ВМ должны назначаться лица, имеющие право руководства взрывными работами или окончившие вузы (средние специальные учебные заведения) по специальности технологии изготовления и исследования ВВ, а также взрывники, прошедшие обучение по специальной программе подготовки заведующих складами ВМ, сдавшие квалификационный экзамен и получившие Единую книжку взрывника.

Раздатчиками ВМ на складах разрешается назначать лиц, имеющих образование не ниже среднего, прошедших обучение по специальной программе подготовки заведующих складами ВМ, сдавших квалификационный экзамен и получившие Единую книжку взрывника. Они допускаются к самостоятельной работе после стажировки в течение 10 дней. Раздатчиками можно назначать взрывников, прошедших стажировку в течение 5 дней.

Лаборантами складов ВМ могут назначаться лица, прошедшие подготовку по программе для лаборантов складов ВМ, сдавшие квалификационный экзамен и получившие Единую книжку взрывника.

24.3. Правила приемки, отпуска и учета взрывчатых материалов

Доставленные на места хранения взрывчатые материалы должны быть без промедления помещены в хранилища, на площадки и т. п. и оприходованы на основании отправочных заводских документов, наряд-накладной или наряд-путевки.

Предприятие обязано вести учет прихода и расхода взрывчатых материалов на складах ВМ в Книге учета прихода и расхода взрывчатых материалов (форма 1) и Книге учета выдачи и возврата взрывчатых материалов (форма 2).

Формы учета:

- Книга учета прихода и расхода взрывчатых материалов (форма 1) должна быть пронумерована, прошнурована и скреплена печатью или пломбой органа Ростехнадзора. Книгу должны вести заведующие и раздатчики складов взрывчатых материалов. Взрывчатые материалы каждого наименования должны учитываться отдельно. Остаток ВМ по каждому наименованию должен быть подсчитан и занесен в книгу на конец текущих суток.
- Книга учета выдачи и возврата взрывчатых материалов (форма 2) должна быть также пронумерована, прошнурована и скреплена печатью или пломбой органа Ростехнадзора. Книга предназначена для выдачи ВМ взрывникам и приема у них остатков ВМ. Книгу должны вести заведующие и раздатчики складов взрывчатых материалов.

- Наряд-накладная (форма 3) служит для отпуска взрывчатых материалов с одного места хранения на другое.
- Наряд-путевка на производство взрывных работ (форма 4) служит для отпуска взрывчатых материалов взрывникам. Наряд-путевка должна подписываться начальником участка, на котором проводятся взрывные работы, или его заместителем. На шахтах (рудниках), опасных по газу или пыли, кроме того, наряд-путевка должна подписываться руководителем служб взрывных работ и вентиляции и утверждаться руководителем шахты.

После взрывных работ взрывник, на имя которого выписана наряд-путевка, и лицо технического надзора, руководившее взрывными работами в смене, обязаны подтвердить своими подписями в наряд-путевке фактический расход взрывчатых материалов по назначению.

Проверка правильности учета, хранения и наличия взрывчатых материалов на складах должна проводиться ежемесячно лицами, назначенными руководителем предприятия, и периодически – представителем органов Ростехнадзора.

Контрольные вопросы

1. В каких случаях применяются проекты, паспорта и схемы буровзрывных (взрывных) работ?
2. Какие лица допускаются к руководству взрывными работами?
3. Кто допускается к обучению по профессии «взрывник»?
4. Какие должности персонала для взрывных работ существуют на складах ВМ?
5. Охарактеризуйте основные формы учета ВМ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Конспект лекций соответствует учебной программе дисциплины «Разрушение горных пород взрывом», разработанной на основании многолетнего опыта преподавания данного предмета в Уральском государственном горном университете.

Согласно программе, студенты, обучающиеся по специальностям направления «Горное дело», должны знать историю, современное состояние и перспективы применения взрывных технологий; основы теории взрыва и взрывчатых веществ, ассортимент промышленных взрывчатых материалов, технику и технологию основных методов ведения взрывных работ на горных предприятиях.

В соответствии с требованиями программы в конспекте лекций приводятся сведения о типах взрыва и характеристиках взрывчатых веществ, даются сведения о формах химического превращения ВВ, в т. ч. основах теории детонации, рассматриваются общие характеристики промышленных ВВ, основные типы и рецептуры непредохранительных ВВ, основы теории и ассортимент предохранительных ВВ, методы испытаний промышленных взрывчатых веществ. Подробно освещены вопросы, связанные с методами ведения взрывных работ: шпуровых, скважинных, камерных и наружных зарядов.

Список литературы

Андреев, К. К. Теория взрывчатых веществ / К. К. Андреев, А. Ф. Беляев. – М.: Оборонгиз, 1960.

Взрывчатые вещества и средства инициирования промышленного назначения: каталог. – М.: ГосНИП «Расчет», 2003.

Дубнов, Л. В. Промышленные взрывчатые вещества / Л. В. Дубнов, Н. С. Бахаревич, А. И. Романов. – М.: Недра, 1988.

Единые правила безопасности при взрывных работах. – М., 2001.

Кутузов, Б.Н. Методы ведения взрывных работ. Часть I. Разрушение горных пород взрывом: учебник для вузов / Б. Н. Кутузов. – М.: Изд-во «Горная книга», 2007.

Кутузов, Б. Н. Разрушение горных пород взрывом (взрывные технологии в промышленности) / Б. Н. Кутузов. – М.: Изд-во МГГУ, 1994.

Латышев, О.Г. Промышленные взрывчатые материалы: учебное пособие / О. Г. Латышев, А. Г. Петрушин, М. А. Азанов.– Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008.

Латышев, О.Г. Разрушение горных пород / О. Г. Латышев. – М.: Теплотехник, 2007.

Мосинец, В. Н. Разрушение трещиноватых и нарушенных массивов / В. Н. Мосинец, А. В. Абрамов. – М.: Недра, 1982.

Покровский, Г. И. Действие удара и взрыва в деформируемых средах /Г. И. Покровский, И. С. Федоров. – М.: Гос. изд-во лит. по стройматериалам, 1957.

Промышленные взрывчатые материалы. Применение взрывчатых материалов из утилизируемых боеприпасов и твердых ракетных топлив: Учебное пособие / С. В. Корнилков, М. В. Корнилков, Г. П. Берсенев [и др]; под общей редакцией М. В. Корнилкова. – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003.

Ржевский, В. В. Процессы открытых горных работ / В. В. Ржевский. – М.: Недра, 1978.

Суханов, А. Ф. Разрушение горных пород взрывом / А. Ф. Суханов, Б. Н. Кутузов. – М.: Недра, 1983.

Технические правила ведения взрывных работ на земной поверхности. – М.: Недра, 1972.

Угольников, В. К. Промышленные взрывчатые материалы: учебное пособие / В. К. Угольников, П. С. Симонов, Н. В. Угольников. – Магнитогорск, Изд-во МГГУ им. Г. И. Носова, 2005.

Заявки на книгу отправлять по адресу:
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»,
Издательство

Учебное издание

Михаил Викторович Корнилков

РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ВЗРЫВОМ

Конспект лекций

Редактор Л. В. Устьянцева

Компьютерная верстка М. В. Корнилков

Подписано в печать 29.09.2008 г. Бумага писчая. Формат 60×84/16.
Печать офсетная. Печ. л. 12,625. Уч.-изд. л. 12,25. Тираж 500. Заказ

Изд-во УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Отпечатано с оригинал-макета в лаборатории
множительной техники УГГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

ФИЛОСОФИЯ

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация № 4

Сейсморазведка

форма обучения: очная, заочная

Автор: Гладкова И. В., доцент, канд. филос. н.

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по работе с текстом лекций	5
2	Методические рекомендации по подготовке к опросу	7
3	Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)	8
4	Методические рекомендации по написанию эссе	10
5	Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям	13
6	Методические рекомендации по подготовке к дискуссии	13
7	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	15
	Заключение	18
	Список использованных источников	19

ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

Самостоятельная работа студента (СРС) - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

Самостоятельная работа студента - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение информации и ее логическая переработка;

- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столам.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзор литературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблем;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение выполнение курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

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

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

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

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

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

.

1. Методические рекомендации по работе с текстом лекций

На лекционных занятиях необходимо конспектировать учебный материал. Обращать внимание на формулировки, определения, раскрывающие содержание тех или иных понятий, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском мастерстве. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента, и помогает усвоить учебный материал.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения. Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен *умением слушать*, и стремлением воспринимать материал, нужное записывая в тетрадь. Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, хаотично. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.

2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.

3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения), уместны и свои краткие пояснения к записям.

Студентам не следует подробно записывать на лекции «все подряд», но обязательно фиксировать то, что преподаватели диктуют – это базовый конспект, содержащий основные положения лекции: определения, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадигмы, концепции, ситуации, а также мысли-маяки (ими часто являются афоризмы, цитаты, остроумные изречения). Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно.

Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). С целью доработки конспекта лекции необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Доработанный конспект и

рекомендуемая литература используется при подготовке к практическому занятию. Знание лекционного материала при подготовке к практическому занятию обязательно.

Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях. Главное - вести конспект аккуратно и регулярно, только в этом случае он сможет стать подспорьем в изучении дисциплины.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Важным средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту лекции, например, составление ее развернутого плана или тезисов; ответы на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); составление проверочных тесты по проблеме, написание по ней реферата, составление графических схем.

По своим задачам лекции могут быть разных жанров: *установочная лекция* вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), а *обобщающая лекция* позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной проблемы.

В процессе освоения материалов обобщающих лекций студенты могут выполнять задания разного уровня. Например: задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции); задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы); задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме). Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента. При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [1].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[2].

---

[1] Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

[2]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. Объем временина на подготовку к устному опросу зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3.Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)

Доклад – публичное сообщение по заданной теме, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

При подготовке доклада используется дополнительная литература, систематизируется материал. Работа над докладом не только позволяет учащемуся приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научно-исследовательских навыков самостоятельной работы с научной литературой, что повышает познавательный интерес к научному познанию.

Приветствуется использование мультимедийных технологий, подготовка докладов-презентаций.

Доклад должен соответствовать следующим требованиям:

- тема доклада должна быть согласованна с преподавателем и соответствовать теме занятия;

- иллюстрации (слайды в презентации) должны быть достаточными, но не чрезмерными;

- материалы, которыми пользуется студент при подготовке доклада-презентации, должны тсоответствовать научно-методическим требованиям ВУЗа и быть указаны в докладе;

- необходимо соблюдать регламент: 7-10 минут выступления.

Преподаватель может дать тему сразу нескольким студентам одной группы, по принципу: докладчик и оппонент. Студенты могут подготовить два выступления с противоположными точками зрения и устроить дискуссию по проблемной теме. Докладчики и содокладчики во многом определяют содержание, стиль, активность данного занятия, для этого необходимо:

- использовать технические средства;
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации (семинара);
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7-10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин;
- иметь представление о композиционной структуре доклада.

После выступления докладчик и содокладчик, должны ответить на вопросы слушателей.

В подготовке доклада выделяют следующие этапы:

1. Определение цели доклада: информировать, объяснить, обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т. п.)

2. Подбор литературы, иллюстративных примеров.

3. Составление плана доклада, систематизация материала, композиционное оформление доклада в виде печатного /рукописного текста и электронной презентации.

Общая структура доклада

Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение.

Вступление.

Вступление должно содержать:

- название презентации (доклада);
- сообщение основной идеи;
- обоснование актуальности обсуждаемого вопроса;
- современную оценку предмета изложения;
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов;
- живую интересную форму изложения;
- акцентирование оригинальности подхода.

Основная часть.

Основная часть состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки) Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным.

Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение.

Заключение - это ясное четкое обобщение, в котором подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации. Требования к оформлению доклада. Объем машинописного текста доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом).

Доклад оценивается по следующим критериям:

Критерии оценки доклада, сообщения	*Количество баллов*
Содержательность, информационная насыщенность доклада	1
Наличие аргументов	1
Наличие выводов	1
Наличие презентации доклада	1
Владение профессиональной лексикой	1
Итого:	5

Электронные презентации выполняются в программе MS PowerPoint в виде слайдов в следующем порядке: • титульный лист с заголовком темы и автором исполнения презентации; • план презентации (5-6 пунктов - это максимум); • основная часть (не более 10 слайдов); • заключение (вывод). Общие требования к стилевому оформлению презентации: • дизайн должен быть простым и лаконичным; • основная цель - читаемость, а не субъективная красота; цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов; • всегда должно быть два типа слайдов: для титульных и для основного текста; • размер шрифта должен быть: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст); • текст должен быть свернут до ключевых слов и фраз. Полные развернутые предложения на слайдах таких презентаций используются только при цитировании; каждый слайд должен иметь заголовок; • все слайды должны быть выдержаны в одном стиле; • на каждом слайде должно быть не более трех иллюстраций; • слайды должны быть пронумерованы с указанием общего количества слайдов.

4. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем. Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Построение эссе - это ответ на вопрос или раскрытие темы, которое основано на классической системе доказательств.

Структура эссе

1. *Титульный лист* (заполняется по единой форме);

2. *Введение* - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически.

На этом этапе очень важно правильно *сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.*

3. *Основная часть* - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса.

Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий:

Причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства — совершено необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить.

Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. *Заключение* - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь.

Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения.

Тезис - это положение (суждение), которое требуется доказать. *Аргументы* - это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. *Вывод* - это мнение, основанное на анализе фактов. *Оценочные суждения* - это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. *Аргументы* обычно делятся на следующие группы:

1. *Удостоверенные факты* — фактический материал (или статистические данные).
2. *Определения* в процессе аргументации используются как описание понятий, связанных с тезисом.
3. *Законы* науки и ранее доказанные теоремы тоже могут использоваться как аргументы доказательства.

Требования к фактическим данным и другим источникам

При написании эссе чрезвычайно важно то, как используются эмпирические данные и другие источники (особенно качество чтения). Все (фактические) данные соотносятся с конкретным временем и местом, поэтому прежде, чем их использовать, необходимо убедится в том, что они соответствуют необходимому для исследований времени и месту. Соответствующая спецификация данных по времени и месту — один из способов, который может предотвратить чрезмерное обобщение, результатом которого может, например, стать предположение о том, что все страны по некоторым важным аспектам одинаковы (если вы так полагаете, тогда это должно быть доказано, а не быть голословным утверждением).

Всегда можно избежать чрезмерного обобщения, если помнить, что в рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Нельзя забывать также, что данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.), и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

Как подготовить и написать эссе

Качество любого эссе зависит от трех взаимосвязанных составляющих, таких как:

1. Исходный материал, который будет использован (конспекты прочитанной литературы, лекций, записи результатов дискуссий, собственные соображения и накопленный опыт по данной проблеме).

2. Качество обработки имеющегося исходного материала (его организация, аргументация и доводы).

3. Аргументация (насколько точно она соотносится с поднятыми в эссе проблемами).

Процесс написания эссе можно разбить на несколько стадий: обдумывание - планирование - написание - проверка - правка.

Планирование - определение цели, основных идей, источников информации, сроков окончания и представления работы.

Цель должна определять действия.

Идеи, как и цели, могут быть конкретными и общими, более абстрактными. Мысли, чувства, взгляды и представления могут быть выражены в форме аналогий, ассоциации, предположений, рассуждений, суждений, аргументов, доводов и т.д.

Аналогии - выявление идеи и создание представлений, связь элементов значений.

Ассоциации - отражение взаимосвязей предметов и явлений действительности в форме закономерной связи между нервно - психическими явлениями (в ответ на тот или иной словесный стимул выдать «первую пришедшую в голову» реакцию).

Предположения - утверждение, не подтвержденное никакими доказательствами.

Рассуждения - формулировка и доказательство мнений.

Аргументация - ряд связанных между собой суждений, которые высказываются для того, чтобы убедить читателя (слушателя) в верности (истинности) тезиса, точки зрения, позиции.

Суждение - фраза или предложение, для которого имеет смысл вопрос: истинно или ложно?

Доводы - обоснование того, что заключение верно абсолютно или с какой-либо долей вероятности. В качестве доводов используются факты, ссылки на авторитеты, заведомо истинные суждения (законы, аксиомы и т.п.), доказательства (прямые, косвенные, «от противного», «методом исключения») и т.д.

Перечень, который получится в результате перечисления идей, поможет определить, какие из них нуждаются в особенной аргументации.

*Источники***.** Тема эссе подскажет, где искать нужный материал. Обычно пользуются библиотекой, Интернет-ресурсами, словарями, справочниками. Пересмотр означает редактирование текста с ориентацией на качество и эффективность.

Качество текста складывается из четырех основных компонентов: ясности мысли, внятности, грамотности и корректности.

Мысль - это содержание написанного. Необходимо четко и ясно формулировать идеи, которые хотите выразить, в противном случае вам не удастся донести эти идеи и сведения до окружающих.

Внятность - это доступность текста для понимания. Легче всего ее можно достичь, пользуясь логично и последовательно тщательно выбранными словами, фразами и взаимосвязанными абзацами, раскрывающими тему.

Грамотность отражает соблюдение норм грамматики и правописания. Если в чем-то сомневаетесь, загляните в учебник, справьтесь в словаре или руководстве по стилистике или дайте прочитать написанное человеку, чья манера писать вам нравится.

Корректность — это стиль написанного. Стиль определятся жанром, структурой работы, целями, которые ставит перед собой пишущий, читателями, к которым он обращается.

5. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой *дискуссию* в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие подведением итогоа обсуждения, заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия, демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Готовясь к конкретной теме занятия следует ознакомиться с новыми официальными документами, статьями в периодических журналах, вновь вышедшими монографиями.

6. Методические рекомендации по подготовке к дискуссии

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает *семинар-дискуссия,* где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и

недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

Дискуссия (от лат. discussio - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

Дискуссия обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обусловливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

Дискуссия- диалог чаще всего применяется для совместного обсуждения учебных и производственных проблем, решение которых может быть достигнуто путем взаимодополнения, группового взаимодействия по принципу «индивидуальных вкладов» или на основе согласования различных точек зрения, достижения консенсуса.

Дискуссия - спор используется для всестороннего рассмотрения сложных проблем, не имеющих однозначного решения даже в науке, социальной, политической жизни, производственной практике и т.д. Она построена на принципе «позиционного противостояния» и ее цель - не столько решить проблему, сколько побудить участников дискуссии задуматься над проблемой, уточнить и определить свою позицию; научить аргументировано отстаивать свою точку зрения и в то же время осознать право других иметь свой взгляд на эту проблему, быть индивидуальностью.

Условия эффективного проведения дискуссии:

- информированность и подготовленность студентов к дискуссии,
- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;
- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;
- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;
- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

Подготовка студентов к дискуссии: если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимыми справочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

В проведении дискуссии выделяется несколько этапов.

*Этап 1-й, введение в дискуссию***:** формулирование проблемы и целей дискуссии;

определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

*Этап 2-й, обсуждение проблемы***:** обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

*Этап 3-й, подведение итогов обсуждения***:** выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

7. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное

обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, иначе в день экзамена не будет чувства бодрости и уверенности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства.

Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

2. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

3. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.02.02 ИСТОРИЯ РОССИИ

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация

Сейсморазведка

Автор: Железникова А.В.

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..……..3

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ…….……..…..……..6

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ……10

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ…….……18

ПОДГОТОВКА К ДОКЛАДУ…….22

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ....27

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ……30

ПОДГОТОВКА ЭССЕ……31

ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ…….....34

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……36

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении – это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;

- объем задания должен соответствовать уровню студента;

- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – практические занятия;

2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям, подготовка к устному опросу, участию в дискуссиях, решению практико-ориентированных задач и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;

- уровень образования и степень подготовленности студентов;

- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «*История России*» обращаю внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к выполнению *контрольной работы* и к сдаче *зачета*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «*История России*» являются:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение тем курса (в т. ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т. ч. подготовка доклада, подготовка к выполнению практико-ориентированного задания);
- подготовка к тестированию;
- подготовка эссе;
- подготовка контрольной работы;
- подготовка к зачету.

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

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Тема 1. Объект, предмет, основные понятия и методы исследования истории

1.История как наука. Сущность, формы, функции исторического знания.

2.Методы и источники изучения истории. Понятие и классификация исторического источника.

3.Концепции исторического процесса.

4.История России - неотъемлемая часть всемирной истории.

5.Историография отечественной истории.

Тема 2. Славянский этногенез. Образование государства у восточных славян

1.Этногенез восточных славян.

2.Славяне: расселение, занятия, общественное устройство, верования.

3.Предпосылки образования государственности у восточных славян

4.Норманнская и антинорманнская теории.

5. Первые князья династии Рюриковичей.

6. Русь и Византия. Первые договоры.

Тема 3. Киевская Русь

1. Социально-экономический и общественно-политический строй Киевской Руси (конец X – первая треть XII вв.).

2.Формирование системы государственного управления. Князья Игорь, Ольга, Святослав.

3. Князь Владимир. Крещение Руси и его значение.

4. Ярослав Мудрый. «Русская правда» - первый свод законов Древнерусского государства. Владимир Мономах.

Тема 4. Русь в эпоху феодальной раздробленности

1.Предпосылки распада Киевской Руси и начала феодальной раздробленности.

2. Политическая раздробленность на Руси

а) Новгородская боярская республика.

б) Владимиро-Суздальская Русь. Юрий Долгорукий, Андрей Боголюбский, Всеволод Большое Гнездо.

в) Галицко-Волынская земля. Ростислав Мстиславич, Даниил Романович.

г) Киевская земля в период феодальной раздробленности.

3. Последствия раздробленности.

4. Завоевательные походы монголов и нашествие Батыя на Русь.

5. Борьба с немецко-шведской агрессией. Деятельность А.Невского

6. Золотоордынское влияние на развитие средневековой Руси: оценки историков.

Тема 5. Складывание Московского государства в XIV - XVI вв. (XIV – начало XVI вв.)

1.Предпосылки и особенности процесса объединения русских земель.

2.Этапы политического объединения, их характеристика и содержание. Иван Калита, Дмитрий Донской.

3.Социально-экономическое развитие и формирование политических основ Российского государства при Иване III и Василии III.

4. Внутренняя и внешняя политика Ивана IV.

5. Культура Руси XIV – начала XVI вв.

Тема 6. Российское государство в XVII в.

1.Смутное время начала XVII в.

2.Развитие Российского государства при первых царях династии Романовых:

а) новые явления в социально-экономической жизни;

б) движение социального протеста;

в) государственно-общественное развитие;

г) реформы патриарха Никона и церковный раскол;

д) внешняя политика России в XVII в., присоединение новых территорий

Тема 7. Россия в XVIII в.

1. Реформы Петра I и начало российской модернизации

2. Внешняя политика Петра I. Рождение Российской империи.

3. «Эпоха дворцовых переворотов» (1725–1762 гг.).

4.Царствование Екатерины II:

а) социально-экономическое развитие России во 2-й половине XVIII в.;

б) «Просвещенный абсолютизм»: содержание, особенности, противоречия.

4.Российское государство в конце XVIII века. Павел I.

5.Внешняя политика России

6.Европеизация и секуляризация русской культуры: результаты и последствия.

Тема 8. Россия в XIX в.

1. Александр I и его преобразования. М.М. Сперанский.

2. Внешняя политика в первой четверти XIX в.

3. Внутренняя и внешняя политика императора Николая I.

4. Александр II. Отмена крепостного права и ее влияние на социально-экономическое развитие страны.

5.Либерально-буржуазные реформы 60–70-х гг. XIX в. и их последствия.

6. «Контрреформы» Александра III: корректировка реформаторского курса.

7.Общественно-политические движения (консервативный, либеральный, революционный лагерь).

8.Внешняя политика России во второй половине XIX в.

9. Культура и общественная жизнь России в XIX в.

Тема 11. Россия в XX в.

1.Проблемы российской модернизации на рубеже XIX –XX вв. Программа индустриализации С. Ю. Витте. Реформы П. А. Столыпина.

2.Революция 1905–1907 гг. в России. Становление многопартийности и парламентаризма в России.

3. Внешняя политика. Первая мировая война.

4.Февральская революция 1917 года. Октябрь 1917 года: приход к власти большевиков.

5.Гражданская война в России и первое десятилетие Советской власти

6. Новая экономическая политика: цели, направления, результаты.

7.Социально-экономические преобразования в СССР:

а) индустриализация страны: необходимость, источники, методы, итоги;

б) коллективизация сельского хозяйства;

в) формирование и упрочение административно-бюрократической системы.

8. Политическая система СССР в 1930-е годы. Завершение «культурной революции».

9. Образование СССР. Внешняя политика СССР в 1930-е гг.

10. СССР во Второй мировой войне

а) подготовка страны к войне, этапы войны;

б) крупнейшие сражения, партизанское движение, работа тыла;

в) СССР и союзники во Второй мировой войне;

г) итоги войны, цена Великой победы.

11. СССР в послевоенный период

12. Социально-экономическое и общественно-политическое развитие СССР в 1946–1953 гг.

13.Успехи и противоречия социально-экономического и внешне-политического развития страны под руководством Н. С. Хрущева

14. Советское общество в эпоху «застоя» в период руководства Л.И. Брежнева

15. СССР в середине 1980-1990 гг.

а) Экономические преобразования в стране. Политика «ускорения». «Перестройка» в СССР.

б) Концепция «Нового политического мышления» и ее претворение в жизнь.

в) Реформирование политической системы. Распад СССР.

Тема 17. Россия и мир в начале XXI в.

1. Геополитические последствия распада СССР. Провозглашение суверенитета Российской Федерации. 2.Формирование новой государственности. Конституция 1993 г.

3. Социально-экономические преобразования. Рыночная модернизация страны.

4. Внешнеполитическая деятельность в условиях новой геополитической ситуации. Россия и мир на рубеже XX– XXI.

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Объект, предмет, основные понятия и методы исследования истории

История
Исторический факт
Исторический источник
Интерпретация
Этнос
Менталитет
Государство
Цивилизация
Формация
Классы
Прогресс
Регресс
Общественно-экономическая формация
Геополитика

Тема 2. Славянский этногенез. Образование государства у восточных славян

Великое переселение народов
Этногенез
Военная демократия
Язычество
Полюдье
Повоз
Погосты и уроки
Феодализм
Варяги
Вервь
Вече
Племенной союз
Государство
Князь
Русь
Волхвы
Анты и венеды
Отроки
Смерды
Закупы
Рядовичи
Холопы

Тема 3. Киевская Русь

«Русская правда»
Вотчина
Боярская дума
Децентрализация
Уделы
Централизация
Поместье
Воевода
Ремесло
Феодализм
Феодальные отношения
Усложнение социальной структуры
Культура народная, культура религиозная
Фольклор
Храм
Икона фреска
Летописание
Эволюция государственности
Хазары, половцы, печенеги

Тема 4. Русь в эпоху феодальной раздробленности

Великий князь
Княжеский двор
Дружина
Междоусобные войны
Феодальная раздробленность
Феодальные центры
Боярская республика
Посадник
Тысяцкий
Сепаратизм
Последствия раздробленности
Держава Чингисхана
Золотая Орда
Монголо-татарское нашествие
Баскак
Выход
Подушная подать
Монголо-татарское иго
Ярлык
Проблема взаимовлияния
Вторжения с северо-запада
Ливонский орден
Рыцари

Тема 5. Складывание Московского государства в XIV - XVI вв. (XIV – начало XVI вв.)

Централизация
Приказы
Поместье
Дворяне
Местничество
Кормление
Крепостное право
Боярская дума
Натуральное хозяйство
Судебник
Государев дворец
Государева казна
Государственные символы
«Москва – третий Рим»
Сословно-представительная монархия
Земский собор
Митрополит
Крепостное право
Венчание на царство
Избранная рада
Реформа
Приказы
Стрелецкое войско
Стоглав
Опричнина
Губные избы
Династический кризис

Тема 6. Российское государство в XVII в.

Смутное время
Интервенция
Крестьянская война
Семибоярщина
Самозванство
Народное ополчение
Сословно-представительная монархия
Патриарх
«Бунташный век»
Тягло
Урочные и заповедные лета
Мануфактуры
Юридическое закрепощение крестьян
Личная зависимость

Внеэкономическая эксплуатация
Стрельцы
Казаки
Полки нового строя
Раскол в Русской православной церкви
Старообрядчество
Ярмарка
Абсолютная монархия

Тема 7. Россия в XVIII в.

Абсолютизм
Империя
Регулярная армия
Синод
Сенат
Министерства
Коллегии
«Великое посольство»
Подушная подать
Табель о рангах
Рекруты
Ассамблеи
Кунсткамера
Протекционизм
Меркантилизм
Государственная монополия
Дворцовые перевороты
Гвардия
Верховный Тайный совет
Кондиции
«Бироновщина»
Просвещенный абсолютизм
Уложенная комиссия
Жалованная грамота
Приписные крестьяне
Обер-прокурор
Господствующее сословие
Податные сословия
Крестьянская война

Тема 8. Россия в XIX в.

Либеральные реформы
Конституционализм
Негласный комитет
Государственный Совет

Отечественная война
Конституция
Монархия
Крестьянский вопрос
Либерализм
Аракчеевщина
Реакция
Консерватизм
Общественное движение
Декабристы
Западники
Славянофилы
Теория «официальной народности»
Восточный вопрос
Бюрократизация
Кодификация
Финансовая реформа Е.Ф. Канкрина
Буржуазия
Капитализм
Рабочий класс
Промышленный переворот
Крестьянская реформа
Выкупные платежи
Временно-обязанные крестьяне
Уставные грамоты
Крестьянская община
Народничество, радикализм
Рабочее движение
Марксизм
Социал-демократия
Контрреформы
Легитимность
Выкупная сделка
Мировой суд
Земство
Всесословная воинская повинность
Буржуазия, пролетариат
Индустриализация и модернизация
Союз трех императоров

Тема 9. Россия в XX веке.

Монополия
Промышленный подъем
Депрессия
Модернизация

Революция
Манифест
Конституционная монархия
Политическая партия
Государственная Дума
Прогрессивный блок
Революционные партии
Антанта
Тройственный союз
Аграрная реформа
Отруб, хутор
Советы
Большевики, меньшевики
Временное правительство
Республика
Двоевластие
Учредительное собрание
Первая Мировая война

Совет народных комиссаров
Красная Армия
Белое движение
Гражданская война
Сепаратный мирный договор
Иностранная интервенция
Мировая революция
Декреты
Военный коммунизм
Продразверстка
Авторитаризм
Тоталитаризм
Коминтерн
Новая экономическая политика
Продналог
Индустриализация
Коллективизация
Культурная революция
«Мюнхенский сговор»
Лига Наций
Коллективная безопасность
Вторая Мировая война
Пакт о ненападении
Государственный Комитет обороны, Ставка Верховного главнокомандования
Эвакуация

Антигитлеровская коалиция
Второй фронт
Коренной перелом
Партизанское движение, подпольное движение
Сопротивление
Фашизм, японский милитаризм
Ленд-лиз
Капитуляция
ООН
НАТО, ОВД
Репрессии
Либерализация политического режима
Десталинизация
Денежная реформа
Мировая социалистическая система
«Оттепель»
ГУЛАГ
Реабилитация
«Холодная война»
Совхоз
Целина
Мелиорация
Спутник
Освоение космоса
Паритет
Правозащитное движение
Диссиденты
Развитой социализм
Герантократия
Разрядка
«Теневая экономика»
Концепция развитого социализма
Разрядка международной напряженности
Стабильность кадров
Реформа хозяйственного механизма
Экстенсивный путь развития
Страны социалистической ориентации
Перестройка
Гласность
«Новое политическое мышление»
Плюрализм
СНГ
Приватизация
Прибыль и рентабельность
Госприемка

«Шоковая терапия»
Ваучер
Распад СССР
Многопартийность
Возрождение парламентаризма
Рыночная экономика
Борьба с экстремизмом и терроризмом
Дефолт
Стабилизация
Финансовый кризис
Содружество Независимых государств

Тема 17. Россия и мир в начале XXI в.

Правовое государство
Гражданское общество
Рыночная экономика
Дефолт
Вертикаль власти
Олигархи
Глобализация
Совет Федерация
Государственная Дума
Совет Европы
ВТО

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный,

кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель –

познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков,

вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА

Одной из форм текущего контроля является доклад, который представляет собой продукт самостоятельной работы студента.

Доклад - это публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Как правило, в основу доклада ложится анализ литературы по проблеме. Он должен носить характер краткого, но в то же время глубоко аргументированного устного сообщения. В нем студент должен, по возможности, полно осветить различные точки зрения на проблему, выразить собственное мнение, сделать критический анализ теоретического и практического материала.

Подготовка доклада является обязательной для обучающихся, если доклад указан в перечне форм текущего контроля успеваемости в рабочей программе дисциплины.

Доклад должен быть рассчитан на 7-10 минут.

Обычно доклад сопровождается представлением презентации.

Презентация (от англ. «presentation» - представление) - это набор цветных слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата с расширением PP.

Целью презентации - донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации, изложенной в докладе, в удобной форме.

Перечень примерных тем докладов с презентацией представлен в рабочей программе дисциплины, он выдается обучающимся заблаговременно вместе с методическими указаниями по подготовке. Темы могут распределяться студентами самостоятельно (по желанию), а также закрепляться преподавателем дисциплины.

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

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления.

Для этого, остановитесь на теме, которая вызывает у Вас больший интерес; определите цель выступления; подумайте, достаточно ли вы знаете по выбранной теме или проблеме и сможете ли найти необходимый материал;

- осуществить сбор материала к выступлению.

Начинайте подготовку к докладу заранее; обращайтесь к справочникам, энциклопедиям, научной литературе по данной проблеме; записывайте необходимую информацию на отдельных листах или тетради;

- организовать работу с литературой.

При подборе литературы по интересующей теме определить конкретную цель поиска: что известно по данной теме? что хотелось бы узнать? для чего нужна эта информация? как ее можно использовать в практической работе?

- во время изучения литературы следует: записывать вопросы, которые возникают по мере ознакомления с источником, а также ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;

- обработать материал.

Учитывайте подготовку и интересы слушателей; излагайте правдивую информацию; все мысли должны быть взаимосвязаны между собой.

При подготовке доклада с презентацией особо необходимо обратить внимание на следующее:

- подготовка доклада начинается с изучения источников, рекомендованных к соответствующему разделу дисциплины, а также специальной литературы для докладчика, список которой можно получить у преподавателя;

- важно также ознакомиться с имеющимися по данной теме монографиями, учебными пособиями, научными информационными статьями, опубликованными в периодической печати.

Относительно небольшой объем текста доклада, лимит времени, отведенного для публичного выступления, обусловливает потребность в тщательном отборе материала, умелом выделении главных положений в содержании доклада, использовании наиболее доказательных фактов и убедительных примеров, исключении повторений и многословия.

Решить эти задачи помогает составление развернутого плана.

План доклада должен содержать следующие главные компоненты: краткое вступление, вопросы и их основные тезисы, заключение, список литературы.

После составления плана можно приступить к написанию текста. Во вступлении важно показать актуальность проблемы, ее практическую значимость. При изложении вопросов темы раскрываются ее основные положения. Материал содержания вопросов полезно располагать в таком порядке: тезис; доказательство тезиса; вывод и т. д.

Тезис - это главное основополагающее утверждение. Он обосновывается путем привлечения необходимых цитат, цифрового материала, ссылок на статьи. При изложении содержания вопросов особое внимание должно быть обращено на раскрытие причинно-следственных связей, логическую последовательность тезисов, а также на формулирование окончательных выводов. Выводы должны быть краткими, точными, достаточно аргументированными всем содержанием доклада.

В процессе подготовки доклада студент может получить консультацию у преподавателя, а в случае необходимости уточнить отдельные положения.

Выступление

При подготовке к докладу перед аудиторией необходимо выбрать способ выступления:

- устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды);
- чтение подготовленного текста.

Чтение заранее написанного текста значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Короткие фразы легче воспринимаются на слух, чем длинные.

Необходимо избегать сложных предложений, причастных и деепричастных оборотов. Излагая сложный вопрос, нужно постараться передать информацию по частям.

Слова в речи надо произносить четко и понятно, не надо говорить слишком быстро или, наоборот, растягивать слова. Надо произнести четко особенно ударную гласную, что оказывает наибольшее влияние на разборчивость речи.

Пауза в устной речи выполняет ту же роль, что знаки препинания в письменной. После сложных выводов или длинных предложений необходимо сделать паузу, чтобы слушатели могли вдуматься в сказанное или правильно понять сделанные выводы. Если выступающий хочет, чтобы его понимали, то не следует говорить без паузы дольше, чем пять с половиной секунд.

Особое место в выступлении занимает обращение к аудитории. Известно, что обращение к собеседнику по имени создает более доверительный контекст деловой беседы. При публичном выступлении также можно использовать подобные приемы. Так, косвенными обращениями могут служить такие выражения, как «Как Вам известно», «Уверен, что Вас это не оставит равнодушными». Выступающий показывает, что слушатели интересны ему, а это самый простой путь достижения взаимопонимания.

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. Внимательность и наблюдательность в сочетании с опытом позволяют оратору уловить настроение публики. Возможно, рассмотрение некоторых вопросов придется сократить или вовсе отказаться от них.

После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Стоит обратить внимание на вербальные и невербальные составляющие общения. Небрежность в жестах недопустима. Жесты могут быть приглашающими, отрицающими, вопросительными, они могут подчеркнуть нюансы выступления.

Презентация

Презентация наглядно сопровождает выступление.

Этапы работы над презентацией могут быть следующими:

- осмыслите тему, выделите вопросы, которые должны быть освещены в рамках данной темы;
- составьте тезисы собранного материала. Подумайте, какая часть информации может быть подкреплена или полностью заменена изображениями, какую информацию можно представить в виде схем;
- подберите иллюстративный материал к презентации: фотографии, рисунки, фрагменты художественных и документальных фильмов, материалы кинохроники, разработайте необходимые схемы;
- подготовленный материал систематизируйте и «упакуйте» в отдельные блоки, которые будут состоять из собственно текста (небольшого по объему), схем, графиков, таблиц и т.д.;
- создайте слайды презентации в соответствии с необходимыми требованиями;
- просмотрите презентацию, оцените ее наглядность, доступность, соответствие языковым нормам.

Требования к оформлению презентации

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS Power Point.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал.

Количество слайдов должно быть пропорционально содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах.

Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1-я стратегия: на слайды выносится опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.

Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.

2-я стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;
- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации).

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Обычный слайд, без эффектов анимации, должен демонстрироваться на экране не менее 10 - 15 секунд. За меньшее время аудитория не успеет осознать содержание слайда.

Слайд с анимацией в среднем должен находиться на экране не меньше 40 – 60 секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение). В связи с этим лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим докладчиком.

Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации - не менее 18.

В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Наилучшей цветовой гаммой для презентации являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.).

Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации.

Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков,

необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными задания понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;
- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;
- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;

2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;

3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

Примером практико-ориентированного задания по дисциплине «*История России*» выступает **анализ исторического документа.**

Алгоритм анализа исторического документа:

1. Происхождение текста.

1.1. Кто написал этот текст?

1.2. Когда он был написан?

1.3. К какому виду источников он относится: письмо, дневник, официальный документ и т.п.?

2. Содержание текста.

Каково содержание текста? Сделайте обзор его структуры. Подчеркните наиболее важные слова, персоналии, события. Если вам не известны какие-то слова, поработайте со словарем.

3. Достоверна ли информация в тексте?

3.1. Свидетелем первой или второй очереди является автор текста? (Если автор присутствовал во время события, им описываемого, то он является первоочередным свидетелем).

3.2. Текст первичен или вторичен? (Первичный текст современен событию, вторичный текст берет информацию из различных первичных источников. Первичный текст может быть написан автором второй очереди, то есть созданным много позже самого события).
4. Раскройте значение источника и содержащейся в ней информации.
5. Дайте обобщающую оценку данному источнику.
- Когда, где и почему появился закон (сборник законов)?
- Кто автор законов?
- Чьи интересы защищает закон?
- Охарактеризуйте основные положения закона (ссылки на текст, цитирование).
- Сравните с предыдущими законами.
- Что изменилось после введения закона?
- Ваше отношение к этому законодательному акту (справедливость, необходимость и т.д.).

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответна имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

1. готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

2. четко выяснить все условия тестирования заранее. Студент должен знать, сколько тестов ему будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т. д.;

3. приступая к работе с тестами, внимательно и до конца нужно прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов; выбрать правильные (их может быть несколько); на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант;

- не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, нужно переходить к другим тестовым заданиям; к трудному вопросу можно обратиться в конце;

- обязательно необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

ПОДГОТОВКА ЭССЕ

Эссе - прозаическое сочинение небольшого объема и свободной композиции на частную тему, трактуемую субъективно и обычно неполно. (Словарь Ожегова)

Жанр эссе предполагает свободу творчества: позволяет автору в свободной форме излагать мысли, выражать свою точку зрения, субъективно оценивать, оригинально освещать материал; это размышление по поводу

когда-то нами услышанного, прочитанного или пережитого, часто это разговор вслух, выражение эмоций и образность.

Уникальность этого жанра в том, что оно может быть написано на любую тему и в любом стиле. На первом плане эссе − личность автора, его мысли, чувства, отношение к миру. Однако необходимо найти оригинальную идею (даже на традиционном материале), нестандартный взгляд на какую-либо проблему. Для грамотного, интересного эссе необходимо соблюдение некоторых правил и рекомендаций.

Особенности эссе:

- - наличие конкретной темы или вопроса;
- - личностный характер восприятия проблемы и её осмысления;
- - небольшой объём;
- - свободная композиция;
- - непринуждённость повествования;
- - внутреннее смысловое единство;
- - афористичность, эмоциональность речи.

Эссе должно иметь следующую структуру:

1. Вступление (введение) определяет тему эссе и содержит определения основных встречающихся понятий.

2. Содержание (основная часть) - аргументированное изложение основных тезисов. Основная часть строится на основе аналитической работы, в том числе - на основе анализа фактов. Наиболее важные обществоведческие понятия, входящие в эссе, систематизируются, иллюстрируются примерами. Суждения, приведенные в эссе, должны быть доказательны.

3. Заключение - это окончательные выводы по теме, то, к чему пришел автор в результате рассуждений. Заключение суммирует основные идеи. Заключение может быть представлено в виде суммы суждений, которые оставляют поле для дальнейшей дискуссии.

Требования, предъявляемые к эссе:

1. Объем эссе не должен превышать 1–2 страниц.

2. Эссе должно восприниматься как единое целое, идея должна быть ясной и понятной.

3. Необходимо писать коротко и ясно. Эссе не должно содержать ничего лишнего, должно включать только ту информацию, которая необходима для раскрытия вашей позиции, идеи.

4. Эссе должно иметь грамотное композиционное построение, быть логичным, четким по структуре.

5. Эссе должно показывать, что его автор знает и осмысленно использует теоретические понятия, термины, обобщения, мировоззренческие идеи.

6. Эссе должно содержать убедительную аргументацию для доказательства заявленной по проблеме позиции. Структура любого

доказательства включает по меньшей мере три составляющие: тезис, аргументы, вывод или оценочные суждения.

- Тезис — это сужение, которое надо доказать.
- Аргументы — это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса.
- Вывод — это мнение, основанное на анализе фактов.
- Оценочные суждения — это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах.

Приветствуется использование:

- Эпиграфа, который должен согласовываться с темой эссе (проблемой, заключенной в афоризме); дополнять, углублять лейтмотив (основную мысль), логику рассуждения вашего эссе. Пословиц, поговорок, афоризмов других авторов, также подкрепляющих вашу точку¬ зрения, мнение, логику рассуждения.
- Мнений других мыслителей, ученых, общественных и политических деятелей.
- Риторические вопросы.
- Непринужденность изложения.

Подготовка и работа над написанием эссе:

- изучите теоретический материал;
- уясните особенности заявленной темы эссе;
- продумайте, в чем может заключаться актуальность заявленной темы;
- выделите ключевой тезис и определите свою позицию по отношению к нему;
- определите, какие теоретические понятия, научные теории, термины помогут вам раскрыть суть тезиса и собственной позиции;
- составьте тезисный план, сформулируйте возникшие у вас мысли и идеи;
- для каждого аргумента подберите примеры, факты, ситуации из жизни, личного опыта, литературных произведений;
- распределите подобранные аргументы в последовательности;
- придумайте вступление к рассуждению;
- изложите свою точку зрения в той последовательности, которую вы наметили.
- сформулируйте общий вывод работы.

При написании эссе:

- напишите эссе в черновом варианте, придерживаясь оптимальной структуры;
- проанализируйте содержание написанного;
- проверьте стиль и грамотность, композиционное построение эссе, логичность и последовательность изложенного;

- внесите необходимые изменения и напишите окончательный вариант.

Требования к оформлению:

- Титульный лист.
- Текст эссе.
- Формат листов-А4. Шрифт- Times New Roman, размер-14,расстояние между строк- интерлиньяж полуторный, абзацный отступ-1,25см., поля-30мм(слева), 20мм (снизу),20мм (сверху), 20мм (справа). Страницы нумеруются снизу по центру. Титульный лист считается, но не нумеруется.

Критерии оценивания эссе:

1. Самостоятельное проведение анализа проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария
2. Четкость и лаконичность изложения сути проблемы
3. Материал излагается логически последовательно
4. Аргументированность собственной позиции
5. Наличие выводов
6. Владение навыками письменной речи

ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ

- ***Письменный опрос***

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном

контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе.

- ***Устный опрос***

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии.

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала.
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу. Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*История России*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*История России*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как

подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине
ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Специальность:
21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация № 4
Сейсморазведка

форма обучения: очная, заочная

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

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 9
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:

общекультурные:

- способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-6).

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 *21.05.03 Технология геологической разведки.*

Письменная контрольная работа является обязательной формой *промежуточной аттестации.* Она отражает степень освоения студентом учебного материала по дисциплине Б1.Б.1.03 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

начальная буква фамилии студента	***№ варианта контрольной работы***
А, Г, Ж, К, Н, Р, У, Ц, Щ	№1
Б, Д, З, Л, О, С, Ф, Ч, Э, Я	№2
В, Е, И, М, П, Т, Х, Ш, Ю	№3

Содержание контрольной работы

Контрольная работа проводится по теме *1. Бытовая сфера общения (Я и моя семья) и теме 2. Учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование)* и направлена на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Контрольная работа также направлена на проверку сформированности грамматического навыка в рамках тем: порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях, порядок слов в вопросительном предложении, безличные предложения, местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные), имя существительное, артикли (определенный, неопределенный, нулевой), функции и спряжение глаголов *to be* и *to have, о*борот *there+be,* имя прилагательное и наречие, степени сравнения, сравнительные конструкции, имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат), образование видовременных форм глагола в активном залоге.

Распределение выше указанных тем в учебнике:

- Агабекян И. П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 384 с.: ил. - (Высшее образование) (200 экз. в библиотеке УГГУ) и учебнике:

- Журавлева Р.И. Английский язык: учебник: для студентов горно-геологических специальностей вузов / Р. И. Журавлева. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 508 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 502 (192 экз. в библиотеке УГГУ) представлено в таблице №2:

Таблица №2

Название темы	***Страницы учебников***	
	Агабекян И. П.	*Журавлева Р.И.*
Порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях	148	9
Порядок слов в вопросительном предложении	163-170	10, 24
Безличные предложения	149	440
Местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные)	41-55	101, 439
Имя существительное	66-78	435
Артикли (определенный, неопределенный, нулевой)	78-84	433
Функции и спряжение глаголов *to be* и *to have*	102-104	6-8
Оборот *there+be*	105-107	100
Имя прилагательное и наречие	115	83
Степени сравнения, сравнительные конструкции	115-121	143
Имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат)	261-271	-
Образование видовременных форм глагола в активном залоге	193-209	10, 36, 69

АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК

Вариант №1

Задание 1. Заполните пропуски в предложениях, выбрав один ответ.

Пример: Michael _____ everyone he meets because he is very sociable and easygoing. He has five brothers and two sisters, so that probably helped him learn how to deal with people.

A. gets divorced; **B. gets along well with;** C. gets married;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Заполните пропуски местоимениями some, any, no или их производными.

Пример: A: Is ***anything*** the matter with Dawn? She looks upset.

B: She had an argument with her friend today.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «неопределённые местоимения».

Задание 3. Заполните пропуски личными местоимениями (I, we, you, he, she, it, they, me, us, him, her, them).

Пример: My teacher is very nice. I like … . – I like **him**.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «личные и притяжательные местоимения».

Задание 4. Поставьте в правильную форму глагол, представленный в скобках, обращая при этом внимание на использованные в предложениях маркеры.

Пример: Every morning George **eats** (to eat) cereals, and his wife only **drinks** (to drink) a cup of coffee.

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 5. Составьте вопросительные предложения и дайте краткие ответы на них.

Пример: Paul was tired when he got home. – ***Was Paul tired when he got home? Yes, he was.***

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Контрольная работа
Вариант №2

Задание 1. Заполните пропуск, выбрав один вариант ответа.

Пример: A British university year is divided into three _____.

1) conferences; 2) sessions; **3) terms**; 4) periods;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Выберите правильную форму глагола.

Пример: A: I have a Physics exam tomorrow.

B: Oh dear. Physics **is/**are a very difficult subject.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «имя существительное, функции и спряжение глаголов to be и to have».

Задание 3. Раскройте скобки, употребив глагол в форме Present Continuous, Past Continuous или Future Continuous.

Пример: I **shall be studying** (study) Japanese online from 5 till 6 tomorrow evening.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 4. Составьте вопросы к словам, выделенным жирным шрифтом.

Пример: **The Petersons** have bought a dog. – *Who has bought a dog?*

The Petersons have bought **a dog. –** *What have the Petersons bought?*

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Задание 5. Подчеркните правильный вариант ответа.

Пример: A: You haven't seen my bag anywhere, haven't you**/<u>have you</u>**?

B: No. You didn't leave it in the car, **<u>did you</u>/**didn't you?

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Контрольная работа
Вариант № 3

Задание 1. Заполните пропуски, выбрав один вариант ответа.

Пример: The University accepts around 2000 new _____every year.

1) students; 2) teachers; 3) pupils; 4) groups;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Поставьте в предложения подходящие по смыслу фразы:

as red as a beet (свекла), as slow as a turtle, as sweet as honey, as busy as a bee, as clumsy as a bear (неуклюжий), as black as coal, as cold as ice, as slippery as an eel (изворотливый как угорь), as free as a bird, as smooth as silk (гладкий)

Пример: Your friend is so unemotional, he is **as cold as ice**.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «имя прилагательное и наречие».

Задание 3. Переведите следующие предложения на английский язык.

Пример: Это самая ценная картина в Русском музее. **This is the most valuable picture in Russian Museum.**

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «степени сравнения имени прилагательного и наречий».

Задание 4. Раскройте скобки, употребив глагол в форме Present Perfect, Past Perfect или Future Perfect.

Пример: Sam **has lost** (lose) his keys. So he can't open the door.

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 5. Задайте вопросы к предложениям.

Пример: There are two books. The one on the table is Sue's.

a) 'Which *book is Sue's*?' 'The one on the table.'

b) 'Whose *book is on the table*?' 'Sue's.'

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК

Задание 1. Заполните пропуски в предложениях, выбрав один ответ.

Пример: Mein Bruder ... Arzt geworden

A. hat; **B. ist**; C. wird;

Задание 1 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Пассивный залог».

Задание 2. Вставьте подходящее вопросительное слово.

Пример: **Was** machen Sie am Wochenende?

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Вопросительные местоимения».

Задание 3. Заполните пропуски возвратными местоимениями в нужной форме.

Пример: Wo wohnen d**eine** Eltern?

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Притяжательные местоимения».

Задание 4. Поставьте в правильную форму глагол, представленный в скобках.

Пример: **Kannst** du mir bitte die Marmelade geben? (können)

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Модальные глаголы».

Задание 5. Составьте вопросительные предложения и дайте краткие ответы на них.

Пример: Sie wohnen in Berlin.

Ответ: Wo wohnen Sie? Wer wohnt in Berlin?

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по

теме «Вопросительные предложения».

ФРАНЦУЗСКИЙ ЯЗЫК

Задание 1. Заполните пропуски в предложениях следующими предлогами: de, à, chez, dans, pour, depuis. vers, avec, devant. en.

Пример: **Monsieur Dupont est en mission**.

Задание 1 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Предлоги».

Задание 2. Заполните пропуски, выберите правильно указательное прилагательное:

Пример: **Peux-tu me passer ces dictionnaires?**

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Указательные прилагательные».

Задание 3. Поставьте нужный артикль или предлог там, где это необходимо:

Пример: **C'est la salle des études**.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Употребление слитного артикля».

Задание 4. Выберите правильную форму глагола:

Пример: **Tous les matins, il s'est levé à 7 heures depuis un an.**

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Спряжение глаголов 1,2,3 группы в Présent».

Задание 5. Ответьте на следующие вопросы:

Пример: **Où passez-vous vos vacances d'été? - Je les passe en Crimée.**

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Личные местоимения le, la, les».

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»:

40-44 балла (90-100%) - оценка «отлично»;

31-39 балла (70-89%) - оценка «хорошо»;

22-30 баллов (50-69%) - оценка «удовлетворительно»;

0-21 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».

Образец оформления титульного листа

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

Кафедра иностранных языков и деловой коммуникации

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

по дисциплине
ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Специальность:
21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация № 3
Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых

формы обучения: очная, заочная

Выполнил: Иванов Иван Иванович
Группа ТТР-18

Преподаватель: Петров Петр Петрович,
к.т.н, доцент

Екатеринбург
2018

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

Специальность
21.05.03 Технология геологической разведки

Авторы: Гребенкин С.М., Кузнецов А.М., Тетерев Н.А.

Екатеринбург
2020

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО ВОЗДУХООБМЕНА

Цель практического занятия — закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Человек и среда обитания: воздействия негативных факторов окружающей среды на человека», и формирование практических навыков расчета воздухообмена в производственных помещениях необходимого для очистки воздуха от вредностей: для удаления вредных веществ (выделяющихся вредных газов, паров и пыли); для удаления излишних водяных паров; для удаления избыточного тепла.

Общие сведения. Среда обитания — это окружающая человека среда, осуществляющая через совокупность факторов (физических, биологических, химических и социальных) прямое или косвенное воздействие на жизнедеятельность человека, его здоровье, трудоспособность и потомство. В жизненном цикле человек и окружающая среда обитания непрерывно взаимодействуют и образуют постоянно действующую систему «человек — среда обитания», в которой человек реализует свои физиологические и социальные потребности. В составе окружающей среды выделяют природную, техногенную, производственную и бытовую среду. Каждая среда может представлять опасность для человека. В данной работе рассматривается расчет потребного воздухообмена (L м^3/ч), для очистки воздуха от вредных газов и паров и для удаления избыточного тепла с помощью механической общеобменной вентиляции.

Задание. В помещении объемом V работают n человек со средней производительностью a каждый. Они производят покраску и шпаклевку изделий нитро- (на основе ацетона) красками, эмалями и шпаклевками, для чего используется ручное и механизированное оборудование. В этом же помещении производится пайка N контактов припоем ПОС-60. Источники тепловыделения

– оборудование мощностью Рном и осветительная сеть мощностью Роев из люминесцентных ламп. Расчеты вести для холодного периода года. Помещение имеет *К* окон направленных на север размерами 2,5х1,75 м с двойным остеклением и деревянными рамами. Категория работ – III (тяжелая).

Рассчитать потребный воздухообмен и определить кратность воздухообмена для: 1) испарений растворителей и лаков; 2) при пайке припоем ПОС-60; 3) удаления выделяемой людьми углекислоты; 4) удаления избыточного тепла.

Методика и порядок расчета воздухообмена для очистки воздуха.

Потребный воздухообмен определяется по формуле

$$L = \frac{G \times 1000}{x_н - x_в}, \text{ м}^3/\text{ч}, \qquad (1.1)$$

где *L*, м^3/ч – потребный воздухообмен; *G*, г/ч – количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения; $x_в$, мг/м^3 – предельно допустимая концентрация вредности в воздухе рабочей зоны помещения, согласно ГОСТ 12.1.005-88 [1]; $x_н$, мг/м^3 – максимально возможная концентрация той же вредности в воздухе населенных мест (ГН 2.1.6.1338- 03) □4□.

Применяется также понятие кратности воздухообмена (n), которая показывает сколько раз в течение одного часа воздух полностью сменяется в помещении. Значение n □ □ может быть достигнуто естественным воздухообменом без устройства механической вентиляции.

Кратность воздухообмена определяется по формуле

$$n = \frac{L}{V_n}, \text{ ч}^{-1}, \qquad (1.2)$$

где n, раз/ч – кратность воздухообмена; *L*, м^3/ч – потребный воздухообмен; V_n – внутренний объем помещения, м^3.

Согласно СП 2.2.1.1312-03, кратность воздухообмена n > 10 недопустима.

Так как $x_н$ определяется по табл. 1.1 прил.1, а $x_в$ по табл. 1.2 прил.1, то для расчета потребного воздухообмена необходимо в каждом случае определять

количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения.

Таблица 1.0

Исходные данные для расчёта потребного воздухообмена

№ вар.	*a*, м²/ч	Материал	*n* чел.	*V* м³	*N* шт/час	Местность	$P_{ном.}$ кВт	$P_{осв.}$ кВт	*m* окон
1	2	Бесцветный аэролак, окраска кистью	1	100	40	Сельские населенные пункты	10	0,5	2
2	1,5		2	200	35		20	0,5	3
3	1		3	300	400		30	1	4
4	2		4	400	45	Малые города	40	1	5
5	3	Цветной аэролак, окраска механизир.	1	500	305		200	1	6
6	4		1	600	48		150	1,5	6
7	3,5		1	700	450	Большие города	200	1	6
8	5		1	800	480		100	2	8
9	0,2	Шпаклевка кистью	3	80	325		10	0,5	2
10	0,3		4	200	420	Сельские населенные пункты	20	1	4
11	1,5	Шпаклевка механизир,	1	200	250		30	1	3
12	1		2	300	450		40	1,5	4
13	0,8	Бесцветный аэролак, окраска кистью	1	150	300	Малые города	50	0,6	2
14	1		2	150	48		60	0,8	3
15	1,2		1	120	335		70	1	2
16	0,7		2	200	400	Большие города	80	1,2	4
17	2	Цветной аэролак, окраска механизир.	1	200	280		90	0,6	4
18	2,5		2	400	480		100	0,8	6
19	2,2		1	400	290	Сельские населенные пункты	150	1,2	8
20	1,8		2	600	300		200	1,5	8
21	0,3	Шпаклевка кистью	1	80	200		250	0,5	I
22	0,4		2	100	250	Малые города	300	0,6	2
23	1	Шпаклевка механизир.	1	150	242		60	1	2
24	1		2	400	440	Большие города	80	1	3
25	1,5	Шпаклевка кистью	1	100	270		100	1,2	4
26	2		3	200	180		150	0,5	6

Рассмотрим отдельные характерные случаи выделения вредных веществ в воздух помещения и определения потребного воздухообмена.

1.1. Определение воздухообмена при испарении растворителей и лаков

Испарение растворителей и лаков обычно происходит при покраске различных изделий. Количество летучих растворителей, выделяющихся в воздухе помещений можно определить по следующей формуле

$$G = \frac{a \times A \times m \times n}{100}, \text{ г/ч}, \qquad (1.3)$$

где a, м^2/ч – средняя производительность по покраске одного рабочего (при ручной покраске кистью – 12 м^2/ч, пульверизатором – 50 м^2/ч); A, г/м^2 – расход лакокрасочных материалов; m, % – процент летучих растворителей, содержащихся в лакокрасочных материалах; n – число рабочих, одновременно занятых на покраске.

Численные значения величин A и m определяются по табл. 1.3 прил. 1.

Пример. Определить количество выделяющихся в воздух помещения летучих растворителей.

Решение:

По табл. 3 прил. 1 для цветного аэролака при окраске распылением находим, что A = 180 г/м^2, m = 75 %, тогда G = 50·180·75·2/100 = 13500 г/ч. Далее определяем потребный воздухообмен в помещении по формуле (1.3). Находим для ацетона из табл. 1.1 и 1.2 прил. 1, что $x_в$ = 200 мг/м^3, $x_н$ = 0,35 мг/м^3, тогда L = 13500·1000/(200 - 0,35) = 67500 м^3/ч.

Ответ: L = 67500 м^3/ч.

1.2. Определение потребного воздухообмена при пайке электронных схем

Пайка осуществляется свинцово-оловянным припоем ПОС-60, который

содержит C = 0,4 доли объема свинца и 60 % олова. Наиболее ядовиты аэрозоли (пары) свинца.

В процессе пайки из припоя испаряется до B = 0,1 % свинца, а на 1 пайку расходуется 10 мг припоя. При числе паек – N, количество выделяемых паров свинца определяется по формуле

$$G = C \times B \times N, \text{ мг/ч}, \qquad (1.4)$$

где G, г/ч – количество выделяемых паров свинца; C – содержание свинца; B – % свинца; N – число паек.

Пример. В помещении объемом $V_п$ = 1050 м^3 три человека осуществляют пайку припоем ПОС-40 с производительностью по 100 контактов в час. Найти требуемую кратность воздухообмена.

Решение:

По формуле (1.4) определяем количество аэрозолей свинца, выделяемых в воздух: G = 0,6·0,001·10·100·3 = 1,8 мг/ч. Далее определяем потребный воздухообмен по формуле (1.1). Находим из табл. 1.1 и 1.2 прил. 1 для свинца и его соединений $x_в$ = 0,01 мг/м^3; $x_н$ = 0,001 мг/м^3. Тогда L = 1,8 / (0,01- 0,001) = 200,0 м^3/ч.

Ответ: L = 185,5 м^3/ч.

1.3. Определение воздухообмена в жилых и общественных помещениях

В жилых и общественных помещениях постоянным вредным выделением является выдыхаемая людьми углекислота (CO_2). Определение потребного воздухообмена производится по количеству углекислоты, выделяемой человеком и по допустимой концентрации её.

Количество углекислоты в зависимости от возраста человека и выполняемой работы, а также допустимые концентрации углекислоты для различных помещений приведены в табл. 1.4 и 1.5 прил. 1.

Содержание углекислоты в атмосферном воздухе можно определить по химическому составу воздуха. Однако, учитывая повышенное содержание углекислоты в атмосфере населенных пунктов, следует принимать при расчете содержания CO_2 следующие значения: для сельских населенных пунктов – 0,33 л/м^3, для малых городов (до 300 тыс. жителей) – 0,4 л/м^3, для больших городов (свыше 300 тыс. жителей) – 0,5 л/м^3.

Пример. Определить потребную кратность воздухообмена в помещении, где работают 3 человека.

Решение:

По табл. 1.4 прил.1 определяем количество CO_2, выделяемой одним человеком g = 23 л/ч. По табл. 1.5 прил. 1 определяем допустимую концентрацию CO_2. Тогда $x_в$ = 1 л/м3 и содержание CO_2 в наружном воздухе для больших городов $x_н$ = 0,5 л/м^3 .Определяем потребный воздухообмен по формуле (1.1) $L = 23 \cdot 3/(1- 0,5) = 138$ м$^{3/}$ч. Ответ: L = 138 м^3/ч.

1.4. Определение потребного воздухообмена при выделении газов (паров) через неплотности аппаратуры, находящейся под давлением

Производственная аппаратура, работающая под давлением, как правило, не является вполне герметичной. Степень герметичности аппаратуры уменьшается по мере ее износа. Считая, что просачивание газов через неплотности подчиняется тем же законам, что и истечение через небольшие отверстия, и, предполагая, что истечение происходит адиабатически, количество газов, просочившихся через неплотности, можно определить по формуле

$$G = k \times c \times \sqrt[v]{\frac{M}{T}}, \text{ кг/ч,} \qquad (1.5)$$

где k – коэффициент, учитывающий повышение утечки от износа оборудования

(k = 1–2); c – коэффициент, учитывающий влияние давление газа в аппарате; v – внутренний объем аппаратуры и трубопроводов, находящихся под давлением, м^3; M – молекулярный вес газов, находящихся в аппаратуре; T – абсолютная температура газов в аппаратуре, К.

Таблица 1.2

Коэффициент, учитывающий влияние давление газа в аппарате

Давление p, атм	до 2	2	7	17	41	161
c	0,121	0,166	0,182	0,189	0,25	0,29

Пример. Система, состоящая из аппаратов и трубопроводов, заполнена сероводородом. Рабочее давление в аппаратуре p_a = 3 атм, а в проводящих трубопроводах p_a=4 атм. Внутренний объем аппаратуры v_a = 5 м^3, объём трубопроводов, $v_{тр}$ = 1,2 м^3. Температура газа в аппаратуре – t_a = 120 °С, в трубопроводе – $t_{тр}$ = 25 °С. Определить потребный воздухообмен в помещении.

Решение:

Определяем величины утечек сероводорода (H_2S) из аппаратуры и трубопроводов. Принимаем k = 1,5; c = 0,169 (по табл. 1.2); M = 34, для H_2S; Утечка газа из аппаратуры составляет:

$$G_а = 1{,}5 \times 0{,}169 \times \sqrt[5]{\frac{34}{393}} = 0{,}372$$

Утечка газа из трубопроводов составляет:

$$G_{ТР} = 1{,}5 \times 0{,}172 \times 1{,}2 = 0{,}104$$

$$G = G_а + G_{ТР} = 0{,}372 + 0{,}104 = 0{,}476, кг/ч$$

Используя данные табл. 1.1 прил. 1, находим, что для сероводорода $x_в$ =10 мг/м^3; $x_н$ = 0,008 мг/м^3. Потребный воздухообмен равен

$$L = \frac{4761000}{(10 - 0{,}008)} = 47638{,}1\ {м^3}/{ч}$$

Ответ: L = 47638,1 м^3/ч

Вывод: В воздух помещения одновременно могут выделяться несколько вредных веществ. По действию на организм человека они могут быть однонаправленными и разнонаправленными. Для однонаправленных веществ расчетные значения потребного воздухообмена суммируются, а для разнонаправленных веществ выбирается наибольшее значение потребного воздухообмена.

Пример. Для первой вредности в воздухе рабочей зоны – вредных (токсичны) веществ в рассмотренных примерах все относятся к веществам разнонаправленного действия, поэтому принимаем к дальнейшему расчету максимальное из полученных значений, т. е. L = 67500 м^3/ч (потребный воздухообмен для паров растворителей при окраске).

Для проверки соответствия требованиям устройства вентиляции определим кратность воздухообмена n = 67500/4800 = 14,1 ч$^{-1}$. Данное значение превышает установленную величину – 10 ч$^{-1}$, поэтому необходимо принять дополнительное решение по устройству вентиляции в помещении. Например, таким решением может быть исключение распространения от двух мест окраски растворителей по всему помещению за счет применения местной вытяжной вентиляции.

Расчет объёма воздуха удаляемого местной вентиляцией определяется по формуле

$$L_{МВ} = F \times v \times 3600, {}^{м^3}/_{ч}\,, \qquad (1.6)$$

где F – площадь сечения всасывающих отверстий, м^2; v – скорость воздуха в сечении вытяжной вентиляции, м/с. Рекомендуется принимать значение скорости в интервале 0,8-1,5 м/с.

Таким образом, потребный воздухообмен для оставшихся вредных веществ принимаем для выделений сероводорода: L = 47638,1 м^3/ч.

Проверка:

n = 47638, 1/4800 = 9, 9 $ч^{-1}$.

1.5. Расчёт потребного воздухообмена для удаления избыточного тепла

Расчет потребного воздухообмена для удаления избыточного тепла производится по формуле

$$L = \frac{Q_{изб}}{\gamma_в \times c \Delta t}, м^3/ч, \quad (1.7)$$

где L, $м^3$/ч – потребный воздухообмен; $Q_{изб}$, ккал/ч – избыточное тепло; $\gamma_в$ = 1,206 кг/$м^3$ – удельная масса приточного воздуха; $c_в$ = 0,24 ккал/кг□град – теплоемкость воздуха;

$$\Delta t = t_{вых} - t_{пр}, ^oC \quad (1.8)$$

где $t_{вых}$, ^{o}C – температура удаляемого воздуха; $t_{пр}$, ^{o}C – температура приточного воздуха.

Величина Δt при расчетах выбирается в зависимости от теплонапряженности воздуха – $Q_н$: при $Q_н \leq 20$ ккал/$м^3$·ч Δt = 6 ^{o}C; при $Q_н > 20$ ккал/$м^3$·ч Δt = 8 ^{o}C;

$$Q_н = \frac{Q_{изб}}{V_п}, ккал/ м^3 \cdot ч, \quad (1.9)$$

где $V_п$, $м^3$ – внутренний объем помещения.

Таким образом, для определения потребного воздухообмена необходимо определить количество избыточного тепла по формуле

$$Q_{изб} = Q_{об} + Q_{осв} + Q_л + Q_р - Q_{отд}, ккал/ч, \quad (1.10)$$

где $Q_{об}$, ккал/ч – тепло, выделяемое оборудованием; $Q_{осв}$, ккал/ч – тепло, выделяемое системой освещения; $Q_л$, ккал/ч – тепло, выделяемое людьми в помещении; $Q_р$, ккал/ч – тепло, вносимое за счет солнечной радиации; $Q_{отд}$, ккал/ч – теплоотдача естественным путем.

Определяем количество тепла, выделяемого оборудованием

$$Q_{об} = 860 \times P_{об} \times y_1, \text{ ккал/ч} \quad (1.11)$$

где Y_1 – коэффициент перехода тепла в помещение, зависящий от вида оборудования; $P_{об}$, кВт – мощность, потребляемая оборудованием;

$$P_{об} = P_{ном} \times y_2 \times y_3 \times y_4, \text{ кВт}, \quad (1.12)$$

где $P_{ном}$, кВт – номинальная (установленная) мощность электрооборудования помещения; Y_2 – коэффициент использования установленной мощности, учитывающий превышение номинальной мощности над фактически необходимой; Y_3 – коэффициент загрузки, т.е. отношение величины среднего потребления мощности (во времени) к максимально необходимой; Y_4 – коэффициент одновременности работы оборудования.

При ориентировочных расчетах произведение всех четырех коэффициентов можно принимать равным:

$$y_1 \times y_2 \times y_3 \times y_4 = 0{,}25 \quad (1.13)$$

Определяем количество тепла, выделяемого системой освещения

$$Q_{осв} = 860 \times P_{осв} \times \alpha\beta \times \cos(\varphi), \quad (1.14)$$

где α – коэф. перевода электрической энергии в тепловую для лампы накаливания α = 0,92 – 0,97, люминесцентной лампы α = 0,46 – 0,48; b – коэффициент одновременности работы (при работе всех светильников b = 1); cos (φ) = 0,7 – 0,8 – коэффициент мощности; $P_{осв}$, кВт – мощность осветительной установки.

Определяем количество тепла, выделяемого находящимися в помещении людьми

$$Q_л = N \times q_л, \quad (1.15)$$

где N – количество людей в помещении; $q_л$, ккал/ч – тепловыделения одного человека табл. 1.6 прил. 1.

Определяем количество тепла, вносимого за счет солнечной радиации

$$Q_р = K \times S \times q_{ост}, \quad (1.16)$$

где K – количество окон; S, м^2 – площадь одного окна; $q_{ост}$, ккал/ч – солнечная

радиация через остекленную поверхность табл. 1.7 прил. 1.

Определяем теплоотдачу, происходящую естественным путем. Если нет дополнительных условий, то можно считать ориентировочно, что $Q_{отд} = Q_р$ для холодного и переходного периодов года (среднесуточная температура наружного воздуха ниже +10 °С). Для теплого периода года (среднесуточная температура воздуха выше +10 °С) принимаем $Q_{отд} = 0$.

Общий вывод: Среди полученных расчетных значений потребного воздухообмена для вредных веществ и удаления избыточного тепла выбирается наибольшее значение потребного воздухообмена.

Приложение 1

Таблица 1.1

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест (ГН 2.1.6.1338-03)

Наименование вредных веществ	ПДКм.р., мг/м^3	ПДКс.с., мг/м^3	Агрегатн состояние
Азота диоксид	0,085	0,04	п
Азота оксид	0,6	0,06	п
Акролеин	0,03	0,03	п
Амилацетат	0,10	0,10	п
Аммиак	0,2	0,04	п
Ацетон	0,35	0,35	п
Бензин (углеводороды)	5,0	1,5	п
Бензол	1,5	0,1	п
Бутан	200	-	п
Бутилацетат	0,1	0,1	п
Винилацетат	0,15	0,15	п
Дихлорэтан	3,0	1,0	п
Ксилол	0,2	0,2	п
Марганец и его соединения	0,01	0,001	а
Метилацетат	0,07	0,07	п
Мышьяк и его неорг. соединения	-	0,003	а
Озон	0,16	0,03	п
Пыль (кремнесодержащая – более 70 %)	0,15	0,05	а
Пыль нетоксичная (фиброгенного действия)	0,5	0,15	а
Ртути хлорид (сулема)	-	0,0003	а
Сажа	0,15	0,05	а
Свинец и его соединения	0,001	0,0003	а
Сернистый ангидрид	0,5	0,15	п
Серная кислота	0,3	0,1	а

Продолжение табл. 1.1

Наименование вредных веществ	ПДКм.р., мг/м^3	ПДКс.с., мг/м^3	Агрегатн состояние
Сероводород	0,008	-	п
Сероуглерод	0,03	0,005	п
Спирт бутиловый	0,16	-	п
Спирт изобутиловый	0,1	0,1	п
Спирт метиловый	1,0	0,5	п
Спирт этиловый	5	5	п
Стирол	0,04	0,002	п
Толуол	0,6	0,6	п
Углерода оксид	5,0	3,0	п
Фенол	0,01	0,003	п
Фтористые соединения (газообразные)	0,02	0,005	п
Хлор	0,1	0,03	п
Хлористый водород	0,2	0,2	п
Этилацетат	0,1	0,1	п

Примечание: п – пары и/или газы; а – аэрозоль

Таблица 1.2

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухерабочей зоны (ГОСТ 12.1.005-88)

Наименование вредных веществ	ПДК., мг/м^3	Класс опасности	Агрегатн. состояние
Азота диоксид	2,0	3	п
Азота оксиды	5,0	3	п
Акролеин	0,2	2	п
Амилацетат	100	4	п
Аммиак	20	4	п
Ацетон	200	4	п
Бензин (углеводороды)	100	4	п
Бензол	15/5	2	п
Бутан	300	4	п
Бутилацетат	200	4	п
Винилацетат	10,0	4	п
Дихлорэтан	10,0	2	п
Ксилол	50,0	3	п
Марганец и его соединения (от 2-30 %)	0,1	2	а
Метилацетат	100	4	п
Мышьяк и его неорг. соединения	0,04/0,01	2	а
Озон	0,1	1	п
Пыль (кремнесодержащая – более 70 %)	1,5	4	а
Пыль нетоксичная (фиброгенного действия)	4,0	4	а
Ртути хлорид (сулема)	0,2/0,05	1	а
Сажа	4,0	3	а
Свинец и его соединения	0,01/0,005	1	а
Серная кислота	1,0	2	а
Сернистый ангидрид	10	3	п
Сероводород	10,0	3	п

Продолжение табл. 1.2

Наименование вредных веществ	ПДК., мг/м^3	Класс опасности	Агрегатн. состояние
Сероуглерод	1,0	3	п
Спирт бутиловый	10,0	3	п
Спирт изобутиловый	10,0	3	п
Спирт метиловый	5,0	3	п
Спирт этиловый	1000	4	п
Стирол	30/10	3	п
Толуол	50	3	п
Углерода оксид	20	4	п
Фенол	0,3	2	п
Фтористые соединения (газообразные)	0,5/0,1	2	п
Хлор	1,0	2	п
Хлористый водород	5,0	1	п
Этилацетат	200	4	п

Примечание: значение в числителе – максимально разовые; в знаменателе – среднесменные

Таблица 1.3

Расходы лакокрасочных материалов на один слой покрытия изделий и содержание в них летучих растворителей

Наименование лакокрасочных материалов/способ нанесения краски	Расход лакокрасочных материалов, *A*, г/м^2	Содержание летучей час- ти, *m*, %
Нитролаки и краски		
Бесцветный аэролак /кистью	200	92
Цветные аэролаки/распыление пульверизатором	180	75
Нитрошпаклевка /кистью	100-180	10-35
Нитроклей /кистью	160	80-85
Масляные лаки и эмали		
Окраска распылением	60-90	35

Таблица 1.4

Количество углекислоты, выделяемой человеком при разной работе

Возраст человека и характер работы	Количество CO_2	
	в л/ч	в г/ч
Взрослые:		
при физической работе	45	68
при легкой работе (в учреждениях)	23	35
в состоянии покоя	23	35
Дети до 12 лет	12	18

Таблица 1.5

Предельно-допустимые концентрации углекислоты

Наименование помещений	Количество CO_2	
	в л/ч	в г/кг
Для постоянного пребывания людей (жилые ком.)	1	1,5
Для пребывания детей и больных	0,7	1
Для учреждений	1,25	1,75
Для кратковременного пребывания людей	2	3

Таблица 1.6

Количество тепловыделений одним человеком при различной работе

Категория тяжести работы		Количество тепловыделений $q_л$, ккал/ч в зависимости от окружающей температуры воздуха			
		15 ºС	20 ºС	25 ºС	30 ºС
Легкая	I	100	70	50	30
Средней тяжести	II-а	100	70	60	30
Средней тяжести	II-б	110	80	70	35
Тяжелая	III	110	80	80	35

Таблица 1.7

Солнечная радиация через остекленную поверхность

	Солнечная радиация, $q_{ост}$, ккал/ч от стороны света и широты, град.														
	ЮГ			ЮГО-ВОСТОК ЮГО-ЗАПАД				ВОСТОК ЗАПАД				СЕВЕР, СЕВЕР. ВОСТОК СЕВЕРО-ЗАПАД			
	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65
Окна с двойным остеклением и деревянными рамами	125	125	145	85	110	125	145	125	125	145	145	65	65	65	60
Окна с двойным остеклением и металлическими рамами	160	160	180	110	140	160	180	160	160	180	180	80	80	80	70
Фо- нарь с двойным остеклением и металлическими переплет.	130	160	170	110	140	170	170	160	160	180	180	85	85	85	70

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоиздат, 1982. – 342 с.

2. Каменев П.Н. Отопление и вентиляция. Часть II. Вентиляция. – М.: Издательство литературы по строительству, 1966. – 289 с.

3. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

4. ГН2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2. ОЦЕНКА РИСКА

Цель практического занятия - закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Основы теории безопасности: системный анализ безопасности», и формирование практических навыков расчета индивидуального и группового (социального) риска в конкретных ситуациях.

Общие сведения. Опасность – одно из центральных понятий безопасности жизнедеятельности (БЖД).

Опасность хранят все системы, имеющие энергию, химически или биологически активные компоненты, а также характеристики (параметры), несоответствующие условиям жизнедеятельности человека. Можно сказать, что опасность – это риск неблагоприятного воздействия.

Практика свидетельствует, что абсолютная безопасность недостижима. Стремление к абсолютной безопасности часто вступает в антагонистические противоречия с законами техносферы.

В сентябре 1990 г. в г. Кельне состоялся первый Всемирный конгресс по безопасности жизнедеятельности человека как научной дисциплине. Девиз конгресса: «Жизнь в безопасности». Участники конгресса постоянно оперировали понятием «риск».

Возможны следующие определения риска:

1. Это количественная оценка опасности, вероятность реализации опасности;

2. При наличии статистических данных, это частота реализации опасностей.

Различают опасности реальные и потенциальные. В качестве аксиомы принимаются, что любая деятельность человека потенциально опасна. Реализация потенциальной опасности происходит через ПРИЧИНЫ и приводит к НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫМ ПОСЛЕДСТВИЯМ.

Сейчас перед специалистами ставится задача – не исключение до нуля безопасности (что в принципе невозможно). А достижение заранее заданной величины риска реализации опасности. При этом сопоставлять затраты и получаемую от снижения риска выгоду. Во многих западных странах для более объективной оценки риска и получаемых при этом затрат и выгод, вводят финансовую меру человеческой жизни. Заметим, что такой подход имеет противников, их довод – человеческая жизнь свята, бесценна и какие-то финансовые оценки недопустимы. Тем не менее, по зарубежным исследованиям, человеческая жизнь оценивается, что позволяет более объективно рассчитывать ставки страховых тарифов при страховании и обосновывать суммы выплат.

Поскольку абсолютная безопасность (нулевой риск) невозможна, современный мир пришел к концепции приемлемого (допустимого) риска.

Суть концепции заключается в стремлении к такой безопасности, которую принимает общество в данное время. При этом учитывается уровень технического развития, экономические, социальные, политические и др. возможности. Приемлемый риск – это компромисс между уровнем безопасности и возможностями ее достижения. Это можно рассмотреть в следующей ситуации. После крупной аварии на Чернобыльской АЭС, правительство СССР решило повысить надежность всех ядерных реакторов. Средства были взяты из госбюджета и, следовательно, уменьшилось финансирование социальных программ здравоохранения, образования и культуры, что в свою очередь привело к увеличению социально-экономического риска. Поэтому следует всесторонне оценивать ситуацию и находить компромисс – между затратами и величиной риска.

Переход к «риску» дает дополнительные возможности повышения безопасности техносферы. К техническим, организационным, административным добавляются и экономические методы управления риском (страхование, денежные компенсации ущерба, платежи за риск и

др.). Есть здравый смысл в том, чтобы законодательно ввести квоты за риск. При этом возникает проблема расчета риска: статистический, вероятностный, моделирование, экспертных оценок, социологических опросов и др. Все эти методы дают приблизительную оценку, поэтому целесообразно создавать базы и банки данных по рискам в условиях предприятий, регионов и т.д.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с общими сведениями. Записать определения.
2. Выполнить практические задачи.

Практические задачи

Задача 1. В таблице 2.0 приведен ряд профессий по степени индивидуального риска фатального исхода в год. Используя данные табл.1 методом экспертных оценок охарактеризуйте вашу настоящую деятельность и условия вашей будущей работы.

Таблица 2.0

Классификация профессиональной безопасности

Категория	Условия профессиональной деятельности	Риск смерти (на человека в год)	Профессия
1	Безопасные	$1 \cdot 10^{-4}$	Текстильщики, обувщики, работники лесной промышленности, бумажного производства и др.
2	Относительно безопасные	$1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$	Шахтеры, металлурги, судостроители и др.
3	Опасные	$1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-2}$	Рыбопромысловики, верхолазы, трактористы и др.
4	Особо опасные	больше $1 \cdot 10^{-2}$	Летчики-испытатели, летчики реактивных самолетов.

После обсуждения письменно сформулируйте свою оценку.

Для решения следующих задач используйте формулу определения индивидуального риска

$$P = \frac{h}{H}, \qquad (2.1)$$

где Р – индивидуальный риск (травмы, гибели, болезни и пр.); h – количество реализации опасности с нежелательными последствиями за определенный период времени (день, год и т.д.); Н – общее число участников (людей, приборов и пр.), на которых распространяется опасность.

Пример решения задачи по формуле (2.1).

Пример. Задача 1. Ежегодно неестественной смертью гибнет 250 тыс. человек. Определить индивидуальный риск гибели жителя страны при населении в 150 млн. человек.

Решение.

Рж = $2{,}5 \cdot 10^5 / 1{,}5 \cdot 10^8 = 1{,}7 \cdot 10^{-3}$

Или будет 0,0017. Иначе можно сказать, что ежегодно примерно 17 человек 10000 погибает неестественной смертью. Если пофантазировать и предположить, что срок биологической жизни человека равен 1000 лет, то по нашим данным оказывается, что уже через 588 лет (1:0,0017) вероятность гибели человека неестественной смертью близка к 1 (или 100%).

Примечание. Здесь и в задачах №2,3 данные приближены к России.

Задача 2. Опасность гибели человека на производстве реализуется в год 7 тыс. раз. Определить индивидуальный риск погибших на производстве при условии, что всего работающих 60 млн. человек. Сравните полученный результат с вашей экспертной оценкой из задачи 1.

Задача 3. Определить риск погибших в дорожно-транспортном происшествии (ДТП), если известно, что ежегодно гибнет в ДТП 40 тыс. человек при населении 150 млн. человек.

Задача 4. Используя данные индивидуального риска фатального

исхода в год для населения США (данных по России нет), определите свой индивидуальный риск фатального исхода на конкретный год. При этом можно субъективно менять коэффициенты и набор опасностей.

Таблица 2.1

Индивидуальный иск гибели в год

Причина	Риск	Причина	Риск
Автомобильный транспорт	$3 \cdot 10^{-4}$	Воздушный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$
Падения	$9 \cdot 10^{-5}$	Падающие предметы	$6 \cdot 10^{-6}$
Пожар и ожог	$4 \cdot 10^{-5}$	Электрический ток	$6 \cdot 10^{-6}$
Утопление	$3 \cdot 10^{-5}$	Железная дорога	$4 \cdot 10^{-6}$
Отравление	$2 \cdot 10^{-5}$	Молния	$5 \cdot 10^{-7}$
Огнестрельное оружие	$1 \cdot 10^{-5}$	Все прочие	$4 \cdot 10^{-5}$
Станочное оборудование	$1 \cdot 10^{-5}$	Ядерная энергетика	$2 \cdot 10^{-10}$
Водный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$	(пренебрегаемо мал. риск)	

Риск общий для американца: $P_{общ} = 6 \cdot 10^{-4}$

Сравнить полученный результат с результатом примера решения.

Задачи на риск гибели неестественной смертью в России и с риском гибели в год для американца ($P_{общ}$).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Русак О.Н. Труд без опасности. Л. «Лениздат», 1986, 191 с.

2. Береговой Г.Т. и др. Безопасность космических полетов. М., «Машиностроение», 1977, 320 с.

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Цель практического занятия :закрепление теоретических знаний, полученных при изучении раздела “Гелиофизические и метеорологические фактора: микроклимат производственных помещений”, и формирование практических навыков расчета метеорологических условий в производственном помещении и гигиенической оценки параметров микроклимата.

Общие сведения:

Одним из основных условий эффективной производственной деятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях. Параметры микроклимата оказывают существенное влияние на терморегуляцию организма человека и могут привести кпереохлаждение или перегреву тела

Микроклимат производственных помещений - это климат внутренней среды этих помещений, определяемый действующими на организм человека факторами: сочетанием температуры воздуха, относительной влажности, скорости движения воздуха, интенсивности теплового облучения, температуры поверхности ограждающих конструкций (стены, пол, потолок, технологическое оборудование и т.д

Под рабочей зоной понимается пространство высотой до 2м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания рабочих.

Причиной ряда заболеваний является местное и общее охлаждение. Переохлаждение организма ведет к простудным заболеваниям: ангине, катару верхних дыхательных путей, пневмонии. Установлено, что при

переохлаждении ног и туловища возникает спазм сосудов слизистых оболочек дыхательного тракта.

Перегревание возникает при избыточном накоплении тепла в организме, которое возникает при действии повышенных температур. Основными признаками перегревания являются повышение температуры тела до 38°Си более, обильное потоотделение, слабость, головная боль, учащение дыхания и пульса, изменение артериального давления и состав крови, шум в ушах, искажение цветового восприятия

Тепловой удар – это быстрое повышение температуры тела 40°С и выше. В этом случае падает артериальное давление, потоотделение прекращается, человек теряет сознание.

Организм человека обладает свойством терморегуляции – поддержание температуры тела в определенных границах (36,1…37,2°С) Терморегуляция обеспечивает равновесие между количеством тепла, непрерывно образующегося в организме человека в процессе обмена веществ, теплопродукцией и излишком тепла, непрерывно выделяемого в окружающую среду, - теплоотдачей, т.е сохраняет тепловой баланс организма человека. Количество выделившейся теплоты меняется от 8Вт до 50 Вт.

Теплопродукция. Тепло вырабатывается всем организмом, но в наибольшей степени в мышцах и печени. В процессе работы в организме происходят различные биохимические процессы, связанные с деятельностью мышечного аппарата и нервной системы. Энергозатраты человека, выполняющего различную работу, могут быть классифицированы на категории.

Разграничение работ по категориям осуществляется на основе интенсивности общих энергозатрат организма: легкие физические работы, средние физические работы, тяжелые физические работы.

К категории 1а относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 139 Вт, выполняемые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

К категории 1б относятся работы с интенсивностью энергозатрат 140…174 Вт, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (в полиграфической промышленности, на часовом, швейном производствах, в сфере управления)

К категории 2а относятся работы с интенсивностью энергозатрат 233…232 Вт, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой, перемещением мелких изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения.

К категории 2б относятся работы с интенсивностью энергозатрат 233…290 Вт, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.

К категории 3 относятся работы с интенсивностью энергозатрат более 290 Вт, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий.

Теплоотдача. Количество тепла, отдаваемого организмом человека, зависит от температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Теплоотдача осуществляется путем радиации, конвекции, испарения пота и дыхания. Для человека, находящегося в состояние покоя и одетого в обычную комнатную одежду, соотношение составляющих теплоотдачи имеет следующие распределения, % радиацией – 45, конвекцией – 30, испарением и дыханием – 25.

Основное значение имеет регулирование теплоотдачи, так как она является наиболее изменчивой и управляемой. Комфортные тепло ощущения у человека возникают при наличии теплового баланса организма, а также при условии его некоторого нарушения. Это обеспечивается тем, что в организме человека имеется некоторый резерв тепла, который используется им в случае охлаждения. Этот потенциальный запас тепла составляет в среднем 8360 кДж и находится главным образом во внешних слоях тканей организма на глубине 2-3

см от кожи. При известном уменьшении запаса тепла у человека появляются субъективно ощущения «прохлады», которые, если охлаждение продолжается, сменяются ощущениями «холодно», «очень холодно»

Действующими нормативными документами, регламентирующими метеорологические условия производственной среды, являются ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» Этими документами установлены влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений с учетом избытков явного тепла, тяжести выполняемой работы и сезонов года.

В соответствии с вышеуказанным стандартом теплым периодом года считается сезон, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха +10 °С.

Допустимыми считаются такие параметры микроклимата, которые при длительном воздействии могут вызывать напряжения реакции терморегуляции человека, но к нарушению состояния здоровья не приводят.

Оптимальными являются такие микроклиматические параметры, которые не вызывают напряжения реакций терморегуляции и обеспечивают высокую работоспособность человека.

Расчет показателей микроклимата базируются на опытных данных о давлении, температуре и скорости движения воздуха на рабочем месте полученных при замерах на нем с помощью соответствующих приборов

Показатели микроклимата вычисляются в следующей последовательности:

1. Атмосферное давление В, Па, на рабочем месте, измеренное с помощью барометра-анероида БАММ-1

$$B = B_п + B_ш + B_т + B_д\,, \qquad (3.1)$$

где В– исправленное значение замеренного давления, Па; Вп – отсчет по прибору, Па; Вш – шкаловая поправка;Вт – температурная поправка, равная произведению температуры прибора на удельную температуру поправки прибора; Вд – добавочная поправка, Па.



Рис. 3.1 Барометр-анероид «БААМ-1»

Барометр-анероид «БААМ-1» измеряет атмосферное давление в наземных условиях в диапазоне температур от 0 до +40 С° и при относительной влажности воздуха более 80%

2. Температура воздушной среды измеряется с помощью ртутных или спиртовых термометров, а также с помощью термографов, обеспечивающих непрерывную запись температуры на ленте за определенный период времени. Температуру воздушной среды можно измерить также с помощью психрометров и термометров

3. Влажность воздуха – абсолютная и относительная определяется с помощью психрометров. Психрометр состоит из сухого и влажного термометров. Резервуар влажного термометра покрыт тканью, которая опущена в мензурку с водой. Испаряясь, вода охлаждает влажный термометр, поэтому его показания всегда ниже показания сухого.

Психрометры бывают типа Августа (Рис 3.2) и переносными, типа Ассмана (Рис 3.3). Психрометр Ассмана является более совершенным и точным прибором по сравнению с психрометром Августа. Принцип его устройства тот же, но термометры заключены в металлическую оправу, шарики термометра находятся в двойных металлических гильзах, а в головке прибора помещается вентилятор с постоянно скоростью 4 м/с.

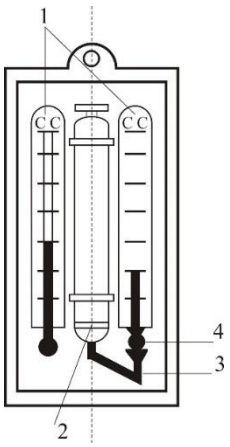


Рис. 3.2 Психрометры Августа

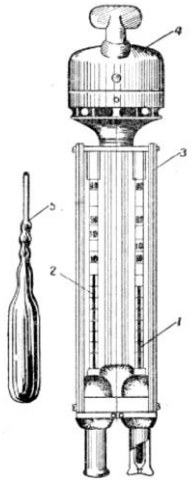


Рис. 3.3 Психрометр Ассмана

Влажность воздуха может быть рассчитана: 1) по давлению водяного пара, находящегося в воздухе или 2) по плотности водяного пара

При первом способе сначала определяется давление водяного параЮ находящегося в воздухе при данной температуре

$$P_{в.п} = P_{н.в} - c(T_c - T_B)B \quad (3.2)$$

где Рн.в– давление насыщенного водяного пара при температуре tв, зафиксированной влажным термометром, Па;с–коэффициент психрометра, зависящий от скорости движения воздуха около шарика мокрого термометра (при скорости движения воздуха до 4 м/с принимают с = 0.00074, свыше 4 м/с – 0,00066) tc и tв – температура сухого и влажного термометра,В–

барометрическое давление воздуха в момент измерения температур психрометром, Па

Определив порациональнее давление водяного пара, находят относительную влажность воздуха

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%, \quad (3.3)$$

где $P_{н.с}$– давление насыщенного водяного пара при температуре t_c, зафиксированной влажным термометром,

При расчете влажности воздуха по плотности водяного пара определяются:

а) абсолютная влажность воздуха (масса водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре)

$$F = \frac{(1000 * P_{в.п})}{(461{,}5(273 + t_c))}, \quad (3.4)$$

где 461,5 – удельная газовая постоянная водяного пара Дж/(кг *К);

б) максимальная абсолютная влажность воздуха

$$A_{max} = \frac{1000 * P_{н.с}}{461{,}5 * (273 + t_c)}, \quad (3.5)$$

в) относительная влажность воздуха φ

$$\varphi = \frac{A}{A_{max}} * 100, \quad (3.6)$$

Таблица 3.0

Давление насыщенного водяного пара Р, Па при температуре воздуха

t, С	Р, Па	t, С	Р, Па	t, С	Р, Па	t, С	Р, Па
0	611	10	1228	20	2328	30	4242
1	657	11	1312	21	2486	31	4493
2	705	12	1403	22	2644	32	4754
3	759	13	1497	23	2809	33	5030
4	813	14	1599	24	2894	34	5320
5	872	15	1705	25	3168	35	5624
6	935	16	1817	26	3361	36	5941

7	1001	17	1937	27	3565	37	6275
8	1073	18	2064	28	3780	38	6625
9	1148	19	2197	29	4005	39	6991

Значение относительной влажности φ, найденного описанными способами, может быть проверено по данным психометрической таблицы

4. Скорость движения воздуха измеряется с помощью крыльчатых или чашечных анемометров (Рис 3.4). Крыльчатый анемометр принимается для измерения скорости воздуха до 10 м/с, а чашечный – до 30м/с. Принцип действия анемометров обоих типов основан на том, что частоты вращения крыльчатки тем больше, чем больше скорость движения воздуха. Вращение крыльчатки передается на счетный механизм. Разница в показаниях до и после измерения, деленная на время наблюдения, показывает число делений в 1 с. Специальный тарировочный паспорт, предлагаемый к каждому прибору позволяет по вычисленной величине делений определить скорость движения воздуха.



Рис 3.4 Чашечный анемометр

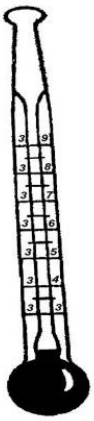


Рис. 3.5 Кататермометр

Скорость движения воздуха в интервале величин от 0.1 до 0.5 м/с можно определить с помощью кататермометра (Рис.3.5). Шаровой кататермометр представляет собой стартовый термометр с двумя резервуарами: шаровым внизу и цилиндрическим вверху. Шкала кататермометра имеет давление от 31 до 41 градуса. Для работы с этим прибором его предварительно нагревают на водяной бане, затем вытирают насухо и помещают в исследуемое место. По величине падения столба спирта в единицу времени на кататермометре при его охлаждении судят о скорости движения воздуха. Для измерения малых скоростей (от 0.03 до 5 м/с) при температуре в производственных помещениях не ниже 10С применяется термоанемометр. Это электрический прибор на полупроводниках, принцип его действия основан на измерении величины сопротивления датчика при изменении температуры и скорости движения воздуха.

Таблица 3.1

Значения относительной влажности

t_c °C	Разность показаний сухого и влажного термометров t_c - t_b °C									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Относительная влажность φ, %									
0	100	81	63	45	28	11				

1	100	83	65	48	32	16				
2	100	84	68	51	35	20				
3	100	84	69	54	39	24	10			
4	100	85	70	56	42	28	14			
5	100	86	72	58	45	32	19	6		
6	100	86	73	60	47	35	23	10		
7	100	87	74	61	49	37	26	14		
8	100	87	75	63	51	40	29	18	7	
9	100	88	76	64	53	42	31	21	11	
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5

Продолжение табл. 3.1

11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41

28	100	93	85	78	71	65	59	52	48	42
29	100	93	86	79	72	66	60	54	49	43
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44

Скорость движения воздуха V, м/с , при замере ее анемометром АСО-3 подсчитывается по формуле

$$V = an + b, \quad (3.7)$$

где n число делений в 1 с; $n = \frac{n_к - n_н}{t_{зам}}$; $n_н$ и $n_к$ – начальный и конечный отсчеты по анемометру; t зам – продолжительность замера по прибору.

При выполнении настоящего практического занятия рекомендуется использовать формулу:

$$V = 0{,}45n + 0{,}01$$

5. Гигиеническая оценка результатов расчета параметров микроклимата: производится по санитарным нормам, приведенным в ГОСТ 12.1.005-88.

Таблица 3.2

Оптимальные нормы температуры, относительно влажности и скорости движения воздуха по рабочей зоне производственных помещений

Период Года	Категория Работ	Температура, ℃	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха м/с не более
Холодный (температура наружного воздуха ниже +10℃)	Легкая – 1	22-24	40-60	0,1
	Легкая – 1б	21-23	40-60	0,1
	Средней тяжести – Па	18-20	40-60	0,2
		17-19	40-60	0,2
	Средней тяжести – Пб	16-18	40-60	0,3
	Тяжелая – III			

Теплый (температура наружного воздуха +10°С и выше)	Легкая – 1а	23-25	40-60	0,1
	Легкая – 1б	22-24	40-60	0,2
	Средней тяжести – Па	21-23	40-60	0,3
	Средней тяжести – Пб	20-22	40-60	0,3
	Тяжелая - III	18-20	40-60	0,4

Пример расчета:

Исходный данные: B_n= 87937 Па,$B_ш$ = -50 Па, t_c = 22 °С, t_c = 16 °С, $\Delta t = -\frac{10Па}{°С}$, $B_д$= +100 Па, $n_н$=6000, t зам= 200с, период года – теплый.

Решение:

1. Атмосферное давление на рабочем месте (при температурной поправке)

$$B_т = t_c * \Delta t = 22(-10) = -220\ Па$$

$$B = B_n + B_ш + B_т + B_д = 87837 - 50 - 220 + 110 = 87667\ Па.$$

2. Скорость движения воздуха по исходным данным, полученным при помощи анемометра АСО-3. При числе давлений в 1с

$$n = \frac{n_к - n_н}{t_{зам}} = 6040 - \frac{6000}{200} = 0{,}2\ дел/с$$

Скорость движения воздуха составляет;

$$V=0{,}45n + 0{,}01 = 0{,}45 * 0{,}2 + 0{,}01 = 0{,}10\ м/с$$

3. Относительная влажность воздуха по давлению водяного пара. При давлении насыщенного водяного пара при температуре сухого термометра Рн.с = 2644 Па и температуре влажного термометра Р н.в = 1817 Па и парциальном давлении водяного пара в воздухе:

$$P_{в.п} = P_{н.в} - C(t_c - t_в) * B = 1817 - 0{,}00074 * (22 - 16) * 87837 = 1427\ Па$$

относительная влажность воздуха:

$$\varphi = \frac{P_{в.п}}{P_{н.с}} 100 = \frac{1427}{2644} 100 = 54\%$$

3б. Относительная влажность воздуха по плотности (массе) водяного пара. При абсолютной влажности воздуха:

$$A = \frac{1000 * P_{в.п}}{461{,}5(273 + t_c)} = \frac{1000 * 1527}{461{,}5(273 + 22)} = 10{,}48 \text{ г/м}^3$$

И максимальной влажности воздуха:

$A_{max} = \frac{1000 * P_{н.с}}{461{,}5(273+t_c)} = \frac{1000*2644}{461{,}5(273+22)} = 19{,}42 \text{ г/м}^3$относительная влажность воздуха равна:

$$\varphi = \frac{A}{A_{max}} 100 = \frac{10{,}48}{19{,}42} 100 = 54\%$$

3в. Правильность произведенных подсчетов φ подтверждают данные таблицы. При разности показаний сухого и влажного термометров Тс – Тв = 22 – 16 = 6 ℃ относительная влажность воздуха φравна 54%

Варианты заданий

Для выполнения задания даются следующие показатели: отсчет по барометру Вп Температура воздуха по сухому (Тс) и влажному (Тв) термометрам психрометра, начальный (Nн) и конечный (Nк) отсчеты по анемометру, продолжительность замера скорости движения воздуха Тзам, период года (холодный, теплый) Для отсчета скорости движения воздуха использовать формулу

$$V = 0{,}45n + 0{,}01$$

Интенсивность теплового излучения на рабочем месте полагать равной 50 Вт/м^2. Числовые значения исходных данных приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Числовые значения поправок к барометру

вариант	Вв, Па	Вш, Па	$\Delta t, Па/°C$	Ва, Па	Тс, °С	Тв,°С	Nн	Nк	Т зам, °С	Период года
1	110146	-100	-10	+100	23	18	6000	6246	140	Холодный
2	105752	-100	-10	+100	22	16	6107	6138	155	То же
3	97989	+75	-10	+100	18	13	6357	6407	160	То же
4	90498	+25	-10	+100	17	11	6841	6909	170	То же
5	94232	+150	-10	+100	16	11	6944	7051	200	То же
6	103379	-50	-10	+100	24	17	6107	6387	150	Теплый
7	107509	-100	-10	+100	23	17	6305	6696	187	То же
8	89371	0	-10	+100	22	15	6421	6501	190	То же
9	94263	+150	-10	+100	20	15	6725	6830	175	То же
10	96946	+100	-10	+100	19	12	6100	6176	11	То же

Порядок выполнения работы

1. Расчет и оформление практической работы провести в соответствии с примером расчета. Варианты заданий определяются пр-ем.

2. Результаты расчетов микроклимата на рабочем месте в производственном помещении занести в таблицу.

Таблица 3.4

Пример заполнения таблицы

Температура воздуха		Относительная влажность %		Скорость движения воздуха	
Фактическая данная	Оптимальная по нормам	Фактическая рассчитанная	Оптимальная по нормам	Фактическая рассчитанная	Оптимальная по нормам

3. На основании полученных результатов определить категорию работ, в соответствии с периодом года.

4. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под микроклиматом производственных помещений?
2. Опишите характер действия климатических факторов на организм человека.
3. В чем состоит нормирование воздействий климатических факторов на человека?
4. Как определяют давление, температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха?
5. Назовите способы и средства нормализации микроклимата на рабочих местах.

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЙ И БОРЬБА С ИЗБЫТОЧНЫМ ТЕПЛОМ В ШАХТАХ

Цель практического занятия - закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Комфортные условия жизнедеятельности», и овладение методикой расчета тепловыделений в выработки глубоких шахт и выбора технических решений по борьбе с избыточным теплом.

Общие сведения. Климатические условия в подземных выработках, особенно в глубоких шахтах, как правило, отличаются от климатических условий на земной поверхности. Микроклимат горных выработок (т. е. действующее в них на организм человека сочетание температуры, влажности, скорости движения воздуха, его давления и температуры окружающих поверхностей) в значительной степени зависит от теплообменных процессов, происходящих на пути движения воздуха. Под воздействием этих процессов температура шахтного воздуха в выработках существенно повышается с увеличением глубины ведения горных работ.

Нагревание воздуха, движущегося по горным выработкам, происходит в результате:

- теплообмена между потоком шахтного воздуха и окружающим выработки массивом горных пород, т. е. охлаждения пород;
- естественного адиабатического сжатия воздуха при движении его вниз по вертикальным и наклонным выработкам;
- изменения содержания влаги в воздухе;
- теплообмена между воздухом и подземной водой, текущей по выработкам;
- окисления угля, угольной пыли, сульфидных руд, крепежного леса и некоторых других веществ;
- охлаждения отбитых и транспортируемых масс угля и породы;
- работы горных машин и механизмов;
- выделения тепла осветительными установками, электрическими кабелями, трубопроводами сжатого воздуха, телом человека, а также действия других второстепенных факторов.
- Вызванное перечисленными факторами приращение температуры шахтного воздуха (оС = К), может быть определено из выражения

$$\Delta t = \frac{\Sigma Q_i}{C_p \rho V}, \qquad (4.1)$$

где $\sum Q_i$ - суммарное количество теплоты, идущее на нагревание воздуха, кДж/ч; C_p - удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/(кг·К); ρ - плотность воздуха, кг/м^3; V - объемный расход воздуха, м^3/ч.

Шахтный воздух уже при температуре свыше 25 °С оказывает отрицательное тепловое воздействие на физиологию и гигиену труда подземных рабочих. При задержке отдачи телом человека накопившегося в нем тепла возникает перегрев организма, осложняющий протекание жизненных процессов. Чрезмерный перегрев организма вызывает ухудшение самочувствия человека, приводит к серьезным заболеваниям (в наиболее тяжелых случаях - к

тепловому удару, или стрессу, или даже к смерти), увеличивает вероятность травматизма, снижает производительность труда.

Изменение температуры воздуха (и других параметров микроклимата) в подземных выработках оказывает влияние также на физико-механические свойства горных пород и на безопасное состояние сооружений и выработок.

Расчет выделения теплоты в выработки глубоких шахт ведется по следующим зависимостям.

1. Тепловыделение при охлаждении горных пород. Количество теплоты $Q_{охл}$, кДж/ч, выделяющееся вследствие охлаждения окружающих выработку горных пород, описывается уравнением Ньютона для конвективного теплообмена

$$Q_{охл} = K_{\tau} P l (t_{п} - t_{в}), \qquad (4.2)$$

где K_{τ} - коэффициент нестационарного теплообмена между массивом горных пород и воздухом, кДж/(м^2·ч·К) (рассчитывается по формуле, приводимой ниже); P и l - периметр и длина выработки, м; $t_{п}$ - естественная температура неохлажденных пород на данной глубине, (°С = K, расчет приводится ниже); $t_{в}$= $t_{пб}$ - допустимая температура воздуха в выработке, °С (принимается согласно Правилам безопасности).

Коэффициент K_{τ}, кДж/(м^2·ч·К) определяется по формуле

$$K_{\tau} = \frac{\lambda}{1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 R_э}} \cdot \left[\frac{1}{2R_э} + \frac{1}{\sqrt{\pi \alpha \tau (1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 R_э})}} \right], \qquad (4.5)$$

где λ - коэффициент теплопроводности породы, кДж/(м·ч·К) (принимается по табл. 3.1); α_0 - суммарный коэффициент теплоотдачи от стен шахтной выработки к воздуху, кДж/(м^2·ч·К) (расчет ниже); $R_э$ - эквивалентный радиус выработки, м: $R_э = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = 0.564\sqrt{S}$, a - коэффициент температуропроводности

породы, м^2/ч: $\alpha = \frac{\lambda}{c_п \cdot \rho_п}$ (принимается по табл. 3.1); $c_п$ - удельная теплоемкость породы, кДж/(кг·К) (принимается по табл. 3.1); $\rho_п$ - плотность породы, кг/м^3 (принимается по табл. 3.1); τ - расчетное время процесса теполообмена, ч (например, при длительности процесса теплообмена 4 года значение τ = 4·365·24 = = 35040 ч).

Таблица 4.0

Тепловая характеристика пород

Порода	ρ, кг/м^3	$c_п$, кДж/(кг·К)	λ, кДж/(м·ч·К)	a, м^2/ч
Песчаник (Центральный Донбасс)	2475	0,854	9,211	0,00436
Глинистые и песчанистые сланцы (там же)	2450	0,904	6,363	0,00287
Уголь (там же)	1225	1,184	1,051	0,00073
Бурый уголь (Челябинский бассейн)	1210	1,130	0,913	0,00067
Каменный уголь (Карагандинский бассейн)	1275	1,055	0,963	0,00072
Углистый сланец	1765	1,021	3,006	0,00167
Глинистый сланец	2433	0,992	3,354	0.00139
Змеевик	2690	0,950	5,694	0,00223
Гранит	2722	0,917	7,972	0.00319
Серный колчедан (Дегтярское месторождение)	4620	0,908	15,010	0,00358
Медный колчедан (там же)	4716	0,862	15,165	0,00373

Суммарный коэффициент теплоотдачи с поверхности горной выработки α_0, кДж/(м^2·ч·К), находится их выражения

$$\alpha_0 = \alpha_к + \alpha_и,$$

где $\alpha_к$ - конвективный коэффициент теплоотдачи от стен выработки к воздуху, кДж/(м^2·ч·К)

$$\alpha_к = 2{,}9 \cdot 4{,}1868 \frac{V^{0.8}}{Д_э^{0,2}} = 12{,}14 \frac{V^{0.8}}{Д_э^{0,2}}$$

где v - скорость движения воздуха в выработке, м/с; $Д_э$ - эквивалентный диаметр выработки, м: $Д_э = \frac{4S}{P}$; $\alpha_и$ - коэффициент, учитывающий испарения влаги с мокрых стен выработки, кДж/(м^2·ч·К)

$\alpha_и = 1{,}3\beta \cdot r$,

где β - коэффициент массоотдачи (коэффициент испарения), кг/(м^2·ч·К), принимается равным 0,01 - для стволов, 0,15 - для капитальных выработок, 0,03 - для лав; r - теплота парообразования воды, принимается r = 2256 кДж/кг.

Температура горных пород в массиве $t_п$, ºС, на заданной глубине H, м, от земной поверхности определяется по формулам:

$$t_п = h \cdot t_н + \frac{H - H_0}{Г_{ст}} \text{ или } t_п = h \cdot t_н + (H - H_0)\delta, \qquad (4.6)$$

где $t_п$ - температура пород нейтрального слоя (зоны с постоянной температурой пород) в данной местности; принимается примерно равной среднегодовой температуре воздуха на земной поверхности в данном районе, ºС; $t_н$ = 8,5; 2,5; 2,5; 3,0 °С для условий соответственно Донбасса, Кузбасса, Караганды и Мосбасса; H_0 - глубина (толщина) нейтрального слоя, м: H_0 = 20-40 м; $Г_{ст}$ - геотермическая ступень данного района, м/ºС: в среднем $Г_{ст}$ составляет для угольных месторождений 30–40 м/ ºС, рудных 50-140 м/ ºС, нефтяных 15-20 м/ ºС; δ - геотермический градиент, ºС/м.

2. Тепловыделение при сжатии воздуха. Количество теплоты $Q_{сж}$, кДж/ч, выделяющееся при движении воздуха вниз по вертикальным и наклонным выработкам, определяется выражением

$$Q_{сж} = 9{,}81 \cdot \rho \frac{V_в \cdot H}{1000} = 0{,}00981 \cdot \rho \cdot V_в \cdot H, \qquad (4.7)$$

где ρ - плотность воздуха, кг/м^3; $V_в$ - количество воздуха, проходящего по выработке (объемный часовой расход воздуха), м^3/ч: $V_в = 3600 \cdot v \cdot S$;

v - скорость движения воздуха в выработке, м/с; S - площадь поперечного сечения выработки, м^2; H - глубина расположения выработки, м; для наклонной выработки

$$H = l_н \cdot sin\,\psi, \tag{4.8}$$

где $l_н$ - длина наклонной выработки; ψ - угол наклона выработки, град.

3. Тепловыделение при окислительных процессах. Количество теплоты $Q_{ок}$, кДж/ч, образующееся при окислении угля, угленосных сланцев, сульфидных руд и древесины, подсчитывается по формуле А. Ф. Воропаева

$$Q_{ок} = q_{ок} \cdot V^{0,8} \cdot P \cdot l, \tag{4.9}$$

где $q_{ок}$ - тепловыделение в результате окислительных процессов, приведенное к скорости движения воздуха в выработке, V = 1 м/с, кДж/(м^2·ч); $q_{ок}$ можно принимать равным 12-21 кДж/(м^2·ч).

4. Тепловыделение от местных источников. К местным источникам теплоты относят электродвигатели, трансформаторы, светильники, электрические кабели, трубопроводы сжатого воздуха, пневматические двигатели, другие тепловыделяющие машины, механизмы и устройства, а также работы, производимые с применением бетона на участке выработки или в призабойной зоне, когда тепло выделяется при его отвердении.

Расчетные формулы для определения количества теплоты от местных источников имеют следующий вид:

4.1. Тепловыделение при работе ***электродвигателей*** горных машин и освещения $Q_{эд}$, кДж/ч

$$Q_{эд} = \frac{3600 \cdot N_{потр} \cdot k_з}{\eta_э}, \tag{4.10}$$

где $N_{потр}$ - потребляемая мощность электродвигателей и осветительных установок, кВт; $k_з$ - коэффициент загрузки оборудования во времени: $k_з$ = 0,8; $\eta_э$ - к. п. д. электродвигателя: $\eta_э$ = 0,95.

4.2. Тепловыделение в выработку (ствол, уклон, бремсберг и др.) при эксплуатации ***лебедок*** $Q_л$, кДж/ч:

- при подъеме груза лебедкой $Q_{лп} = 3600 \cdot N_л \cdot k_з(1 - \eta_м)$;

- при спуске груза лебедкой $Q_{лс} = 3600 \cdot N_л \cdot k_з$.

где $N_л$ - установленная мощность электродвигателя лебедки, кВт; $\eta_м$ - механический к. п. д.: $\eta_м = 0,8$.

4.3. Тепловыделение при работе ***трансформатора*** $Q_{тр}$, кДж/ч

$$Q_{тр} = 3600 \cdot N_{тр} \cdot p_{тр}, \quad (4.11)$$

где $N_{тр}$ - мощность трансформатора, кВт; $p_{тр}$ - тепловые потери трансформатора: $p_{тр} = 0,04 \div 0,05$.

4.4. Тепловыделение при затвердевании монолитной ***бетонной крепи*** $Q_б$, кДж/ч

$$Q_б = q_б \cdot P \cdot l_ц, \quad (4.12)$$

где $q_б$ - удельное выделение теплоты при отвердевании бетона, кДж/(м^2·ч); принимается $q_б = 200 \div 400$ кДж/(м^2/ч); P - периметр выработки, м; $l_ц$ - длина участка бетонирования, контактирующего с вентиляционной струей за один цикл проходки, м.

4.5. Тепловыделение при ***взрыве ВВ***. В выработке большого сечения при использовании более 100 кт ВВ тепловыделение при взрыве $Q_{взр}$, кДж/ч, рассчитывается по формуле

$$Q_{взр} = 0,8 \cdot q_{взр} \cdot m_з, \quad (4.13)$$

где $q_{взр}$ - удельное тепловыделение при взрыве 1 кг ВВ, кДж/кт; $m_з$ - масса заряда, кг.

Таблица 4.1

Рекомендуемые значения $q_{взр}$ для применяемых ВВ

Аммонит ПЖВ-20	3360		Аммонит АП-5ЖВ	3780

Угленит Э-6	2570		Аммонит скальный №1	5400
Победит ВП-4	3810		Аммонит № 6 ЖВ	4290
Аммонит АП-4ЖВ	3560		Игданит	3790

4.6. Тепловыделение при работе шахтных ***вентиляторов*** происходит в результате работы электродвигателя, внутренних потерь энергии в вентиляторе и аэродинамического сжатия воздуха. Количество теплоты $Q_{вен}$, кДж/ч, поступающее в выработку при работе вентилятора, выражается формулой

$$Q_{вен} = 3600 \cdot V_{вс} \frac{h_в}{1000\eta_{ву}} = 3{,}6 \cdot V_{вс} \frac{h_в}{\eta_{ву}}, \quad (4.14)$$

где $V_{вс}$ - количество воздуха, проходящего по выработке (секундный расход), м^3/с; $h_в$ - депрессия выработки, Па;

$$h_в = \alpha_в \cdot P \cdot l \frac{v^2}{S}, \quad (4.15)$$

где $\alpha_в$ - коэффициент аэродинамического сопротивления трения выработки, Н·с^2/м^4 = Па· с^2/м^2; P, l, S - периметр, длина и площадь поперечного сечения выработки, м, м, м^2; v - средняя скорость движения воздуха по выработке, м/с;

$$\eta_{ву} = \eta_в \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_п, \quad (4.16)$$

$\eta_в$ = 0,6÷0,8; $\eta_{дв}$ = 0,85÷0,95 и $\eta_п$ - к. п. д. соответственно вентиляторной установки, вентилятора, двигателя и редукторной ($\eta_п$ = 1) или ременной ($\eta_п$ = = 0,9÷0,95) передач.

Подставляя (4.15) в (4.16) и учитывая, что

$$V_{вс} = v \cdot S \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.17)$$

получим (кДж/ч)

$$Q_{вен} = 3{,}6 \cdot \alpha_в \cdot P \cdot l \frac{v^3}{\eta_{ву}}. \quad (4.18)$$

4.7. Тепловыделение при работе ***людей*** $Q_л$, кДж/ч

$$Q_л = q_л \cdot n_л, \quad (4.19)$$

где $q_л$ - количество теплоты, выделяемое работающим человеком, кДж/ч·чел $q_л$ = 1050÷2500 кДж/ч·чел.; $n_л$ - число одновременно работающих людей в выработке.

5. Общее тепловыделение в выработку $Q_{общ}$, кДж/ч, находится суммированием всех частных выделений теплоты

$$Q_{общ} = \sum_{i=1}^{n} Q_i \quad (4.20)$$

Способы искусственного охлаждения шахтного воздуха

Целью искусственного охлаждения шахтного воздуха является отвод определенного («излишнего») количества теплоты от него при помощи охлаждающего вещества. Тепло от воздуха можно отвести путем соприкосновения последнего с какой-либо холодной поверхностью или путем смешения его с газообразной струей, имеющей температуру ниже температуры воздуха.

Борьба с избыточным выделением теплоты в горные выработки ведется по нескольким направлениям:

- предохранение воздуха от нагревания при его движении к местам потребления;
- охлаждение воздуха без применения специальных холодильных машин;
- охлаждение воздуха с применением холодильных машин (кондиционирование).

Способы предупреждения нагревания шахтного воздуха включают в себя следующее:

- увеличение количества подаваемого в выработки воздуха путем повышения мощности вентиляторных установок, увеличения скорости движения воздуха, расширения сечений воздухоподающих выработок;

- замена машин с электроприводам машинами с пневматическим приводом;
- тепло- и гидроизоляция стен выработок;
- теплоизоляция и тщательное уплотнение воздухоподающих трубопроводов;
- предупреждение возникновения интенсивных окислительных процессов;
- сокращение пути движения воздуха к местам потребления путем выбора соответствующей схемы проветривания, проведения дополнительных выработок и скважин;
- подача воздуха к местам потребления по специально пройденным выработкам, где скорость движения воздуха может быть существенно увеличена;
- замена восходящего проветривания очистных выработок нисходящим проветриванием (при соблюдении соответствующих требований ПБ).

Для предотвращения нагревания воздуха без применения холодильных машин используются следующие способы:

- осушение воздуха сорбентами, т. е. веществами, способными поглощать влагу из воздуха (например, хлористым кальцием);
- охлаждение воздуха льдом;
- охлаждение воздуха жидким воздухам, при испарении которого поглощается значительное количество теплоты;
- охлаждение воздуха сжатым воздухам (например, от пневмо-кондиционеров);
- охлаждение воздуха водой: путем непосредственного соприкосновения охлаждающей воды с воздухом либо через поверхность труб, где воздух охлаждается в специальных теплообменниках;

- пропускание воздуха через тепловыравнивающие каналы путем подвода воздуха к стволу по горизонтальным выработкам, пройденным на глубине среднегодовой температуры.

Наиболее эффективным является искусственное охлаждение воздуха в системах кондиционирования: в компрессорных и абсорбционных холодильных установках. Холодильные установки бывают передвижные и стационарные. Передвижные установки предназначены для охлаждения воздуха в тупиковых выработках или в отдаленных очистных забоях. Стационарные установки располагаются как на земной поверхности, так и в подземных условиях.

Хладопроизводительность (холодильная мощность) **отечественных шахтных холодильных агрегатов и кондиционеров составляет:**

- передвижных кондиционеров ВК-230 - 230 кВт, КПШ-3 – 105 кВт, КПШ-40 - 47 кВт, КПШ-40П с пневмоприводом - 52 кВт;
- турбокомпрессионных холодильных машин ШХТМ-1300 - 1500 кВт, ХТМФ-235М-2000 - 2325 кВт, ХТМФ-248-4000 - 4650 кВт;
- поршневой холодильной машины МФ-220-1РШ - 255 кВт;
- абсорбционной холодильной машины АБХА-2500-2В – 2800 кВт.

Для стационарной работы на поверхности используются машины ХТМФ-235-2000, ХТМФ-248-4000, АБХА-2500-2В, а машины ШХТМ-1300 и МФ-220-1РШ устанавливаются на глубоких горизонтах.

Охлаждение шахтного воздуха с применением холодильных машин становится необходимым, когда общее тепловыделение в выработку $Q_{общ}$ превышает тепловыделение в нее, допускаемое Правилами безопасности, $Q_{пб}$, т. е. при условии

$$Q_{общ} > Q_{пб}.$$

Поскольку эти количества теплоты описываются формулами:

$Q_{общ} = c_р \cdot \rho \cdot V_{теп} \cdot (t_{пб} - t_н)$ и $Q_{пб} = c_р \cdot \rho \cdot V_в \cdot (t_{пб} - t_н)$,

то критерий необходимости кондиционирования воздуха в выработке может быть записан в виде соотношения

$$V_{теп} > V_в,$$

где $V_{теп}$ - количество воздуха, которое необходимо подать в выработку по тепловому фактору без охлаждения воздуха, м^3/ч;

$$V_{теп} = \frac{Q_{общ}}{c_р \cdot \rho \cdot \Delta t'} \quad (4.21)$$

где $c_р$ - удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/(кг·К) $c_р$ = 0,241 ккал/(кг·К)·4,1868 кДж/ккал = 1,009 кДж/(кг·К); ρ - плотность воздуха, кг/м^3; Δt - перепад температур между выходящим (отработанным) и входящим (свежим) воздухам, проходящим по выработке, К (°С):

для стволов $\Delta t = t_в - t_н$, для подземных выработок $\Delta t = t_п - t_в$.

При необходимости кондиционирования воздуха следует выбрать тип кондиционера, рассчитать потребное количество кондиционеров и проверить правильность их установки.

Требуемая хладопроизводительность кондиционера $N_к'$, кВт, находится по формуле

$$N_к^/ = \frac{c_h \cdot \rho \cdot V_d (t_н - t_{пб})}{3600} \quad (4.22)$$

К установке принимают кондиционер хладопроизводительностью

$$N_К \geq N_К^/$$

При установке кондиционера в выработке (обычно одного) температура смеси за кондиционером $t_{см}$, °С (=К), определяется соотношением

$$t_{см} = t_п - 3600\frac{N_К}{C_р \cdot \rho \cdot V_в} \quad (4.23)$$

Достаточность установки кондиционера проверяется по условию

$$t_{см} < t_в$$

Если $t_{см} > t_в$, то необходимо установить более мощный кондиционер.

Пример расчета. Исходные данные:

выработка - ствол шахты,

$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 38{,}5$ м^2,

$r_э = 3{,}5$ м,

$d = d_э = 7$ м,

$P = \pi \cdot d = 22$ м,

$l = H = 1200$ м,

$\alpha = 0^o$,

$H_0 = 20$ м,

$\delta = \frac{1}{\Gamma_{ст}} = 0{,}035$ м/^{o}C,

порода - песчаник,

$\rho_п = 2400$ кг/м^3,

$c_п = 0{,}858$ кДж/(кг·К),

$\lambda = 9{,}21$ кДж/(м·ч·К),

$a = \frac{\lambda}{c_п \cdot \rho_п} = 0{,}00477$ м^2/ч,

v = 2 м/с,

$\tau = 7$ лет $= 7 \cdot 365 \cdot 24 = 61320$ ч,

$t_н = 8{,}5$ ^{o}C,

$t_в = t_{пб} = 24$ ^{o}C,

$N_{потр} = 100$ кВт,

$N_п = 90$ кВт,

$\alpha_б = 0{,}0040$ кгс·с^2/м^4 =

$= 0{,}0392$ Па· с^2/м^2,

$N_{тр} = 100$ кВт,

$n = 7$ человек.

Для обеспечения возможности выполнения расчета тепловыделений по приведенным выше формулам принимаем дополнительно следующие данные (параметры):

$\beta = 0{,}01$ кг/(м^2·ч·К),

$r = 2256$ кДж/кг,

$\rho = 1{,}25$ кг/м^3,

$q_{ок} = 16$ кДж/(м^2·ч),

$\kappa_з = 0{,}8$,

$\eta_{дв} = 0{,}95$,

$P_{тр} = 0{,}05$,

$q_б = 200$ кДж/(м^2·ч),

$l_ц = 5$ м,

$q_п = 2000$ кДж/(ч·чел),

$\eta_{ву} = \eta_у \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_п = 0{,}7 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}95 = 0{,}56$,

$c_р = 1{,}009$ кДж/(кг·К).

Подсчитываем количества теплоты, выделяющиеся в выработку.

1. Тепловыделение при охлаждении горных пород

$$\alpha_k = 12.4 \cdot \frac{V^{0.8}}{d_э{}^{0.2}} = 12.4 \cdot \frac{2^{0.8}}{7^{0.2}} = 14.32, \text{кДж/(м}^2\text{·ч·К;}$$

$$\alpha_и = 1.3 \cdot \beta \cdot r = 1{,}3 \cdot 0{,}001 \cdot 2256 = 29{,}33, \text{ кДж/(м}^2\text{·ч·К);}$$

$$\alpha_0 = \alpha_k + \alpha_и = 14{,}32 + 29{,}33 = 43{,}65, \text{ кДж/(м}^2\text{·ч·К);}$$

$$K_т = \frac{\frac{\lambda}{1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 \cdot R_э}}}{} \cdot \left[\frac{1}{2R_э} + \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot a \cdot \tau}\left(1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 \cdot R_э}\right)}\right] =$$

$$\frac{9{,}211}{1+\frac{9{,}211}{2 \cdot 43{,}65 \cdot 3{,}5}} \cdot \left[\frac{1}{2 \cdot 3{,}5} + \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot 0{,}00447 \cdot 61320}\left(1+\frac{9{,}211}{2 \cdot 43{,}65 \cdot 3{,}5}\right)}\right] = 1{,}57,$$

кДж/(м^2·ч·К);

$$t_п = t_Н + (H - H_0)\delta = 8{,}5 + (1200 - 20)0{,}035 = 50\ °C;$$

$$Q_{охл} = K_т \cdot P \cdot l(t_п - t_в) = 1{,}57 \cdot 22 \cdot 1200(50 - 24) = 107764 \text{ кДж/ч.}$$

2. Тепловыделение при сжатии шахтного воздуха

$$V_и = 3600 \cdot v \cdot S = 3600 \cdot 2 \cdot 38{,}5 = 277200 \text{ м}^3\text{/ч;}$$

$$Q_{сж} = 0{,}00981 \cdot \rho \cdot V_В \cdot H = 0{,}00981 \cdot 1.25 \cdot 277200 \cdot 1200 = 4078998$$

кДж/ч.

3. Тепловыделение при окислительных процессах

$$Q_{ок} = q_{ок} \cdot V^{0,8} \cdot P \cdot l = 16 \cdot 2^{0,8} \cdot 22 \cdot 1200 = 735441 \text{ кДж/ч.}$$

4. Тепловыделение от местных источников:

- при работе электродвигателей горных машин и освещения

$$Q_{ЭД} = \frac{3600 \cdot N_{потр} \cdot K_з}{\eta_{ДВ}} = \frac{3600 \cdot 100 \cdot 0{,}8}{0{,}95} = 303158 \text{ кДж/ч;}$$

- при спуске груза лебедкой

$$Q_{ЛС} = 3600 \cdot N_п \cdot K_з = 3600 \cdot 90 \cdot 0{,}8 = 259200 \text{ кДж/ч;}$$

- при работе трансформатора

$$Q_{ТР} = 3600 \cdot N_{ТР} \cdot P_{ТР} = 3600 \cdot 100 \cdot 0{,}5 = 18000 \text{ кДж/ч;}$$

- при работе шахтных вентиляторов

$$Q_{ВБН} = 3{,}6 \cdot \alpha_В \cdot P \cdot l \frac{V^3}{\eta_{ВУ}} = 3{,}6 \cdot 0{,}0392 \cdot 22 \cdot 1200 \frac{2^3}{0{,}565} = 52751 \text{ кДж/ч;}$$

- при затвердевании монолитной бетонной крепи

$$Q_б = q_б \cdot P \cdot l_ц = 200 \cdot 22 \cdot 5 = 22000 \text{ кДж/ч;}$$

- при работе людей

$$Q_Л = q_л \cdot n_л = 2000 \cdot 7 = 14000 \text{ кДж/ч.}$$

5. Общее тепловыделение в ствол

$$Q_{общ} = \sum_{i-1}^{n} Q_i = Q_{охл} + Q_{сж} + Q_{ок} + Q_{эд} + Q_{лс} + Q_{тр} + Q_{вен} + Q_б + Q_л = 1077648 + 4078998 + 735441 + 303158 + 259200 + 18000 + 52751 + 22000 + 14000 = 6561196$$

кДж/ч.

Находим количество воздуха, необходимое для проветривания выработки по тепловому фактору без охлаждения воздуха

$$V_{теп} = \frac{Q_{общ}}{C_р \cdot \rho (t_{пб} - t_Н)} = \frac{6561196}{1{,}009 \cdot 1{,}25(24-8{,}5)} = 335611 \text{ м}^3\text{/ч.}$$

Проверяем условие достаточности расхода воздуха по тепловому фактору $V_{теп} \langle V_в$.

В рассматриваемом случае это условие не выполняется, так как

$$V_{теп} = 335611 < V_В = 277200$$

Следовательно, требуется искусственное охлаждение воздуха при помощи холодильных машин.

Определяем требуемую хладопроизводительность холодильной машины

$$N_к = \frac{C_р \cdot \rho \cdot V_В (t_П - t_{пб})}{3600} = \frac{1{,}009 \cdot 1{,}25 \cdot 277200 (50-24)}{3600} = 2525 \text{ кВт.}$$

Принимаем $N_к$ = 2550 кВт. Температура смеси теплого и охлажденного воздуха за кондиционером составит

$$t_{см} = t_п - \frac{3600 \cdot N_k}{c_р \cdot \rho \cdot V_В} = 50 - \frac{3600 \cdot 2550}{1{,}009 \cdot 1{,}25 \cdot 277200} = 23{,}7$$

что удовлетворяет требованиям ПБ.

Варианты заданий

Перечень вариантов заданий к расчету тепловыделений в горные выработки приведен в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Исходные данные для расчетов тепловыделений

	Величины	Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Выработка	Штрек		Уклон		Квершлаг		Бремберг		Ствол	
2	S, м^2	8	10	7	6	12	14	10	12	44,2	33,2
3	P, м	11,8	13,2	11,0	10,2	14,4	15,6	13,2	14,4	23,6	20,4
4	L, м	900	1000	300	500	700	600	1000	900	1100	1200
5	α, °	6	8	40	50	10	8	15	20	90	90
6	H, м	800	900	600	700	1000	800	1200	1500	1100	1200

Продолжение табл. 4.2

7	H_0, м	20	21	22	23	24	25	30	35	28	30
8	$\Gamma_{ст}$, м/°С	30	25	26	27	31	29	32	28	34	27
9	Порода	Бурый уголь	Каменный уголь	Каменный уголь	Каменный уголь	Песчаник	Песчаник	Каменный уголь	Каменный уголь	Глинистый и песчанистый сланец	Песчаник
10	V, м/с	0,5	0,75	1,0	1,5	1,0	2,0	1,5	2,0	1,0	0,5
11	τ, м/с	3	2	6	8	5	9	10	7	6	4
12	$t_н$, °С	8,5	2,5	3,0	2,5	7,5	8,3	7,9	4,2	8,0	7,5
13	$t_в = t_{пб}$, °С	24	23	20	25	23	25	24	26	24	23
14	$N_{потр}$, кВт	70	60	50	40	100	90	50	50	100	100
15	$N_л$, кВт	-	-	50	50	-	-	-	-	-	100

16	$N_{тр}$, кВт	5	10	-	-	5	5	5	5	10	10
17	$\alpha_в$, Па·с^2/м^2	0,017	0,019	0,018	0,016	0,015	0,014	0,013	0,020	0,049	0,049
18	$n_л$, чел.	7	6	3	3	6	5	6	6	5	8

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте климатические условия в горных выработках глубоких шахт.

2. Как осуществляется теплоотдача тела человека в окружающую среду?

3. Какой микроклимат в выработках глубоких шахт считается допустимым?

4. Перечислите виды (формы) нагревания воздуха, движущегося по горным выработкам.

5. Как выполняется тепловое кондиционирование воздуха в горных выработках?

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. ЦВЕТА СИГНАЛЬНЫЕ И ЗНАКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Цель работы – ривить практические навыки в применении сигнальных цветов и знаков безопасности; изучить назначение, характеристики и порядок применения сигнальных цветов и знаков безопасности.

Теоретические положения.

Для предупреждения многих несчастных случаев на производстве и в быту эффективным средством является цветовое оформление машин, приборов, помещений и рациональное применение сигнальных цветов и знаков безопасности, которые устанавливает ГОСТ Р 12.4.026–01 [1].

Различают прямое психологическое воздействие цвета на челове- ка, вызывающее, например, чувство радости или печали, создающее впе- чатление легкости или тяжести какого-либо предмета, удаленности или близости его, и вторичное воздействие, связанное с ассоциациями. Напри- мер, красный, оранжевый и желтый цвета ассоциируются с огнем, солн- цем, т. е. теплом. Такие цвета создают впечатление тепла и называются те- плыми цветами. Белый, голубой, зеленый и некоторые другие цвета ассо- циируются с холодом и называются холодными цветами.

Сигнальные цвета применяются для окраски поверхностей конст- рукций, приспособлений и элементов производственного оборудования, которые могут служить источником опасности для работающих.

ГОСТом установлены красный, желтый, зеленый и синий сигналь- ные цвета. Для усиления контраста сигнальных цветов они применяются на фоне контрастных цветов. Контрастные цвета применяются также для выполнения символов и поясняющих надписей.

Красный сигнальный цвет применяется: для запрещающих знаков; надписей и символов на знаках пожарной безопасности, обозначений от-

ключающих устройств механизмов и машин, в том числе аварийных; внутренних поверхностей открывающихся кожухов и корпусов, ограждающих движущиеся элементы механизмов и машин и их крышек; рукояток кранов аварийного сброса давления; корпусов масляных выключателей, находя- щихся в рабочем состоянии под напряжением, и обозначения пожарной техники.

Желтый сигнальный цвет используется: для предупреждающих знаков элементов строительных конструкций, которые могут явиться причиной получения травм (низкие балки, выступы и перепады в полости пола, малозаметные ступени, пандусы), мест, в которых существует опасность падения, сужений проездов, колонн, стоянок и опор производствен- ного оборудования (открытые движущиеся части оборудования); кромок штампов, прессов, ограждающих конструкций площадок для работ, проводимых на высоте, и т. п. элементов внутрицехового и межцехового транспорта, подъемно-транспортного оборудования и строительно-дорожных машин, кабин и ограждений кранов, боковых поверхностей электрокаров, погрузчиков, тележек и постоянных и временных ограждений или элементов ограждений, устанавливаемых на границах опасных зон, у проемов, ям, котлованов, выносных площадок, постоянных и временных ограждений лестниц, перекрытий строящихся зданий; балконов и других мест, где возможно падение с высоты, емкостей, содержащих вещества с опасными и вредными свойствами, на которые предупреждающую окраску наносят в виде полосы шириной 50–100 мм в зависимости от размещения емкости; границ подходов к эвакуационным или запасным выходам.

Зеленый сигнальный цвет применяется для предписывающих знаков дверей и светового табло эвакуационных или запасных выходов, сигнальных ламп.

Синий сигнальный цвет используется для указательных знаков. Символ на знаках безопасности – это простое, всем понятное изображение характера опасности, мер предосторожности, инструктивных указаний или информации

по безопасности. Знаки должны быть установлены в местах, пребывание в которых связано с возможной опасностью для работающих, а также на производственном оборудовании, являющемся источником такой опасности. Знаки безопасности, устанавливаемые на воротах и входных дверях помещений, обозначают, что зона их действия – все помещение. При необходимости ограничения зоны действия знака приводятся соответствующие указания с вышеуказанным ГОСТом. Они контрастно выделются на окружающем их фоне и находятся в поле зрения людей, для которых предназначены. На местах и участках, являющихся временно опасными, устанавливаются переносные знаки и временные ограждения, окрашенные в сигнальный цвет. Всего предусмотрено четыре группы знаков безопасности:

1 запрещающий (в виде круга);

2 предупреждающий (в виде треугольника);

3 предписывающий (в виде квадрата);

4 указательный (в виде вертикального прямоугольника).

Для более полного усвоения формы символов на знаках и мест их установки следует дополнительно изучить раздел 3 ГОСТ Р 12.4.026-01 [1]. Для этого ниже дается необходимая выдержка из данного ГОСТа.

Стандарт не распространяется:

- на цвета, применяемые для световой сигнализации всех видов транспорта, транспортных средств и дорожного движения;
- цвета, знаки и маркировочные щитки баллонов, трубопроводов, емкостей для хранения и транспортирования газов и жидкостей;
- дорожные знаки и разметку, путевые и сигнальные знаки железных дорог, знаки для обеспечения безопасности движения всех видов транспорта (кроме знаков безопасности для подъемно-транспортных меха- низмов, внутризаводского, пассажирского и общественного транспорта);
- знаки и маркировку опасных грузов, грузовых единиц, требующих специальных условий транспортирования и хранения;

- знаки для электротехники.

Назначение сигнальных цветов, знаков безопасности и сигнальной разметки состоит в обеспечении однозначного понимания определенных требований, касающихся безопасности, сохранения жизни и здоровья людей, снижения материального ущерба без применения слов или с их минимальным количеством.

Сигнальные цвета, знаки безопасности и сигнальную разметку следует применять для привлечения внимания людей, находящихся на производственных, общественных объектах и в иных местах, к опасности, опасной ситуации, предостережения в целях избегания опасности, сообщения о возможном исходе в случае пренебрежения опасностью, предписания или требования определенных действий, а также для сообщения необходимой информации.

Применение сигнальных цветов, знаков безопасности и сигнальной разметки на производственных, общественных объектах и в иных местах не заменяет необходимости проведения организационных и технических мероприятий по обеспечению условий безопасности, использования средств индивидуальной и коллективной защиты, обучения и инструктажа по технике безопасности.

Размещение (установку) знаков безопасности на оборудовании, машинах, механизмах должна проводить организация-изготовитель. При необходимости дополнительное размещение (установку) знаков безопасности на оборудовании, машинах, механизмах, находящихся в эксплуатации, проводит эксплуатирующая их организация.

Графические символы и поясняющие надписи на знаках безопасности отраслевого назначения, не предусмотренные настоящим стандартом, необходимо устанавливать в отраслевых стандартах, нормах, правилах с соблюдением требований настоящего стандарта.

Назначение и правила применения сигнальных цветов.

Стандарт устанавливает следующие сигнальные цвета: красный, желтый, зеленый, синий. Для усиления зрительного восприятия цветографических изображений знаков безопасности и сигнальной разметки сигнальные цвета следует применять в сочетании с контрастными цветами – белым или черным. Контрастные цвета необходимо использовать для выполнения графических символов и поясняющих надписей.

Сигнальные цвета необходимо применять:

- для обозначения поверхностей, конструкций (или элементов конструкций), приспособлений, узлов и элементов оборудования, машин, механизмов и т. п., которые могут служить источниками опасности для лю- дей, поверхности ограждений и других защитных устройств, систем бло- кировок и т. п.;
- обозначения пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов;
- знаков безопасности, сигнальной разметки, планов эвакуации и других визуальных средств обеспечения безопасности;
- светящихся (световых) средств безопасности (сигнальные лампы, табло и др.);
- обозначения пути эвакуации.

Смысловое значение, область применения сигнальных цветов и соответствующие им контрастные цвета установлены в табл. 5.0.

Красный сигнальный цвет следует применять:

- для обозначения отключающих устройств механизмов и машин, в том числе аварийных;
- внутренних поверхностей крышек (дверец) шкафов с открытыми токоведущими элементами оборудования, машин, механизмов и т. п. (если оборудование, машины, механизмы имеют красный цвет, то внутренние поверхности крышек (дверец) должны быть окрашены лакокрасочными

материалами желтого сигнального цвета);

- рукояток кранов аварийного сброса давления;

- корпусов масляных выключателей, находящихся в рабочем состоянии под напряжением;

- обозначения различных видов пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов, требующих оперативного опознания (пожарные машины, наземные части гидрант-колонок, огнетушители, баллоны, устройства ручного пуска систем (установок) пожарной автоматики, средств оповещения, телефоны прямой связи с пожарной охраной, насосы, пожарные стенды, бочки для воды, ящики для песка, а также ведра, лопа- ты, топоры и т. п.);

- окантовки пожарных щитов белого цвета для крепления пожарного инструмента и огнетушителей. Ширина окантовки – 30–100 мм (допускается выполнять окантовку пожарных щитов в виде чередующихся наклонных под углом 45–60° полос красного сигнального и белого контра- стного цветов);

- орнаментовки элементов строительных конструкций (стены, колонны) в виде отрезка горизонтально расположенной полосы для обозначения мест нахождения огнетушителя, установки пожаротушения с ручным пуском, кнопки пожарной сигнализации и т. п. Ширина полос – 150–300 мм. Полосы должны располагаться в верхней части стен и колонн на высоте, удобной для зрительного восприятия с рабочих мест, проходов и т. п. В состав орнаментовки, как правило, следует включать знак пожарной безопасности с соответствующим графическим символом средства противопожарной защиты;

- сигнальных ламп и табло с информацией, извещающей о нару- шении технологического процесса или нарушении условий безопасности:

«Тревога», «Неисправность» и др.;

- обозначения захватных устройств промышленных установок и промышленных роботов;

Таблица 5.0

Смысловое значение, область применения сигнальных цветов и соответствующие им контрастные цвета

Сигнальный цвет	Смысловое значение	Область применения	Контрастный цвет
Красный	Непосредственная опасность Аварийная или опасная ситуация Пожарная техника, средства противо-пож. защиты, их элементы	Запрещение опасного поведения или действия.Обозначение непо-средственной опасности Сообщение об аварийном отключении или аварийном состоянии оборудования (техноло- гического процесса) Обозначение и определение мест нахождения пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов	Белый
Желтый	Возможная опас-ность	Обозначение возможной опасно- сти, опасной ситуации. Преду- преждение о возможной опасно-сти	Черный
Зеленый	Безопасность, безопасные усло-вия	Сообщение о нормальной работе оборудования, нормальном со- стоянии технологического про-цесса	Белый
	Помощь, спасение	Обозначение пути эвакуации, аптечек, кабинетов, средств по оказанию первой медицинской помощи	
Синий	Предписание во избежание опасно-сти	Требование обязательных дейст- вий в целях обеспечения безо-пасности	Белый
	Указание	Разрешение определенных дей-ствий	

- обозначения временных ограждений или элементов временных ограждений, устанавливаемых на границах опасных зон, участков, территорий, ям, котлованов, временных ограждений мест химического, бактериологического и радиационного загрязнения, а также ограждений других мест, зон, участков, вход на которые временно запрещен.

Поверхность временных ограждений должна быть целиком окра- шена красным сигнальным цветом или иметь чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы красного сигнального и белого контрастного цветов. Ширина полос – 20–300 мм при соотношении ширины полос крас- ного и белого цветов от 1:1 до 1,5:1,0;

- запрещающих знаков безопасности и знаков пожарной безопасности.

Не допускается использовать красный сигнальный цвет:

- для обозначения стационарно устанавливаемых средств противопожарной защиты (их элементов), не требующих оперативного опознания (пожарные извещатели, пожарные трубопроводы, оросители установок пожаротушения и т. п.);

- на пути эвакуации во избежание путаницы и замешательства (кроме запрещающих знаков безопасности и знаков пожарной безопасности).

Желтый сигнальный цвет следует применять:

а) для обозначения элементов строительных и иных конструкций, которые могут явиться причиной получения травм работающими: низких балок, выступов и перепадов в плоскости пола, малозаметных ступеней, пандусов, мест, в которых существует опасность падения (кромки погрузочных платформ, грузовых поддонов, неогражденных площадок, люков, проемов и т. д.), сужений проездов, малозаметных распорок, узлов, колонн, стоек и опор в местах интенсивного движения внутризаводского транспорта и т. д.;

б) обозначения узлов и элементов оборудования, машин и механизмов, неосторожное обращение с которыми представляет опасность для людей:

открытых движущихся узлов, кромок оградительных устройств, не полностью закрывающих движущиеся элементы (шлифовальные круги, фрезы, зубчатые колеса, приводные ремни, цепи и т. п.), ограждающих конструкций площадок для работ, проводимых на высоте, а также постоянно подвешенных к потолку или стенам технологической арматуры и механизмов, выступающих в рабочее пространство;

в) обозначения опасных при эксплуатации элементов транспортных средств, подъемно-транспортного оборудования и строительно-дорожных машин, площадок грузоподъемников, бамперов и боковых поверхностей электрокаров, погрузчиков, тележек, поворотных платформ и боковых поверхностей стрел экскаваторов, захватов и площадок автопогрузчиков, рабочих органов сельскохозяйственных машин, элементов грузоподъемных кранов, обойм грузовых крюков и др.;

г) подвижных монтажных устройств, их элементов и элементов грузозахватных приспособлений, подвижных частей кантователей, траверс, подъемников, подвижных частей монтажных вышек и лестниц;

д) внутренних поверхностей крышек, дверец, кожухов и других ограждений, закрывающих места расположения движущихся узлов и элементов оборудования, машин, механизмов, требующих периодического доступа для контроля, ремонта, регулировки и т. п.

Если указанные узлы и элементы закрыты съемными ограждениями, то окрашиванию лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета подлежат сами движущиеся узлы, элементы и (или) поверхности смежных с ними неподвижных деталей, закрываемые ограждениями;

е) постоянных ограждений или элементов ограждений, устанавливаемых на границах опасных зон, участков, территорий: у проемов, ям, котлованов, выносных площадок, постоянных ограждений лестниц, балконов, перекрытий и других мест, в которых возможно падение с высоты.

Поверхность ограждения должна быть целиком окрашена

лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета или иметь чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы желтого сигнального и черного контрастного цветов.

Ширина полос – 20–300 мм при соотношении ширины полос желтого и черного цвета от 1:1 до 1,5:1,0;

ж) обозначения емкостей и технологического оборудования, содержащих опасные или вредные вещества.

Поверхность емкости должна быть целиком окрашена лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета или иметь чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы желтого сигнального и черного контрастного цветов.

Ширина полос – 50–300 мм в зависимости от размера емкости при соотношении ширины полос желтого и черного цвета от 1:1 до 1,5:1,0;

з) обозначения площадей, которые должны быть всегда свободными на случай эвакуации (площадки у эвакуационных выходов и подходы к ним, возле мест подачи пожарной тревоги, возле мест подхода к средствам противопожарной защиты, средствам оповещения, пунктам оказания первой медицинской помощи, пожарным лестницам и др.).

Границы этих площадей должны быть обозначены сплошными линиями желтого сигнального цвета, а сами площади – чередующимися наклонными под углом 45–60° полосами желтого сигнального и черного контрастного цветов. Ширина линий и полос – 50 – 100 мм;

и) предупреждающих знаков безопасности.

На поверхность объектов и элементов, перечисленных в а) и в), допускается наносить чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы желтого сигнального и черного контрастного цветов. Ширина полос – 50– 300 мм в зависимости от размера объекта и расстояния, с которого должно быть видно предупреждение.

Если оборудование, машины и механизмы окрашены лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета, то перечисления б) и д), их узлы и

элементы должны быть обозначены чередующимися наклонными под углом 45–60° полосами желтого сигнального и черного контрастного цветов. Ширина полос – 20–300 мм в зависимости от размера узла (элемента) оборудования при соотношении ширины полос желтого и черного цветов от 1:1 до 1,5:1,0.

Для строительно-дорожных машин и подъемно-транспортного оборудования, которые могут находиться на проезжей части, допускается применять предупреждающую окраску в виде чередующихся красных и белых полос.

Синий сигнальный цвет следует применять:

- для окрашивания светящихся (световых) сигнальных индикаторов и других сигнальных устройств указательного или разрешающего назначения;
- предписывающих и указательных знаков безопасности.

Зеленый сигнальный цвет следует применять:

- для обозначения безопасности (безопасных мест, зон безопасного состояния);
- сигнальных ламп, извещающих о нормальном режиме работы оборудования, нормальном состоянии технологических процессов и т. п.;
- обозначения пути эвакуации;
- эвакуационных знаков безопасности и знаков безопасности медицинского и санитарного назначения.

Характеристики сигнальных и контрастных цветов.

Знаки безопасности следует размещать (устанавливать) в поле зрения людей, для которых они предназначены.

Знаки безопасности должны быть расположены таким образом, чтобы они были хорошо видны, не отвлекали внимания и не создавали неудобств при выполнении людьми своей профессиональной или иной деятельности, не загораживали проход, проезд, не препятствовали перемещению грузов.

Знаки безопасности, размещенные на воротах и на (над) входных(ми) дверях(ми) помещений, означают, что зона действия этих знаков

распространяется на всю территорию и площадь за воротами и дверями.

Размещение знаков безопасности на воротах и дверях следует выполнять таким образом, чтобы зрительное восприятие знака не зависело от положения ворот или дверей (открыто, закрыто). Эвакуационные знаки безопасности Е 22 «Выход» и Е 23 «Запасный выход» должны размещаться только над дверями, ведущими к выходу.

Знаки безопасности, установленные у въезда (входа) на объект (участок), означают, что их действие распространяется на объект (участок) в целом.

При необходимости ограничить зону действия знака безопасности соответствующее указание следует приводить в поясняющей надписи на дополнительном знаке.

Знаки безопасности, изготовленные на основе несветящихся материалов, следует применять в условиях хорошего и достаточного освеще- ния.

Знаки безопасности с внешним или внутренним освещением следует применять в условиях отсутствия или недостаточного освещения.

Световозвращающие знаки безопасности следует размещать (устанавливать) в местах, где отсутствует освещение или имеется низкий уровень фонового освещения (менее 20 лк по СНиП 23-05-95): при проведении работ с использованием индивидуальных источников света, фонарей (например, в туннелях, шахтах и т. п.), а также для обеспечения безопасности при проведении работ на дорогах, автомобильных трассах, в аэропортах и т. п.

Фотолюминесцентные знаки безопасности следует применять там, где возможно аварийное отключение источников света, а также в качестве элементов фотолюминесцентных эвакуационных систем для обеспечения самостоятельного выхода людей из опасных зон в случае возникновения аварий, пожара или других чрезвычайных ситуаций.

Для возбуждения фотолюминесцентного свечения знаков безопасности необходимо наличие в помещении, где они установлены, искусст- венного или естественного освещения.

Освещенность поверхности фотолюминесцентных знаков безопасности источниками света должна быть не менее 25 лк.

Основные и дополнительные знаки безопасности.

Основные знаки безопасности необходимо разделять на следующие группы: запрещающие знаки; предупреждающие знаки; знаки пожарной безопасности; предписывающие знаки; эвакуационные знаки и знаки медицинского и санитарного назначения; указательные знаки.

Геометрическая форма, сигнальный цвет, смысловое значение основных знаков безопасности должны соответствовать приведенным в табл. 5.1

Таблица 5.1

Геометрическая форма, сигнальный цвет, смысловое значение основных знаков безопасности

Группа	Геометрическая форма <*>	Сигнальный цвет	Смысловое значение
Запрещающие знаки	Круг с поперечной полосой	Красный	Запрещение опасного пове- дения или действия
Предупреждающие знаки	Треугольник	Желтый	Предупреждение о возмож- ной опасности. Осторож- ность. Внимание
Предписывающие знаки	Круг	Синий	Предписание обязательных действий во избежание опасности
Знаки пожарной безопасности <**>	Квадрат или прямоугольник	Красный	Обозначение и указание мест нахождения средств проти- вопожарной защиты, их эле- ментов
Эвакуационные знаки и знаки медицинского и санитарного назначения	Квадрат или прямоугольник	Зеленый	Обозначение направления движения при эвакуации. Спасение, первая помощь при авариях или пожарах. Надпись, информация для обеспечения безопасности
Указательные знаки	Квадрат или прямоугольник	Синий	Разрешение. Указание. Над- пись или информация

Примечание: <*> Рисунки не приводятся. <**> К знакам пожарной безопасности относят также:

- запрещающие знаки: P 01 «Запрещается курить», P 02 «Запрещается пользо- ваться открытым огнем», P 04 «Запрещается тушить водой», P 12 «Запрещается загромождать проходы (или) складировать» (табл. 5.2);

- предупреждающие знаки: W 01 «Пожароопасно. Легковоспламеняющиеся ве- щества», W 02 «Взрывоопасно», W 11

«Пожароопасно. Окислитель» (табл. 5.3).

Таблица 5.2

Запрещающие знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 01		Запрещается курить	Использовать, когда курение мо- жет стать причиной пожара. На дверях и стенах помещений, уча- стках, где имеются горючие и лег- ковоспламеняющиеся вещества, или в помещениях, где курить за- прещается
Р 02		Запрещается пользоваться от- крытым огнем и курить	Использовать, когда открытый огонь и курение могут стать при- чиной пожара. На входных дверях, стенах помещений, участках, ра- бочих местах, емкостях, производ- ственной таре
Р 03		Проход запрещен	У входа в опасные зоны, помеще- ния, участки и др.
Р 04		Запрещается тушить водой	В местах расположения электро- оборудования, складах и других местах, где нельзя применять воду при тушении горения или пожара
Р 05		Запрещается использовать в качестве питьевой воды	На техническом водопроводе и емкостях с технической водой, не- пригодной для питья и бытовых нужд
Р 06		Доступ посторонним запрещен	На дверях помещений, у входа на объекты, участки и т. п. для обо- значения запрета на вход (проход) в опасные зоны или для обозначе- ния служебного входа (прохода)

Продолжение таблицы 5.2

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 07		Запрещается движение средств наполь- ного транспорта	В местах, где запрещается применять средства напольного транс- порта (например, погрузчики или напольные транспортеры)
Р 08		Запрещается прикасаться. Опасно	На оборудовании (узлах оборудо- вания), дверцах, щитах или других поверхностях, прикосновение к которым опасно
Р 09		Запрещается прикасаться. Корпус под на- пряжением	На поверхности корпусов, щитов и т. п., где есть возможность пора- жения электрическим током
Р 10		Не включать!	На пультах управления и включе- ния оборудования или механизмов при ремонтных и пусконаладоч- ных работах
Р 11		Запрещается работа (присутствие) людей со стимуляторами сердечной деятельности	В местах и на оборудовании, где запрещено работать или находить- ся людям с вживленными стиму- ляторами сердечной деятельности
Р 12		Запрещается за- громождать про- ходы и (или) складировать	На пути эвакуации, у выходов, в местах размещения средств про- тивопожарной защиты, аптечек первой медицинской помощи и других местах
Р 13		Запрещается подъем (спуск) людей по шахтному стволу (запрещается транспортировка пассажиров)	На дверях грузовых лифтов и дру- гих подъемных механизмов

Продолжение табл. 5.2

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 14		Запрещается вход (проход) с животными	На воротах и дверях зданий, со- оружений, помещений, объектов, территорий и т. п., где не должны находиться животные, где запре- щен вход (проход) вместе с жи- вотными
Р 16		Запрещается работа (присутствие) людей, имеющих металлические имплантанты	На местах, участках и оборудова- нии, где запрещено работать или находиться людям с вживленными металлическими имплантантами
Р 17		Запрещается разбрызгивать воду	На местах и участках, где запре- щено разбрызгивать воду
Р 18		Запрещается пользоваться мобильным (сотовым) телефоном или переносной рацией	На дверях помещений, у входа на объекты, где запрещено пользоваться средствами связи, имею- щими собственные радиочастот- ные электромагнитные поля
Р 21		Запрещение (прочие опасности или опасные действия)	Применять для обозначения опасности, не предусмотренной настоящим стандартом. Знак необходимо использовать вместе с поясняющей надписью или с дополнительным знаком безопасности с поясняющей надписью
Р 27		Запрещается иметь при (на) себе металлические предметы (часы и т. п.)	При входе на объекты, на рабочих местах, оборудовании, приборах и т. п. Область применения знака может быть расширена
Р 30		Запрещается принимать пищу	На местах и участках работ с вредными для здоровья веществами, а также в местах, где прием пищи запрещен. Область применения знака может быть расшире- на

Окончание табл. 5.2

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 32		Запрещается подходить к элементам оборудования с маховыми движениями большой амплитуды	На оборудовании и рабочих местах по обслуживанию оборудования с элементами, выполняющими маховые движения большой амплитуды
Р 33		Запрещается брать руками. Сыпучая масса (непрочная упа- ковка)	На производственной таре, в складах и иных местах, где используют сыпучие материалы
Р 34		Запрещается пользоваться лифтом для подъема (спуска) людей	На дверях грузовых лифтов и других подъемных механизмах. Знак входит в состав группового знака безопасности «При пожаре лифтом не пользоваться, выходить по лестнице»

Таблица 5.3

Предупреждающие знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 01		Пожароопасно. Легковоспламеняющиеся ве- щества	Использовать для привлечения внимания к помещениям с легковоспламеняющимися веществами. На входных дверях, дверцах шкафов, емкостях и т. д.

Продолжение табл.5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 02		Взрывоопасно	Использовать для привлечения внимания к взрыво- опасным веществам, а так- же к помещениям и участ- кам. На входных дверях, стенах помещений, дверцах шкафов и т. д.
W 03		Опасно. Ядовитые ве- щества	В местах хранения, выделения, производства и применения ядовитых веществ
W 04		Опасно. Едкие и корро- зионные вещества	В местах хранения, выде- ления, производства и применения едких и корро- зионных веществ
W 05		Опасно. Радиоактивные вещества или ионизи- рующее излучение	На дверях помещений, дверцах шкафов и в других местах, где находятся и применяются радиоактивные вещества или имеется ионизирующее излучение. Допускается применять знак радиационной опасно- сти по ГОСТ 17925
W 06		Опасно. Возможно падение груза	Вблизи опасных зон, где используется подъемно-транспортное оборудование
W 07		Внимание. Автопогруз- чик	В помещениях и на участках, где проводятся погрузочно-разгрузочные работы

Продолжение табл. 5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 08		Опасность поражения электрическим током	На опорах линий электропередачи, электрооборудовании и приборах, дверцах силовых щитков, на элек-тротехнических панелях и шкафах, а также на ограж- дениях токоведущих частей оборудования, механизмов, приборов
W 09		Внимание. Опасность (прочие опасности)	Применять для привлече- ния внимания к прочим ви- дам опасности, не обозна- ченной настоящим стан- дартом. Знак необходимо использовать вместе с дополнительным знаком безопасности с поясняю- щей надписью
W 10		Опасно. Лазерное излу- чение	На дверях помещений, оборудовании, приборах и в других местах, где имеет- ся лазерное излучение
W 11		Пожароопасно. Окисли- тель	На дверях помещений, дверцах шкафов для привлечения внимания на наличие окислителя

Продолжение табл. 5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 12		Внимание. Электромагнитное поле	На дверях помещений, оборудовании, приборах и в других местах, где действуют электромагнитные поля
W 13		Внимание. Магнитное поле	На дверях помещений, оборудовании, приборах и в других местах, где действуют магнитные поля
W 14		Осторожно. Малозаметное препятствие	В местах, где имеются малозаметные препятствия, о которые можно споткнуться
W 15		Осторожно. Возможность падения с высоты	Перед входом на опасные участки и в местах, где возможно падение с высоты
W 16		Осторожно. Биологическая опасность (инфекционные вещества)	В местах хранения, производства или применения вредных для здоровья биологических веществ
W 17		Осторожно. Холод	На дверцах холодильников и морозильных камер, компрессорных агрегатах и других холодильных аппаратах
W 18		Осторожно. Вредные для здоровья аллергические (раздражающие) вещества	В местах хранения, произ- водства или применения вредных для здоровья аллергических (раздражающих) веществ

Продолжение табл. 5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 19		Газовый баллон	На газовых баллонах, скла- дах и участках хранения и применения сжатых или сжиженных газов. Цвет баллона черный или белый, выбирается по ГОСТ 19433
W 20		Осторожно. Аккумуля- торные батареи	В помещениях и на участках изготовления, хранения и применения аккумуля- торных батарей
W 22		Осторожно. Режущие валы	На участках работ и оборудовании, имеющем незащищенные режущие валы
W 23		Внимание. Опасность зажима	На дверцах турникетов и шлагбаумах
W 24		Осторожно. Возможно опрокидывание	На дорогах, рампах, складах, участках, где возможно опрокидывание внутризаводского транспорта
W 25		Внимание. Автоматическое включение (запуск) оборудования	На рабочих местах, оборудовании или отдельных узлах оборудования с автоматическим включением
W 26		Осторожно. Горячая поверхность	На рабочих местах и обо-рудовании, имеющем на-гретые поверхности

Окончание табл.5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 27		Осторожно. Возможно травмирование рук	На оборудовании, узлах оборудования, крышках и дверцах, где возможно получить травму рук
W 28		Осторожно. Скользко	На территории и участках, где имеются скользкие места
29		Осторожно. Возможно затягивание между вращающимися элемен- тами	На рабочих местах и обо- рудовании, имеющем вра- щающиеся элементы, на- пример на валковых мель- ницах
W 30		Осторожно. Сужение проезда (прохода)	На территориях, участках, в цехах и складах, где имеются сужения прохода (проезда) или присутствуют выступающие конструкции, затрудняющие проход (проезд)

Таблица 5.4

Предписывающие знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по при- менению
M 01		Работать в защитных очках	На рабочих местах и участках, где требуется защита органов зрения

Продолжение табл. 5.4

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
М 02		Работать в защитной каске (шлеме)	На рабочих местах и участках, где требуется защита головы
М 03		Работать в защитных наушниках	На рабочих местах и участках с повышенным уровнем шума
М 04		Работать в средствах индивидуальной защиты органов дыхания	На рабочих местах и участках, где требуется защита органов дыхания
М 05		Работать в защитной обуви	На рабочих местах и участках, где необходимо применять средства индивидуальной защиты
М 06		Работать в защитных перчатках	На рабочих местах и участках работ, где требуется защита рук от воздействия вредных или агрессивных сред, защита от возможного поражения электрическим током
М07		Работать в защитной одежде	На рабочих местах и участках, где необходимо применять средства индивидуальной зашиты
М 08		Работать в защитном щитке	На рабочих местах и участках, где необходима защита лица и органов зрения

Продолжение табл. 5.4

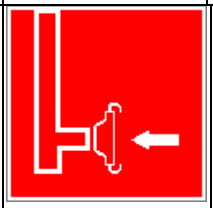
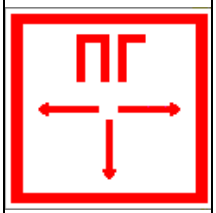
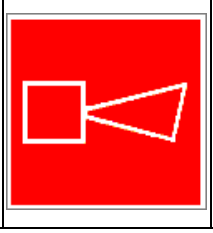
Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
М 09		Работать в предохранительном (страховочном) поясе	На рабочих местах и участках, где для безопасной работы требуется применение предохранительных (страховочных) поясов
М 10		Проход здесь	На территориях и участках, где разрешается проход
М 11		Общий предписывающий знак (прочие предписания)	Для предписаний, не обозначенных настоящим стандартом. Знак необходимо применять вместе с поясняющей надписью на дополнительном знаке безопасности
М 12		Переходить по надземному переходу	На участках и территориях, где установлены надземные переходы
М 13		Отключить штепсельную вилку	На рабочих местах и оборудовании, где требуется отключение от электросети при наладке или остановке электрооборудования и в других случаях
М 14		Отключить перед работой	На рабочих местах и оборудовании при проведении ремонтных или пусконаладочных работ
М 15		Курить здесь	Используется для обозначения места курения на производственных объектах

Таблица 5.5

Знаки пожарной безопасности

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установ- ки) и рекомендации по применению
F 01-01		Направляющая стрелка	Использовать только вместе с другими знаками пожар- ной безопасности для указания направления движе- ния к месту нахождения (размещения) средства противопожарной зашиты
F 01-02		Направляющая стрелка под углом 45°	Использовать только вместе с другими знаками пожарной безопасности для указания направления движения к месту нахождения (размещения) средства противопожарной защиты
F 02		Пожарный кран	В местах нахождения комплекта пожарного крана с пожарным рукавом и стволом
F 03		Пожарная лестница	В местах нахождения пожарной лестницы
F 04		Огнетушитель	В местах размещения огнетушителя
F 05		Телефон для использования при пожаре	В местах размещения телефона, по которому мож- но вызвать пожарную охрану

Продолжение табл. 5.5

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установ- ки) и рекомендации по применению
F 06		Место размещения нескольких средств противопожарной защиты	В местах одновременного нахождения (размещения) нескольких средств противопожарной защиты
F 07		Пожарный водоисточник	В местах нахождения пожарного водоема или пир- са для пожарных машин
F 08		Пожарный сухотрубный стояк	В местах нахождения пожарного сухотрубного стояка
F 09		Пожарный гидрант	У мест нахождения подземных пожарных гидран- тов. На знаке должны быть цифры, обозначающие расстояние от знака до гидранта в метрах
F 10		Кнопка включения установок (систем) пожарной автоматики	В местах ручного пуска установок пожарной сигна- лизации, пожаротушения и (или) систем противодым- ной защиты. В местах (пунктах) подачи сигнала пожарной тревоги
F 11		Звуковой оповещатель пожарной тревоги	В местах нахождения зву- кового оповещателя или совместно со знаком F 10 «Кнопка включения установок (систем) пожарной автоматики»

К знакам пожарной безопасности относят также:

- запрещающие знаки: Р 01 «Запрещается курить», Р 02 «Запрещается пользоваться открытым огнем», Р 04 «Запрещается тушить водой», Р 12 «Запрещается загромождать проходы и (или) складировать»;
- предупреждающие знаки: W 01 «Пожароопасно. Легковоспламеняющиеся вещества», W 02 «Взрывоопасно», W 11 «Пожароопасно. Окислитель»;
- эвакуационные знаки;

Таблица 5.6

Эвакуационные знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 01-01		Выход здесь (левосторонний)	Над дверями (или на дверях) эвакуационных выходов, открывающихся с левой стороны. На стенах помещений вместе с направляющей стрелкой для указания направления движения к эвакуа- ционному выходу
Е 01-02		Выход здесь (правосторонний)	Над дверями (или на дверях) эвакуационных выходов, открывающихся с правой стороны. На стенах помещений вместе с направляющей стрелкой для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 02-01		Направляющая стрелка	Использовать только вместе с другими эвакуационными знаками для указания направления движения

Продолжение табл.5.6

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 02-02		Направляющая стрелка под углом 45°	Использовать только вместе с другими эвакуационными знаками для указания направления движения
Е 03		Направление к эвакуационному выходу на- право	На стенах помещений для указаниянаправления движения к эвакуационному выходу
Е 04		Направление к эвакуационному выходу налево	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 05		Направление к эвакуационному выходу направо вверх	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плоскости
Е 06		Направление к эвакуационному выходу нале- во вверх	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плос- кости
Е 07		Направление к эвакуационному выходу на- право вниз	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плоскости
Е 08		Направление к эвакуационному выходу налево вниз	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плоскости
Е 09		Указатель двери эвакуа- ционного выхода	Над дверями эвакуацион- ных выходов

Продолжение табл. 5.6.

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
E 10		Указатель двери эвакуационного выхода (левосторонний)	Над дверями эвакуационных выходов
E 11		Направление к эвакуационному выходу прямо	Над проходами, проемами, в помещениях большой площади. Размещается на верхнем уровне или под- вешивается к потолку
E 12		Направление к эвакуационному выходу прямо	Над проходами, проемами, в помещениях большой площади. Размещается на верхнем уровне или подвешивается к потолку
E 13		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вниз	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
E 14		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вниз	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
E 15		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вверх	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
E 16		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вверх	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
E 17		Для доступа вскрыть здесь	На дверях, стенах помеще- ний и в других местах, где для доступа в помещение или выхода необходимо вскрыть определенную кон- струкцию, например раз- бить стеклянную панель

Продолжение табл. 5.6.

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 18		Открывать движением от себя	На дверях помещений для указания направления от- крывания дверей
Е 19		Открывать движением на себя	На дверях помещений для указания направления от- крывания дверей
Е 20		Для открывания сдви- нуть	На дверях помещений для обозначения действий по открыванию сдвижных две- рей
Е 21		Пункт (место) сбора	На дверях, стенах помеще- ний и в других местах для обозначения заранее преду- смотренных пунктов (мест) сбора людей в случае воз- никновения пожара, аварии или другой чрезвычайной ситуации
Е 22		Указатель выхода	Над дверями эвакуацион- ного выхода или в составе комбинированных знаков безопасности для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 23		Указатель запасного выхода	Над дверями запасного выхода

Эвакуационные знаки следует устанавливать в положениях, соответствующих направлению движения к эвакуационному выходу.

Изображение графического символа фигуры человека в дверном проеме на эвакуационных знаках Е 01-01 и Е 01-02 смыслового значения

«Выход здесь» должно совпадать с направлением движения к эвакуационному выходу».

Таблица 5.7

Знаки медицинского и санитарного назначения

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установ- ки) и рекомендации по при-менению
ЕС 01		Аптечка первой медицинской помощи	На стенах, дверях помещений для обозначения мест размещения аптечек первой медицинской помощи
ЕС 02		Средства выноса (эвакуации) пораженных	На дверях и стенах помещений в местах размеще- ния средств выноса (эва- куации) пораженных
ЕС 03		Пункт приема гигиенических процедур (душевые)	На дверях и стенах помещений в местах расположения душевых и т. п.
ЕС 04		Пункт обработки глаз	На дверях и стенах поме- щений в местах располо- жения пункта обработки глаз
ЕС 05		Медицинский кабинет	На дверях медицинских кабинетов
ЕС 06		Телефон связи с медицинским пунктом (скорой медицинской помощью)	В местах установки телефонов

Таблица 5.8.

Указательные знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по при- менению
D 01		Пункт(место) приема пищи	На дверях комнат приема пищи, буфетах, столовых, бытовых помещениях и в других местах, где разре- шается прием пиши
D 02		Питьевая вода	На дверях бытовых помещений и в местах распо- ложения кранов с водой, пригодной для питья и бы- товых нужд (туалеты, душевые, пункты приема пищи и т. д.)
D 03		Место курения	Используется для обозначения места курения на общественных объектах

Порядок выполнения работы

1. Изучить выдержку из ГОСТ Р 12.4.026–01.

2. Проверить усвоение материала, ответив на контрольные вопросы:

В какой цвет окрашено поле предупреждающего знака?

Какой размер имеет сторона треугольника предупреждающего знака № 4, наносимого на тару и оборудование?

Какой цвет имеет символическое изображение на запрещающем знаке?

Какую форму имеет предписывающий знак?

Какую форму имеет запрещающий знак?

Расстояние от наблюдателя до знака составляет 45 м. Какой размер должен иметь внешний диаметр круга запрещающего знака, мм?

Какой цвет имеют символические изображения или поясняю- щие надписи, наносимые на указательные знаки?

Расстояние от наблюдателя до знака составляет 60 м. Какие размеры

(стороны прямоугольника) должен иметь указательный знак, мм?

Какой цвет имеет квадрат, помещенный внутри указательного знака?

Какой размер имеет внешний диаметр круга запрещающего знака № 5, наносимого на производственное оборудование и тару?

3. Составить отчет. Отчет должен включать:

- цель практической работы;
- ответы на вопросы задания;
- зарисовку формы знаков (запрещающего, предупреждающего, предписывающего, указательного) с указанием цвета поля, символов, надпи- сей.

4. Показать отчет преподавателю.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 12.4.026–01. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение, правила применения. Общие технические требования и реко- мендации. Методы испытания [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-поисковой системы «Техэксперт».

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6. РАССЛЕДОВАНИЕ И УЧЕТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Цель задания - ознакомиться с понятием и причинами возникновения несчастных случаев, порядком их расследования и учет на производстве, также с методами анализа травматизма.

Порядок выполнения задания:

а) изучить и законспектировать общие сведения по пункту 1;

б) изучить методы анализа и рассчитать по вариантам показатели травматизма по пункту 2 (см контр. вопросы к пунктам 1 и 2);

в)изучить «Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях» и законспектировать ответы на контрольные вопросы к пункту 3.

Общие сведения о несчастных случаях.

Несчастным случаем на производстве называют случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении работающим трудовых обязанностей или заданий руководителя работы [1].

Повреждение здоровья в результате несчастного случая называют **травмой**. Травма, полученная работающим на производстве, называется **производственной**.

Опасным называют производственный фактор, воздействие которого при определенных условиях на работающего приводит к травме или другому внезапному ухудшению здоровья.

Вредным называют производственный фактор, воздействие которого на работающего приводит к заболеваниям или снижению его трудоспособности. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

Опасные и вредные производственные факторы (ОВПФ) по природе

действия подразделяют на 4 группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

Производственные травмы в зависимости от характера воздействующих факторов подразделяются на:

а) механические повреждения (ушибы, ранения, вывихи, переломы, сотрясения мозга);

б) поражение электрическим током (электроудар, электротравма);

в) термические повреждения (ожоги пламенем, нагретыми частями оборудования, горячей водой и пр.);

г) химические повреждения (ожоги, острые отравления);

д) комбинированные повреждения (сочетание нескольких опасных факторов).

Производственные травмы по тяжести подразделяются на 6 категорий:

- микротравма (после оказания помощи можно продолжать работу).
- легкая травма (потеря трудоспособности на 1 или несколько дней).
- травма средней тяжести (многодневная потеря трудоспособности);
- тяжелая травма (когда требуется длительное лечение);
- травма, приводящая к инвалидности (частичная или полная утрата трудоспособно-сти);
- смертельная травма.

Причины возникновения производственных травм:

- организационные (нарушение технологического процесса и требований техники безопасности (ТБ), неправильная организация рабочего места и режима труда);
- технические (техническое несовершенство оборудования, неисправность механизмов, отсутствие или не использование защитных средств);
- санитарно-гигиенические (несоответствие условий труда требованиям КЗоТ, системе стандартов по безопасности труда (ССБТ), санитарным нормам(СН), строительным нормам и правилам (СНиП) и др.

- психофизиологические (неудовлетворительное состояние здоровья, переутомление, стресс, опьянение и др.).

Методы анализа показателей травматизма

Разработке мероприятий по улучшению условий труда предшествует необходимый этап - исследование и анализ причин травматизма. Для анализа состояния производственного травматизма применяют методы: статистический, экономический, монографический и топографический.

Статистический метод позволяет количественно оценить повторяемость несчастных случаев по ряду относительных коэффициентов. В результате сравнения полученных коэффициентов за отчетный период с предшествующим периодом можно оценить эффективность профилактических мер. Обычно при этом методе анализа несчастные случаи группируются по однородным признакам: профессиям, видам работ, возрасту, стажу работ, причинам, вызвавшим травму. Простота и наглядность являются несомненным достоинством этого метода. Однако у него есть и недостаток - он не выявляет опасные произ-водственные факторы. Среди основных показателей травматизма, используемых при статистическом методе анализа, являются:

а) коэффициент частоты травматизма - число пострадавших при несчастных случаях за отчетный период на 1ООО работающих, определяется по формуле:

$$K_{\text{ч}} = T_x \cdot \frac{1000}{P_C},$$

где Кч - коэффициент частоты травматизма; Т - число учтенных травм с потерей трудоспособности; Рс - среднесписочное число работающих за отчетный период.

б) коэффициент тяжести травматизма - число человеко-дней нетрудоспособно-сти, которое приходится на один несчастный случай и определяется по формуле:

$$\text{К}_\text{Т} = \frac{\text{Д}}{\text{Т}},$$

где Кт - коэффициент тяжести травматизма; Д - общее количество дней

нетрудоспособности за отчетный период; Т - количество учтенных травм.

в) коэффициент календарной повторяемости несчастных случаев

- показывает через сколько рабочих дней в среднем повторяются несчастные случаи и оп-ределяется по формуле:

$$В = 22{,}5 \cdot \frac{12}{Т},$$

где В - календарная повторяемость несчастных случаев; Т - число несчастных случаев за отчетный период.

г) коэффициент средней повторяемости - показывает на сколько человекодней приходится один несчастный случай, определяется по формуле:

$$B_{ср} = 22{,}5 \cdot 12 \cdot \frac{P_c}{T},$$

где Вср - коэффициент средней повторяемости несчастных случаев; Рс - среднесписочное число работающих за отчетный период; Т - число несчастных случаев за отчетный период.

д) коэффициент опасности работ - характеризуется тяжестью и частотой несчастных случаев, определяется по формуле:

$$О_р = К_Т \cdot Т_х \cdot \frac{100}{Р_с \cdot М \cdot 22{,}5},$$

где Ор - коэффициент опасности работ; Кт - коэффициент тяжести травматизма ; Т - количество учтенных несчастных случаев; Рс - среднесписочное число работающих; М - число месяцев в отчетном периоде.

Таблица 5.0

Исходные данные для расчета показателей травматизма

Показатели	Варианты									
										0
Отчетный период, мес. (М)				2				2		

Число несчастных случаев (Т)				0				1		
Число дней нетрудоспособности (Д)	80	00	80	20	00	50	70	20	60	00
Среднесписочное числоработающих (Рс)	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Экономический метод анализа производственного травматизма позволяет оценить эффективность финансовых затрат на профилактику травматизма с расходами на органи-зационные и технические мероприятия. Для более полной и глубокой характеристики травматизма экономический метод часто используют в сочетании с монографическим методом.

Монографический метод анализа травматизма состоит в углубленном и всестороннем изучении отдельного производства, цеха или участка. Он включает описание технологического процесса, оборудования и особенностей технологического регламента, описание опасных зон на рабочих местах, также санитарно-гигиенические условия труда. При этом обращается внимание на наличие защитных приспособлений, ограждений и травмоопасных ситуаций

Монографический метод анализа травматизма характеризуется полнотой, но трудоемок. Этот метод позволяет выявить потенциальную опасность не только в действующих производствах, но и на этапе проектирования, тем самым исключить причины травматизма.

Топографический метод анализа травматизма проводится по месту происшествия. При этом все несчастные случаи условными знаками наносятся на план производственного участка или схему механизма в тех местах, где они произошли. В результате этого выявляются опасные зоны, требующие соответствующих защитных мер и особого внимания.

Контрольные вопросы к пунктам 1 и 2

1. Что такое несчастный случай?

2. Что такое опасный производственный фактор?

3. Что такое вредный производственный фактор?

4. На какие группы подразделяются опасные и вредные производственные факторы?

5. Какие различают разновидности производственных травм?

6. Какие выделяют категории производственных травм?

7. Каковы основные причины возникновения производственных травм?

8. Какие существуют методы анализа производственного травматизма ?

9. В чем заключается статистический метод анализа производственного травматизма?

10. Как определяется коэффициент частоты травматизма?

11. Как определяется коэффициент тяжести травматизма?

12. Как определяется коэффициент календарной повторяемости несчастных случаев?

13. Как определяется коэффициент средней повторяемости несчастных случаев?

14. Как определяется коэффициент опасности работ?

15. В чем заключается экономический метод анализа производственного травматизма?

16. В чем заключается монографический метод анализа производственного травматизма?

17. В чем заключается топографический метод анализа производственного травматизма?

Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях

Расследование и учет несчастных случаев на производстве проводят в соответствии с “Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях”, утвержденного

Постановлением Министерства труда и социального раз-вития Российской Федерации от 24 октября 2002г. №73, а также статьями 227-231 Трудового кодекса РФ (ТК РФ).

Несчастный случай на производстве - это случай, происшедший с работающим вследствие воздействия опасного производственного фактора (для застрахованного – это страховой случай).

Несчастные случаи в зависимости от причин, места и времени происшествия делятся на две группы: несчастные случаи, связанные с работой и несчастные случаи, не связанные с работой (бытовые травмы).

Несчастные случаи, не связанные с производством, но происшедшие на производстве - это несчастные случаи, происшедшие при изготовлении предметов в личных целях, самовольном использовании транспорта предприятия, участии в спортивных мероприятиях на территории предприятия, при хищении имущества предприятия.

Бытовые несчастные случаи - это несчастные случаи, происшедшие в быту (дома) или при нахождении на предприятии вне рабочего времени.

Расследование несчастных случаев на производстве выполняется в соответствии с Трудовым кодексом РФ и «Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях», утверждённым постановлением Минтруда России № 73 от 24 октября 2002 года. Этим же постановлением утверждены формы документов, необходимых для расследования и учёта несчастных случаев на производстве.

Расследование несчастного случая может быть достаточно сложным процессом, поскольку интересы пострадавшего и работодателя часто не совпадают.

Действие нормативных актов по расследованию и учёту несчастных случаев на производстве распространяется на:

- работодателей - физических лиц, вступивших в трудовые отношения с работниками;
- уполномоченных работодателем лиц (представители работодателя);

- физических лиц, осуществляющих руководство организацией (руководители организации);
- физических лиц, состоящих в трудовых отношениях с работодателем;
- других лиц, участвующих с ведома работодателя в его производственной деятельности своим личным трудом, правоотношения которых не предполагают заключения трудовых договоров.

Расследованию подлежат травмы, в том числе причиненные другими лицами, включая:

- тепловой удар, ожог, обморожение;
- утопление; поражение электрическим током или молнией;
- укусы, нанесенные животными и насекомыми;
- повреждения, полученные в результате взрывов, аварий и т.п.

Расследованию и учёту подлежат несчастные случаи происшедшие:

- при исполнении трудовых обязанностей, в том числе во время коман-дировки, при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;
- на территории организации, в течение рабочего времени, в том числе во время следования на работу и с работы, а также в течение вре-мени, необходимого для приведения в порядок рабочего места;
- при следовании на работу или с работы на транспортном средстве работодателя, а также на личном транспортном средстве при использовании его в производственных целях;
- во время служебных поездок на общественном транспорте, а также при следовании по заданию работодателя к месту выполнения работ и обратно, в том числе пешком;
- при следовании к месту служебной командировки и обратно;
- при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междусменного отдыха;
- во время междусменного отдыха при работе вахтовым методом;
- при привлечении к участию в ликвидации последствий

чрезвычайных ситуаций.

Работники организации обязаны незамедлительно извещать руководство о каждом происшедшем несчастном случае, об ухудшении состояния своего здоровья в связи с проявлениями признаков острого заболевания.

О каждом страховом случае работодатель в течение суток обязан сообщить страховщику (фонд социального страхования).

О групповом несчастном случае (пострадало два и более человек), тяжёлом несчастном случае или несчастном случае со смертельным исходом, работодатель в течение суток обязан направить извещение соответственно:

1) о несчастном случае, происшедшем в организации:

- в соответствующую государственную инспекцию труда;
- в прокуратуру по месту происшествия несчастного случая;
- в федеральный орган исполнительной власти по ведомственной принадлежности;
- в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации;
- в организацию, направившую работника, с которым произошел несчастный случай;
- в территориальные объединения организаций профсоюзов;
- в территориальный орган государственного надзора, если несчастный случай произошел в организации (объекте), подконтрольной этому органу;
- страховщику.

2) о несчастном случае, происшедшем у работодателя - физического лица:

- в соответствующую государственную инспекцию труда;
- в прокуратуру по месту нахождения работодателя - физического лица;
- в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации;
- в территориальный орган государственного надзора, если

несчастный случай произошел на объекте, подконтрольном этому органу;

- страховщику.

О групповых несчастных случаях, тяжелых несчастных случаях и несчастных случаях со смертельным исходом также информируется Федеральная инспекция труда Минтруда России.

Если указанные несчастные случаи, произошли в организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты, то соответствующим образом информируются специально уполномоченные органы государственного надзора.

Для расследования несчастного случая на производстве в организации работодатель незамедлительно создает комиссию в составе не менее трех человек. Во всех случаях состав комиссии должен состоять из нечетного числа членов.

В состав комиссии включаются специалист по охране труда организации, представители работодателя, представители профсоюзного органа (коллектива), уполномоченный (доверенный) по охране труда. Комиссию возглавляет работодатель или уполномоченный им представитель. Состав комиссии утверждается приказом работодателя. Руководитель, непосредственно отвечающий за безопасность труда на участке, где произошел несчастный случай, в состав комиссии не включается.

В расследовании несчастного случая на производстве у работодателя - физического лица принимают участие указанный работодатель или уполномоченный его представитель, доверенное лицо пострадавшего, специалист по охране труда, который может привлекаться к расследованию несчастного случая и на договорной основе.

Несчастный случай на производстве, происшедший с лицом, направленным для выполнения работ к другому работодателю, расследуется комиссией, образованной работодателем, у которого произошел несчастный случай. В состав данной комиссии входит уполномоченный представитель работодателя, направившего это лицо.

Несчастные случаи, происшедшие на территории организации с работниками сторонних организаций при исполнении ими задания направившего их работодателя, расследуются комиссией, формируемой этим работодателем.

Несчастные случаи, происшедшие с работниками при выполнении работы по совместительству, расследуются комиссией, формируемой работодателем, у которого фактически производилась работа по совместительству.

Расследование несчастных случаев со студентами, проходящими произ-водственную практику (выполняющими работу под руководством работодателя), проводится комиссиями, формируемыми и возглавляемыми этим работодателем. В состав комиссии включаются представители образовательного учреждения.

Для расследования группового несчастного случая, тяжёлого несчастного случая и несчастного случая со смертельным исходом в комиссию дополнительно включаются:

- государственный инспектор труда, представители органа исполнительной власти субъекта РФ или органа местного самоуправления (по согласованию), представитель территориального объединения профсоюзов. Возглавляет комиссию государственный инспектор труда;
- по требованию пострадавшего (или его родственников) в расследовании несчастного случая может принимать участие его доверенное лицо;
- в случае острого отравления или радиационного воздействия, превысившего установленные нормы, в состав комиссии включается также представитель территориального центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора;
- при несчастном случае, происшедшем в организациях на объектах, подконтрольных территориальным органам Федерального горного и промышленного надзора России, состав комиссии утверждается руководителем

соответствующего территориального органа и возглавляет комиссию представитель этого органа;

- при групповом несчастном случае с числом погибших 5 и более человек в состав комиссии включаются также представители Федеральной инспекции труда, федерального органа исполнительной власти по ведомственной принадлежности и общероссийского объединения профсоюзов. Председателем комиссии является главный государственный инспектор труда по субъекту Российской Федерации, а на объектах, подконтрольных территориальному органу Федерального горного и промышленного надзора России, - руководитель этого территориального органа.

При крупных авариях с человеческими жертвами 15 и более человек расследование проводится комиссией, назначаемой Правительством России.

Расследование несчастных случаев (в том числе групповых), в результате которых пострадавшие получили повреждения, отнесенные в соответствии с установленными квалифицирующими признаками к категории легких, проводится в течение трех дней.

Расследование иных несчастных случаев проводится в течение 15 дней. В некоторых случаях председатель комиссии может продлить срок расследования, но не более чем на 15 дней. Несчастные случаи, о которых не было своевременно сообщено работодателю или в результате которых нетрудоспособность наступила не сразу, расследуются по заявлению пострадавшего в течение месяца.

Тяжелые несчастные случаи и несчастные случаи со смертельным исходом, происшедшие с лицами, выполнявшими работу на основе договора гражданско-правового характера, расследуются в установленном порядке государственными инспекторами труда на основании заявления пострадавшего (доверенного лица, членов его семьи).

В ходе расследования несчастного случая комиссия производит осмотр места происшествия, выявляет и опрашивает очевидцев несчастного случая и должностных лиц, знакомится с действующими в организации нормативными и

распорядительными документами, по возможности получает объяснения от пострадавшего.

Расследуются в установленном порядке и по решению комиссии могут квалифицироваться как не связанные с производством:

- смерть вследствие общего заболевания или самоубийства;
- смерть или иное повреждение здоровья, единственной причиной которых явилось алкогольное, наркотическое или иное токсическое опьянение (отравление) работника;
- несчастный случай, происшедший при совершении пострадавшим действий, квалифицированных правоохранительными органами как уголовное правонарушение.

При поступлении жалобы пострадавшего, выявлении сокрытого несчастного случая, установления нарушений порядка расследования и в некоторых иных случаях, государственный инспектор труда, независимо от срока давности несчастного случая, проводит дополнительное расследование.

Несчастные случаи, квалифицированные, как несчастные случаи на производстве, подлежат оформлению актом о несчастном случае на производстве по форме Н-1*.

Акт формы Н-1 составляется комиссией в двух экземплярах. При несчастном случае на производстве с застрахованным работником составляется дополнительный экземпляр акта формы Н-1.

При групповом несчастном случае на производстве акты формы Н-1 составляются на каждого пострадавшего отдельно.

В случае установления факта грубой неосторожности застрахованного работника, содействовавшей возникновению или увеличению размера вреда, причиненного его здоровью, в акте расследования указывается степень его вины в процентах, с учетом заключения профсоюзного или иного уполномоченного застрахованным представительного органа данной организации (не более 25%).

По результатам расследования каждого группового несчастного случая,

тяжелого несчастного случая или несчастного случая со смертельным исхо-дом составляется соответствующий акт в двух экземплярах.

Работодатель в трехдневный срок после завершения расследования несчастного случая на производстве обязан выдать пострадавшему один экземпляр утвержденного им и заверенного печатью акта формы Н-1. Вторые экземпляры акта с копиями материалов расследования хранятся в течение 45 лет работодателем.

При страховых случаях третий экземпляр утвержденного и заверенного печатью акта формы Н-1 работодатель направляет страховщику.

Каждый оформленный в установленном порядке несчастный случай на производстве регистрируются работодателем в журнале регистрации несчастных случаев на производстве и включаются в годовую форму федерального государственного статистического наблюдения за травматизмом на производстве.

В случае ликвидации организации или прекращения работодателем - физическим лицом предпринимательской деятельности оригиналы актов о расследовании несчастных случаев на производстве подлежат передаче на хранение правопреемнику, а при его отсутствии - соответствующему государственному органу.

Государственный надзор и контроль за соблюдением установленного порядка расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве осуществляется органами Федеральной инспекции труда.

Контрольные вопросы к пункту 3

1. Какие несчастные случаи считаются связанными с производством и подлежат расследованию и учету?
2. На кого распространяется действие Положения о порядке расследования и учета несчастных случаев?
3. Как должен действовать работодатель при возникновении несчастного случая на предприятии?
4. Что необходимо сделать сразу же после свершения несчастного

случая на произ-водстве?

5. Куда должен сообщить работодатель и в какие сроки о групповом несчастном случае или несчастном случае со смертельным исходом?

6. Кто несет ответственность за организацию и своевременное расследование и уче-та несчастных случаев?

7. Кто входит в комиссию по расследованию несчастных случаев, каковы ее обязанности?

8. В какие сроки должно быть проведено расследование несчастного случая?

9. Какие несчастные случаи квалифицируются как не связанные с производством?

10. Что делают при установлении грубой неосторожности пострадавшего?

11. В какие сроки и комиссией какого состава расследуются групповые несчастные случаи или со смертельным исходом?

12. Какие условия должен обеспечить работодатель для работы комиссии, проводя-щей расследование несчастного случая?

13. Каким документом оформляются несчастные случаи на производстве?

14. Какой организацией учитывается акт о несчастном случае?

15. В какие сроки и куда должны быть отправлены материалы расследования групповых несчастных случаев?

16. Какие организации и должностные лица разбирают разногласия при оформлении актов по форме Н - 1 ?

17. Каковы полномочия государственного инспектора по охране труда в случае нарушения порядка расследования несчастного случая?

Форма Н-1

Один экземпляр направляется
пострадавшему или его
доверенному лицу

УТВЕРЖДАЮ

_____
(подпись, фамилия, инициалы
работодателя
(его представителя))
"__" _____ 200_ г.

Печать

АКТ N ____
О НЕСЧАСТНОМ СЛУЧАЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

1. Дата и время несчастного случая _____
_____
(число, месяц, год и время происшествия
несчастного случая,
_____
количество полных часов от начала работы)
2. Организация (работодатель), работником которой является
(являлся) пострадавший _____
(наименование, место нахождения,
юридический адрес, ведомственная
и отраслевая
_____
принадлежность (ОКОНХ основного вида деятельности);
фамилия, инициалы работодателя -
_____
физического лица)
Наименование структурного подразделения _____
_____
3. Организация, направившая работника _____
_____
(наименование, место нахождения, юридический адрес,
отраслевая принадлежность)
4. Лица, проводившие расследование несчастного случая:
_____
(фамилия, инициалы, должности и место работы)
_____
5. Сведения о пострадавшем:
фамилия, имя, отчество _____
пол (мужской, женский) _____
дата рождения _____
профессиональный статус _____
профессия (должность) _____
стаж работы, при выполнении которой произошел несчастный случай
_____,
(число полных лет и месяцев)
в том числе в данной организации _____
(число полных лет и месяцев)
6. Сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда
Вводный инструктаж _____
(число, месяц, год)
Инструктаж на рабочем месте (первичный, повторный, внеплановый,

---------- -------
(нужное подчеркнуть)
целевой)

по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай _____
(число, месяц, год)
Стажировка: с "__" _____ 200_ г. по "__" _____ 200_ г.
_____
(если не проводилась - указать)
Обучение по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай: с "__" _____ 200_ г. по "__" _____ 200_ г. _____
(если не проводилось - указать)
Проверка знаний по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай _____
(число, месяц, год, N протокола)
7. Краткая характеристика места (объекта), где произошел несчастный случай
_____
(краткое описание места происшествия с указанием опасных и (или) вредных производственных
_____
факторов со ссылкой на сведения, содержащиеся в протоколе осмотра места несчастного случая)
_____
Оборудование, использование которого привело к несчастному случаю
_____
(наименование, тип, марка, год выпуска, организация - изготовитель)
8. Обстоятельства несчастного случая
_____
(краткое изложение обстоятельств, предшествовавших несчастному случаю, описание событий
_____
и действий пострадавшего и других лиц, связанных с несчастным случаем, и другие сведения,
_____
установленные в ходе расследования)
_____
_____
_____
8.1. Вид происшествия _____
_____
8.2. Характер полученных повреждений и орган, подвергшийся повреждению, медицинское заключение о тяжести повреждения здоровья
_____
8.3. Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного или наркотического опьянения _____
(нет, да - указать состояние и степень опьянения в соответствии с заключением по
_____
результатам освидетельствования, проведенного в установленном порядке)
8.4. Очевидцы несчастного случая _____
_____
(фамилия, инициалы, постоянное место жительства,

домашний телефон)
9. Причины несчастного случая _____
(указать основную
и сопутствующие причины
_____
несчастного случая со ссылками на нарушенные требования
законодательных и иных
_____
нормативных правовых актов, локальных нормативных актов)
_____
_____
_____
_____
10. Лица, допустившие нарушение требований охраны труда:
_____
(фамилия, инициалы, должность (профессия) с указанием
требований законодательных,
_____
иных нормативных правовых и локальных нормативных актов,
предусматривающих их
_____
ответственность за нарушения, явившиеся причинами
несчастного случая, указанными в п. 9
_____
настоящего акта; при установлении факта грубой
неосторожности пострадавшего указать
_____
степень его вины в процентах)
_____
Организация (работодатель), работниками которой являются данные
лица
_____
(наименование, адрес)
11. Мероприятия по устранению причин несчастного случая, сроки
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Подписи лиц, проводивших
расследование несчастного случая _____
(фамилии, инициалы, дата)
_____

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.О.ОО2 - 8О. Термины и определения.

2. Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях

3. И.М.Чижевский, Г.Б.Куликов, Ю.А.Сидорин. Охран труда в полиграфии. М., 1988.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7. СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Цель работы – ознакомиться со средствами защиты органов ды- хания и получить практические навыки их использования.

Теоретические положения

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) предназначены для защиты человека от попадания внутрь организма, на кожные покровы и повседневную одежду радиоактивных веществ (РВ), отравляющих веществ (ОВ) и бактериальных средств (БС).

По принципу применения средства индивидуальной защиты делятся:

– на средства защиты повседневного применения (промышленные СИЗ);

– средства защиты эпизодического применения (СИЗ для аварийных работ и пострадавших в очагах ЧС).

По объектам защиты средства индивидуальной защиты делятся:

– на средства защиты органов дыхания;

– средства защиты кожи.

По принципу действия средства индивидуальной защиты делятся:

– на фильтрующие (принцип фильтрации состоит в том, что воздух, необходимый для поддержания жизнедеятельности организма человека, очищается от вредных примесей при прохождении через средство защиты);

– изолирующие (средства защиты изолирующего типа полностью изолируют организм человека от окружающей среды с помощью материалов, непроницаемых для воздуха и вредных примесей).

По способу подачи воздуха различают средства индивидуальной

защиты делятся:

– с принудительной подачей воздуха;

– самовсасывающие.

По кратности использования средства индивидуальной защиты

- на СИЗ многократного использования;

- СИЗ однократного использования.

По способу изготовления средства индивидуальной защиты делятся:

- на средства, изготовленные промышленностью;

- простейшие средства, изготовленные из подручных материалов. Кроме средств индивидуальной защиты существуют медицинские средства защиты [1].

Средства защиты органов дыхания.

Фильтрующий противогаз.

Фильтрующий противогаз предназначен для защиты органов дыхания, глаз, кожи лица от воздействия ОВ, РВ, БС, (АХОВ), а также различных вредных примесей, присутствующих в воздухе.

В настоящее время имеются фильтрующие гражданские противогазы различной модификации и промышленные противогазы.

Для защиты населения наибольшее распространение получили фильтрующие противогазы: для взрослого населения – ГП-5 (ГП-5М), ГП-7 (ГП-7В); для детей – ПДФ-Ш, ПДФ-Д, ПДФ-2Ш, ПДФ-2Д, КЗД.

Гражданский противогаз (ГП-5). В состав комплекта входят два основных элемента: фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5 и лицевая часть ШМ-62у. Шлем-маска имеет 5 ростов (0, 1, 2, 3, 4). Кроме того, противогаз комплектуется сумкой, наружными утеплительными манжетами (НМУ-1) и коробкой с незапотевающими пленками (рис. 9.1) [2]. У него нет соединительной трубки.

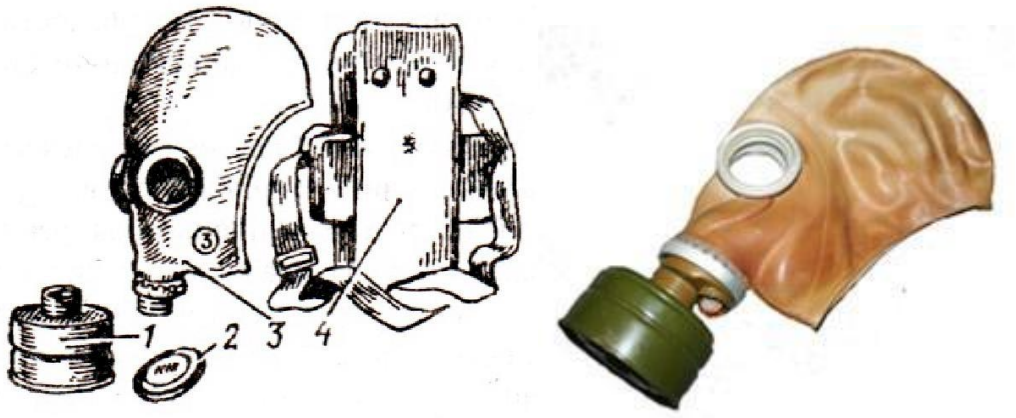


Рис. 7.1 Гражданский фильтрующий противогаз (ГП-5):

1 – фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5; 2 - коробка с незапотевающими пленками; 3 – лицевая часть ШМ-62у; 4 – сумка

Внутри фильтрующе-поглощающей коробки ГП-5 расположены противоаэрозольный фильтр и шихта. Лицевая часть ШМ-62у представляет собой шлем-маску, изготовленную на основе резины из натурального или синтетического каучука. В шлем-маску вмонтированы очковый узел и клапанная коробка. Клапанная коробка имеет один вдыхательный и два выдыхательных клапана и служит для распределения потоков воздуха. Незапотевающие пленки изготавливаются из целлюлозы и бывают односторонние (НП) и двусторонние (НПН). Они устанавливаются с внутренней стороны стекол противогаза желатиновым покрытием к глазам и фиксируются прижимными кольцами. Желатин равномерно впитывает конденсированную влагу, тем самым сохраняя прозрачность пленки.

Комплект из 6 пленок упакован в металлическую коробку. Утеплительные манжеты используются только зимой при температуре ниже – 10 °С. Манжета надевается на обойму очков с внешней стороны. Пространство между стеклами манжет и очков предохраняет очки шлем- маски от замерзания.

Гражданский противогаз (ГП-5М). В комплект противогаза входит шлем-маска (ШМ-66Му) с мембранной коробкой для переговорного устройства. В лицевой части сделаны сквозные вырезы для ушных раковин, что обеспечивает нормальную слышимость.

Подгонка противогаза начинается с определения требуемого роста лицевой части. Рост лицевой части типа ШМ-62у, ШМ-66Му определяется по величине вертикального обхвата головы путем ее измерения по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок. Измерения округляют до 0,5 см. До 63 см берут нулевой рост, от 63,5 до 65,5 см – первый, от 66 до 68 см – второй, от 68,5 до 70,5 см – третий, от 71 см и более – четвертый.

Перед применением противогаз следует проверить на исправность и герметичность. Осматривая лицевую часть, следует определить ее целостность, обратив внимание на стекла очкового узла. После этого нуж- но проверить клапанную коробку, состояние клапанов. Они не должны быть покороблены, засорены или порваны. На фильтрующе-поглощающей коробке не должно быть вмятин, проколов, в горловине – повреждений. Обращается внимание на то, чтобы в коробке не пересыпались зерна поглотителя.

Наиболее совершенными в настоящее время являются противогазы ГП-7 и ГП-7В. Их основными отличиями являются: более совершенная конструкция и форма шлем-маски, обеспечивающая возможность безопасного приема воды, жидких лекарств, других жидкостей в зараженной зоне без снятия маски. Наличие в комплекте фильтрующе-поглощающих коробок обеспечивает защиту от конкретных видов твердых химических веществ (ТХВ), а также увеличенные сроки работоспособности. Ростовка лицевой части предусматривает три размера. Как и другие типы противогазов, они состоят из фильтрующе- поглощающей коробки и лицевой части.

Гражданский противогаз (ГП-7). В комплект противогаза входят фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к, лицевая часть в виде маски МГП, сумка, защитный трикотажный чехол, коробка с незапотевающими пленками, утеплительные манжеты. Его масса в комплекте без сумки – около 900 г (фильтрующе-поглощающая коробка – 250 г, лицевая часть – 600 г).

Фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к по конструкции аналогична коробке ГП-5, но с улучшенными характеристиками, уменьшено ее сопротивление, что облегчает дыхание. Лицевая часть МГП представляет собой маску объемного типа с «независимым» обтюратором, с наголовником (предназначен для закрепления лицевой части) в виде резиновой пластины с пятью лямками (лобная, две височные, две щечные), с очковым узлом, переговорным устройством (мембраной), узлами клапана вдоха и выдоха, прижимными кольцами для закрепления незапотевающих пленок (рис. 9.2) [2]. «Независимый» обтюратор представляет собой полосу тонкой резины и служит для создания надежной герметизации лицевой части на голове. При этом механическое воздействие лицевой части на голову очень незначительно. На каждой лямке с интервалом в 1 см нанесены упоры ступенчатого типа, которые предназначены для надежного закрепления их в пряжках. У каждого упора имеется цифра, указывающая его порядковый номер. Это позволяет точно фиксировать нужное положение лямок при подгонке маски. Нумерация цифр идет от свободного конца лямки к затылочной пластине. Гидрофобный трикотажный чехол надевается на фильтрующе-поглощающую коробку и предохраняет ее от заражения, снега, пыли и влаги.

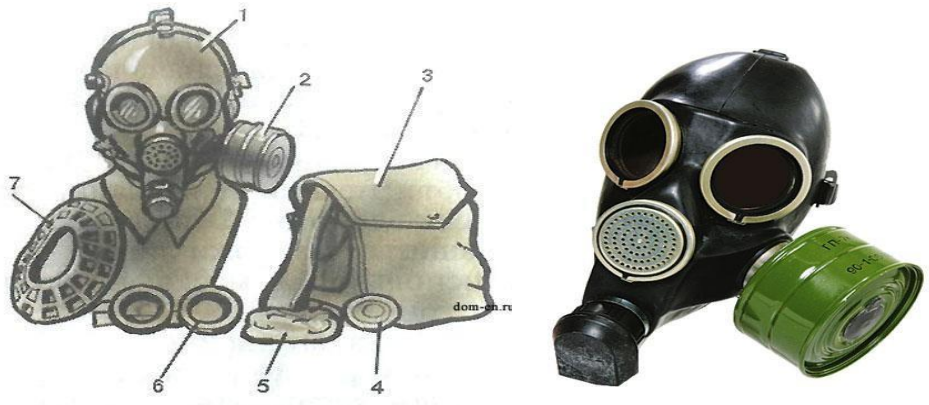


Рис. 7.2. Противогаз ГП-7:

1 – лицевая часть; *2* – фильтрующе-поглощающая коробка; *3* – сумка; *4* – коробка с незапотевающими пленками; *5* – трикотажный чехол; *6* – утеплительные манжеты

Гражданский фильтрующий противогаз (ГП-7, ГП-7В, ГП-7ВМ) – это одна из самых последних и совершенных моделей противогазов для населения. В реальных условиях он обеспечивают высокую защиту от паров отравляющих веществ нервнопаралитического действия (типа зарин, зоман и др.), общеядовитого действия (хлорциан, синильная кислота и др.), радиоактивных веществ (радионуклидов йода и его органических соедине- ний (типа йодистый метил и др.)); от капель отравляющих веществ кожно- нарывного действия (иприт и др.), бактериальных, аварийных химически опасных веществ (АХОВ). ГП-7 имеет малое сопротивление дыханию, обеспечивает надежную герметизацию и небольшое давление лицевой час- ти на голову. Благодаря этому им могут пользоваться люди старше 60 лет и больные с легочными и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Подбор лицевой части необходимого типоразмера ГП-7 осуществляется на основа- нии результатов измерения мягкой сантиметровой лентой горизонтального и вертикального обхвата головы.

Правила определения размера противогаза.

Для определения размера противогаза нужно знать горизонталь- ный и вертикальный обхват головы. Горизонтальный обхват измеряется по замкнутой линии, которая проходит спереди по надбровным дугам, сбоку чуть выше (на 2–3 см) ушной раковины и сзади по наиболее выступающей части головы. А вертикальный обхват можно определить посредством из- мерения длины вертикальной линии, проходящей через подбородок, щеки и макушку. Полученные измерения следует округлить так, чтобы послед- няя цифра была 0 или 5. Затем нужно сложить оба результата и посмот- реть, какой размер противогаза вам нужен [3]:

- менее 1190 мм – первый размер;
- от 1195 до 1210 мм – второй размер;
- от 1215 до 1235 мм – третий размер;
- от 1240 до 1260 мм – четвертый размер;
- от 1265 до 1285 мм – пятый размер;

- от 1290 до 1310 мм – шестой размер.

Надевается противогаз после сигнала «Химическая тревога» по команде «Газы», либо по своей инициативе. Вынув противогаз из специальной сумки, следует взять шлем-маску за его нижнюю часть так, чтобы большие пальцы рук находились снаружи, а остальные были внутри. Далее нужно приложить нижнюю часть шлема-маски под подбородок и натянуть его на голову резким движением рук вверх.

Учитывая то, что операции, которые описаны выше, придется проводить вслепую, нужно достаточно долго тренироваться. Хотя все зависит от человека и степени его обучаемости. Хорошо попрактиковавшись, можно приблизиться к армейским нормативам на надевание противогаза – около 7–10 с. Наличие у противогаза переговорного устройства (мембра- ны) обеспечивает четкое понимание передаваемой речи, значительно облегчает пользование средствами связи (телефон, радио).

Гражданские противогазы ГП-7В, ГП-7ВМ, УЗС-ВК, КЗД-6, фильтр ДОТ, фильтр ВК, ДПГ-3 (рис. 7.3). ГП-7В отличается от ГП-7 тем, что в нем лицевая часть МГП-В имеет устройство для приема воды, пред- ставляющее собой резиновую трубку с мундштуком и ниппелем.

ГП-7ВМ отличается от ГП-7В тем, что маска М-80 имеет очковый узел в виде трапециевидных изогнутых стекол, обеспечивающих возможность работы с оптическими приборами.

Гражданский фильтрующий противогаз ГП-7 обеспечивает защиту органов дыхания, глаз и кожи лица человека от вредных веществ и приме- сей, находящихся в воздухе. Это проверенная временем и надежная модель противогаза для гражданского населения.






а *б* *в* *г*







д *е* *ж*

Рис. 7.3. Гражданские противогазы:

а – ГП-7(В, ВМ); *б* – УЗС-ВК; *в* – ПДФ-2; г – КЗД-6; *д* – фильтр ДОТ; *е* – фильтр ВК; *ж* – ДПГ-3;

Подбор лицевой части необходимого типоразмера ГП-7 осуществляется на основании результатов измерения мягкой сантиметровой лентой горизонтального и вертикального обхвата головы. Горизонтальный обхват определяется измерением головы по замкнутой линии, проходящей спереди по надбровным дугам, сбоку на 2–3 см выше края ушной раковины и сзади через наиболее выступающую точку головы. Вертикальный обхват определяется измерением головы по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок. Измерения округляются с точностью до 5 мм. По сумме двух измерений устанавливают нужный типоразмер (табл. 7.0). [4].

Правильно подобранная шлем-маска (маска) должна плотно прилегать к лицу и исключать возможность проникновения наружного воздуха в органы дыхания, минуя фильтрующе-поглощающую коробку.

Таблица 7.0

Типоразмеры противогазов

Рост лицевой части		1		2		3		
Положение упоров лямок	ГП-7, ГП-7В	4-8-8	3-7-8	3-7-8	3-6-7	3-6-7	3-5-6	3-4-5
	ГП-7ВМ	4-8-6	3-7-6	3-7-6	3-6-5	3-6-5	3-5-4	3-4-3
Сумма горизонтального и вертикального обхвата головы		До 1185	1190–1210	121–1235	1240–1260	1265–1285	1290–1310	1310 и более

*Примечание. П*оложение лямок наголовника устанавливают при подгонке противогаза.

Противогаз УЗС-ВК – аварийно-спасательное средство многоразового действия, применяется для защиты органов дыхания человека от вредных веществ, может использоваться во всех климатических зонах.

Противогаз ПДФ-2 предназначен для защиты органов дыхания, зрения и лица детей (старше 1,5 года) от отравляющих веществ (ОВ), опасных биологических веществ (ОБВ), радиоактивной пыли (РП).

Камера защитная детская (КЗД-6) предназначена для защиты детей в возрасте до 1,5 года от отравляющих веществ, радиоактивной пыли и бактериальных средств. Детская защитная камера похожа на обычную сумку, поэтому переносить ребенка в ней очень удобно.

Дополнительный патрон (ДПГ-3) предназначен для использования в комплекте с ГП-7, ГП-7В и детскими противогазами, для защиты органов дыхания, кожи лица и глаз человека от сильнодействующих ядовитых веществ: аммиака, диметиламина, нитробензола.

Фильтр ДОТ соответствует новым ГОСТам, гармонизированным с европейскими стандартами EN141, EN143. Он значительно эффективнее по сравнению с противогазовыми коробками, выпускаемыми по старым ГОСТа, за счет уникальных поглотителей от отравляющих веществ, опас- ных биологических веществ, радиоактивной пыли, сильнодействующих ядовитых веществ.

Фильтр ВК предназначен для очистки вдыхаемого воздуха от органических газов и паров с температурой кипения выше 65 ^{o}C (циклогек- сан, бензол, ксилол, толуол, бензин, керосин, галоидоорганические соеди- нения (хлорпикрин, хлорацетофенон и т. п.), нитросоединения бензола).

Промышленные противогазы. Существует несколько марок промышленных фильтрующих противогазов, которые являются индивидуальным средством защиты органов дыхания и зрения рабочих различных отраслей промышленности, сельского хозяйства от воздействия

вредных веществ (газы, пары, пыль, дым и туман), присутствующих в воздухе.

Запрещается применять промышленные противогазы при недостатке кислорода в воздухе (менее 18 %), например при работах в емкостях, цистернах, колодцах и других изолированных помещениях.

Не допускается применение промышленных противогазов для защиты от низкокипящих жидкостей, плохо сорбирующихся органических веществ, например метана, этилена, ацетилена. Не рекомендуется работать в таких противогазах, если состав газов и паров вредных веществ неизвестен (Рис. 7.4).



ППФМ-92 ПФМГ-96 ПФСГ-98 ППФ-95

Рис. 7.4. Промышленные противогазы

Противогазы ППФМ-92, ПФМГ-96, ПФСГ-98 предназначены для защиты органов дыхания, глаз и лица человека от вредных газо- и парооб- разных веществ и аэрозолей, присутствующих в воздухе рабочей зоны. ППФ-95 предназначены для защиты органов дыхания, зрения и лица рабо- чих различных отраслей промышленности и сельского хозяйства от воз- действия вредных газов, паров, пыли, дыма и тумана, присутствующих в воздухе. Фильтрующие противогазы надежны в атмосфере, содержащей не менее 18 % кислорода.

Промышленный противогаз состоит из снаряженной коробки, лицевой части (шлем-маски) с соединительной трубкой и сумки. Фильтрующая коробка служит для очистки воздуха, вдыхаемого человеком, от ядовитых веществ и вредных примесей. В зависимости от состава этих примесей она может содержать один или несколько специальных поглотителей или сочетание поглотителя с аэрозольным фильтром. При этом коробки строго специализированы по составу поглотителей, а поэтому отличаются друг от

друга окраской и маркировкой. Шлем-маски промышленных противогазов изготавливаются пяти ростов – 0, 1, 2, 3, 4. Чтобы подобрать шлем-маску, надо мягкой сантиметровой линейкой произвести два измерения головы. Вначале определить длину круговой линии, проходящей по подбородку, щекам и через высшую точку головы (макушку). Затем измерить длину полуокружности, проходящей от отверстия одного уха к отверстию другого по лбу через надбровные дуги. Результаты двух обмеров суммируют и находят требуемый рост шлем-маски.

При сумме до 93 см размер нулевой, от 93 до 95 см – первый, от 95 до 99 см – второй, от 99 до 103 см – третий, от 103 и выше – четвертый [4].

Противогазы комплектуют коробками двух размеров (большая и малая) и трех типов: без аэрозольного фильтра, с аэрозольным фильтром (на коробке белая вертикальная полоса), без аэрозольного фильтра с уменьшенным сопротивлением дыханию (имеет индекс 8 в маркировке). В зависимости от вида вредного вещества выпускают коробки следующих марок: А, В, Г, Е, КД, СО, М (табл. 9.2) [5].

Коробки марок А, В, Г, Е, КД изготавливаются как с аэрозольными фильтрами, так и без них; коробка БКФ – только с аэрозольными фильтрами; коробки СО и М – без аэрозольных фильтров. Белая вертикальная полоса на коробке означает, что она оснащена аэрозольным фильтром.

Таблица 7.1

Характеристика промышленных противогазов

Марка противогаза	Маркировка и окраска	Соединения, от которых защищают ПП
А	Коричневая	Пары органических соединений (бензин, керосин, ацетон, бензол, толуол, ксилол, сероуглерод, спирты, эфиры, галоидоорганические соединения, нитросоединения бензола и его гомологи, тетроэтилсвинец, фосфор- и хлорорганические ядохимикаты)

Продолжение табл. 7.1

Марка противогаза	Маркировка и окраска	Соединения, от которых защищают ПП
В	Желтая	Кислые газы и пары (диоксида серы, гидрид серы, хлор, циан гидрида, окислы азота, хлориды водорода, фосген), фосфор- и хлорорганические ядохимикаты
Г	Черно-желтая	Пары ртути и ртутьорганическе ядохимикаты на основе этилмеркурхлорида
Е	Черная	Гидрид мышьяка и гидрид фосфора
К	Зеленая	Аммиак, а также пыль, дым, туман
КД	Серая, с бе- лой поло- сой	Аммиак и сероводород
БКФ	Защитная, с белой полосой	Кислые газы и пары, пары органических веществ, гидрид мышьяка, гидрид фосфора, пыль, дым, туман
СО	Белая	Оксид углерода
М	Красная	Оксид углерода в присутствии паров органических ве- ществ, кислые газы, аммиак, гидрид мышьяка, гидрид фосфора, пары органических соединений (бензин, керо- син, ацетон, бензол, ксилол, сероуглерод, толуол, спирты, эфиры, анилин, соединения бензола и его гомологи)
П-2У	Красная с белой поло- сой	Пары карбонилов никеля и железа, оксид углерода и со-путствующие аэрозоли
Б	Синяя	Бороводороды: диборан, пентаборан, этилентаборан, ди-этилдекаборан и их аэрозоли
УМ	Защитная	Пары и аэрозоли гептила, амил, самин, нитромеланж, амидол
ГФ	Голубая	Газообразный гексафторид урана, фтор, фтористый водо- род, радиоактивные аэрозоли

Пользование противогазом. Подобрав шлем-маску, ее обязательно примеряют. Новую лицевую часть предварительно необходимо протереть снаружи и внутри чистой тряпочкой или тампоном ваты, смоченным в воде, а клапаны выдоха продуть. Шлем-маску, бывшую в употреблении, следует отсоединить от коробки, протереть двухпроцентным раствором формалина или промыть водой с мылом и просушить.

При сборке противогаза шлем-маску берут в левую руку за клапанную коробку, а правой рукой ввинчивают до отказа фильтрующе- поглощающую коробку навинтованной горловиной в патрубок клапанной коробки шлем-маски.

При переводе противогаза в «боевое» положение необходимо:

– снять головной убор и зажать его между коленями или положить рядом;

– убрать волосы со лба и висков, женщинам следует гладко

– зачесать волосы назад, заколки и украшения снять (их попадание под обтюратор приведет к нарушению герметичности);

– вынуть шлем-маску из сумки, взять ее обеими руками за утолщенные края у нижней части так, чтобы большие пальцы рук были с наружной стороны, а остальные – внутри. Подвести шлем-маску к подбородку и резким движением рук вверх и назад натянуть ее на голову так, чтобы не было складок, а очки пришлись против глаз (ГП-5, ГП-5М);

– для правильного надевания ГП-7 надо взять лицевую часть обеими руками за щечные лямки так, чтобы большие пальцы захватывали их изнутри. Задержать дыхание, закрыть глаза. Затем зафиксировать подбородок в нижнем углублении обтюратора и движением рук вверх и назад натянуть наголовник на голову и подтянуть до упора щечные лямки;

– сделать полный выдох (для удаления зараженного воздуха из-под шлем-маски, если он туда попал в момент надевания), открыть глаза и возобновить дыхание;

– надеть головной убор, застегнуть сумку и закрепить ее на туловище.

Дополнительные патроны

В результате развития химической и нефтехимической промышленности в производстве увеличено применение химических веществ. Многие из них по своим свойствам вредны для здоровья людей. Их называют сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ).

С целью расширения возможностей гражданских противогазов по защите от СДЯВ для них введены дополнительные патроны (ДПГ-1 и ДПГ-3).

ДПГ-1 в комплекте с противогазом защищает от двуокиси азота, метила хлористого, окиси углерода и окиси этилена. ДПГ-3 в комплекте с противогазом защищает от аммиака, хлора, диметиламина, нитробензола, сероводорода, сероуглерода, синильной кислоты, тетраэтилсвинца, фенола, фурфурола, хлористого водорода.

Внутри патрона ДПГ-1 два слоя шихты – специальный поглотитель и гопкалит. В ДПГ-3 только один слой поглотителя. Чтобы защитить шихту от увлажнения при хранении, горловины должны быть постоянно закрытыми: наружная – с навинченным колпачком с прокладкой, внутренняя – с ввернутой заглушкой [6].

Изолирующие противогазы. Изолирующие противогазы (ИП) являются специальными средствами защиты органов дыхания, глаз и кожи лица от любых вредных примесей, находящихся в воздухе независимо от их свойств и концентраций. Они используются также в тех случаях, когда невозможно применение фильтрующих противогазов, например при наличии в воздухе очень высоких концентраций отравляющих веществ или любой вредной примеси, кислорода менее 16 %, а также при работе под водой на небольшой глубине. Виды противогазов представлены на Рис. 7.5.



ИП-4М ИП-6 ПДА-3М

Рис. 9.5. Изолирующие противогазы

Изолирующие противогазы используют в случае, когда фильтрующие противогазы не обеспечивают должной степени защиты, или когда в воздухе недостаточно кислорода. Источником кислорода в таком противогазе служит патрон, снаряженный специальным веществом. Для нужд населения выпускают ИП-4М, ИП-4МК, ИП-5, ИП-6, ИП-7, ПДА- 3М.

Действие изолирующих противогазов основано на использовании химически связанного кислорода. Они имеют замкнутую маятниковую схему дыхания: выдыхаемый воздух попадает в регенеративный патрон, вещество которое содержится в нем поглощает углекислый газ и влагу, а взамен выделяет необходимый для дыхания кислород. Затем дыхательная смесь попадает в дыхательный мешок. При вдохе газовая смесь из дыхательного мешка снова проходит через регенеративный патрон, дополнительно очищается и поступает для дыхания. Материалы, из которых изготовлены противогазы, не оказывают отрицательного воздействия на организм. Применение незапотевающих пленок, а при отрицательных температурах и утеплительных манжет сохраняет прозрачность стекол в течение всего времени работы в противогазе при любой физической нагрузке. Грантируется высокая эксплуатационная безопасность.

ИП-4М, ИП-4МК используют при авариях, стихийных бедствиях. ИП-5, ИП-6 предназначены для защиты органов дыхания, кожи лица и глаз человека в непригодной для дыхания атмосфере независимо от состава и концентрации вредных веществ в воздухе, а также при недостатке или отсутствии кислорода. Портативный дыхательный аппарат (ПДА-3М) предназначен для экстренной защиты органов дыхания, зрения и кожи лица человека в непригодной для дыхания атмосфере при эвакуации из опасной зоны, выполнении аварийных работ, а также в ожидании помощи [5].

По принципу действия изолирующие противогазы делятся на две группы: ИП-5); КИП-8).

- противогазы на основе химически связанного кислорода (ИП-4,

- противогазы на основе сжатого кислорода или воздуха (КИП-7, Исходя из принципа защитного действия, основанного на полной изоляции органов дыхания от окружающей среды, время пребывания в изолирующем противогазе зависит не от физико-химических свойств ОВ,РВ, БС и их концентраций, а от запаса кислорода и характера выполняемой работы.

Противогазы шланговые изолирующие презназначены для защиты органов дыхания, глаз и кожи человека от любых вредных примесей в воздухе независимо от их концентрации, а также для работы в условиях недостатка кислорода в воздухе рабочей зоны. Комплектуются возду- ходводящим шлангом длиной 10 или 20 м на барабане или в сумке.

Респираторы.

Респираторы представляют собой облегченное средство защиты органов дыхания от вредных газов, паров, аэрозолей и пыли (рис. 7.6).

Респираторы делятся на два типа. Первый – это респираторы, у которых полумаска и фильтрующий элемент одновременно служат и лицевой частью. Второй – это респираторы, которые очищают вдыхаемый воздух в фильтрующих патронах, присоединяемых к полумаске.



Рис. 7.6. Респираторы:

а – «Кама»; б – «Снежок»; в – У-2к; г – РП-КМ; д – Ф-62Ш; е – «Ас- тра 2»; ж – РПГ-67; з – РУ-6 Ом

Респираторы по назначению делят на следующие виды [5]:

противоаэрозольные – для защиты органов дыхания от пыли, дыма, тумана, содержащих токсичные, бактериальные и другие опасные элементы, за счет пропускания вдыхаемого воздуха через фильтр из специального материала (респираторы «Лепесток», «Кама», «Снежок-П», У-2к, «Астра-2», Ф-62ш, РПА-1 и др.). Для фильтров в таких респираторах ис- пользуют материалы типа ФП (фильтр Петрянова), обладающие высокой эластичностью, механической прочностью, большой пылеемкостью, стой- костью к химическим агрессивным веществам и прекрасными фильтрую- щими свойствами;

противогазовые – для защиты от паров и газов за счет фильтрования вдыхаемого воздуха через фильтрпатроны различных марок, различающихся составом адсорбирующего материала. При этом фильтр-патрон каждой марки защищает от газов только определенного вида (РПГ-67);

универсальные – одновременно защищают от аэрозолей и отдель- ных видов газов и паров. Респираторы имеют противоаэрозольный фильтр и сменные противогазовые патроны разных марок (РУ-60м) или противо- газовые фильтры из ионообменного волокнистого материала («Снежок- ГП», «Лепесток-Г»).

По конструктивному оформлению различают респираторы двух типов:

фильтрующие маски – их фильтрующий элемент одновременно служит лицевой частью;

патронные – самостоятельно выполненные лицевая часть и фильтрующий элемент.

По характеру вентилирования подмасочного пространства респи- раторы делят на бесклапанные (вдыхаемый и выдыхаемый воздух прохо- дит через фильтрующий элемент) и клапанные (вдыхаемый и выдыхаемый воздух движется по различным каналам благодаря системе клапанов вдоха и выдоха).

В зависимости от срока службы различают респираторы одноразо- вого (типа «Лепесток», «Кама», У-2к и т. п.) и многоразового пользования, в которых предусмотрена возможность замены фильтров или их много- кратная регенерация (Ф-62ш, «Астра-2», РУ-60м и др.).

Респираторы ШБ-1, «Лепесток-5», «Лепесток-40» и «Лепесток-200» одинаковы и представляют собой сплошную легкую полумаску- фильтр из материала ФПП (фильтрующее полотно Петрянова). В нерабо- чем состоянии респиратор имеет вид круга. Каркасность его в рабочем со- стоянии обеспечивают пластмассовая распорка и алюминиевая пластина. Плотное прилегание респиратора к лицу достигается при помощи резино- вого шнура, вшитого в периметр круга, а также благодаря электростатиче- скому заряду материала ФПП, который образует полосу обтюрации. На го- лове респиратор крепят четырьмя шнурами.

Противоаэрозольные респираторы. В качестве фильтров в респираторах используют тонковолокнистые фильтровальные материалы. Наибольшее распространение получили полимерные фильтровальные материалы типа ФП (фильтр Петрянова) благодаря их хорошей эластичности, большой пылеемкости, а главное, высоким фильтрующим свойствам. Важной отличительной особенностью материалов ФП, изготовленных из перхлорвинила и других полимеров, обладающих изоляционными свойствами, является то, что они несут электростатические заряды, которые резко повышают эффективность улавливания аэрозолей и пыли.

Респиратор противопылевый У-2К (в гражданской обороне Р-2) обеспечивает защиту органов дыхания от силикатной, металлургической, горнорудной, угольной, радиоактивной и другой пыли, от некоторых бактериальных средств, дустов и порошкообразных удобрений, не выделяющих токсичные газы и пары. Использовать респиратор целесообразно при кратковременных работах небольшой интенсивности и запыленности воздуха. Не рекомендуется применять, когда в атмосфере сильная влага.

Респиратор представляет собой фильтрующую полумаску, наружный фильтр которой изготовлен из полиуретанового поропласта зеленого цвета, а внутренняя его часть – из тонкой воздухонепроницаемой полиэтиленовой пленки, в которую вмонтированы два клапана вдоха (рис. 9.7). Клапан выдоха размещен в передней части полумаски и защищен экраном. Между поропластом и полиэтиленовой пленкой расположен второй фильтрующий слой из материала ФП. Для плотного прилегания респиратора к лицу в области переносицы имеется носовой зажим – фигурная алюминиевая пластина. Респиратор крепится при помощи регулируемого оголовья.



Рис. 7.7. Респираторы У-2К (Р-2)

Респираторы У-2К изготавливаются трех ростов, которые обозначаются на внутренней подбородочной части полумаски. Определение роста производится путем измерения высоты лица человека, т. е. расстояния между точкой наибольшего углубления переносицы и самой нижней точкой подбородка. При величине измерения от 99 до 109 мм берут первый рост, от 109 до 119 мм – второй, от 119 и выше – третий.

Принцип действия респиратора основан на том, что при вдохе воздух последовательно проходит через фильтрующий полиуретановый слой маски, где очищается от грубодисперсной пыли, а затем через фильтрующий полимерный материал (ФП), в котором происходит очистка воздуха от тонкодисперсной пыли. После очистки вдыхаемый воздух через клапаны вдоха попадает в подмасочное пространство и в органы дыхания.

При выдохе воздух из подмасочного пространства выходит через клапан выдоха наружу.

Чтобы подогнать респиратор У-2К (Р-2), нужно:

- вынуть его из полиэтиленового мешочка и проверить его исправность, надеть полумаску на лицо так, чтобы подбородок и нос разместились внутри нее, одна нерастягивающаяся тесьма оголовья располагалась бы на теменной части головы, а другая – на затылочной;
- с помощью пряжек, имеющихся на тесемках, отрегулировать их длину (для чего следует снять полумаску) таким образом, чтобы надетая полумаска плотно прилегала к лицу;
- на подогнанной надетой полумаске прижать концы носового зажима к носу.

Для проверки плотности прилегания респиратора к лицу необходимо плотно закрыть отверстия предохранительного экрана клапана выдоха ладо- нью и сделать легкий выдох. Если при этом по линии прилегания полумаски к лицу воздух не выходит, а лишь несколько раздувает респиратор, значит, он надет герметично. Если воздух проходит в области носа, то надо плотнее прижать концы носового зажима.

После снятия респиратора необходимо удалить пыль с наружной части полумаски с помощью щетки или вытряхиванием. Внутреннюю поверхность необходимо протереть и просушить, после чего респиратор необходимо вложить в полиэтиленовый пакет, который закрывается кольцом. Противоаэрозольный респиратор Ф-62Ш (однопатронный) – это средство индивидуальной защиты органов дыхания человека от различных видов промышленных пылей, он не защищает от газов, паров вредных ве- ществ, аэрозолей органических соединений. Предназначен для защиты от силикатной, металлургической, горнорудной, угольной, табачной пыли, пыли порошкообразных удобрений и интоксицидов, а также других видов пыли, не выделяющих токсичных газов. Широко применяется шахтерами. Респиратор противоаэрозольный ФА-2002

предназначен для защиты лица, глаз, органов дыхания от аэрозолей различной природы (пыль, дым, туман) при их суммарной концентрации не более 15 ПДК и при концентрации кислорода не менее 17 % (Рис. 7.8).



Ф-62Ш



ФА-2002

Рис. 7.8. Респираторы противоаэрозольные Ф-62Ш и ФА-2002

Универсальные респираторы

Газопылезащитные респираторы занимают как бы промежуточное положение между респираторами противопылевыми и противогазами. Они легче, проще и удобнее в использовании, чем противогаз. Однако защищают только органы дыхания при концентрации вредных веществ не более 10–15 ПДК. Глаза, лицо остаются открытыми. Вместе с тем такие респираторы во многих случаях довольно надежно предохраняют человека в газовой и пылегазовой среде.

Респиратор газопылезащитный РУ-60М (рис. 7.9) защищает органы дыхания от воздействия вредных веществ, присутствующих в воздухе одновременно в виде паров, газов и аэрозолей (пыли, дыма, тумана).



Рис. 7.9. Респиратор газопылезащитный (РУ-60М)

Запрещается применять эти респираторы для защиты от высокотоксичных веществ типа синильной кислоты, мышьяковистого, фосфористого, цианистого

водорода, тетраэтилсвинца, низкомолекулярных углеводородов (метан, этан), а также от веществ, которые в парогазообразном состоянии могут проникнуть в организм через неповрежденную

кожу. Респиратор РУ-60М состоит из резиновой полумаски, обтюратора, поглощающих патронов (марки А, В, КД, Г), пластмассовых манжет с клапанами вдоха, клапана выдоха с предохранительным экраном и оголовья. С этими респираторами разрешается работать в средах, где концентрация пыли не более 100 мг/м^3.

Противогазовые респираторы. Респиратор противогазовый (РПГ-

67) – это средство индивидуальной защиты, применяется на предприятиях химической, металлургической и в других отраслях производства при концентрациях вредных веществ, не превышаю-

щих 10–15 ПДК.

Газодымозащитный комплект. Статистика показывает, что пожары с большим количеством человеческих жертв чаще всего встречаются в гостиницах, театрах, универсамах, ресторанах, вечерних клубах, учебных заведениях, на предприятиях, использующих легковоспламеняю- щиеся материалы.

Помещения быстро заполняются окисью углерода и другими токсическими газами. Люди гибнут от отравлений. Чтобы защитить органы дыхания и глаза от ядовитых газов, а голову человека от огня при выходе из горящего помещения, создан специальный газодымозащитный комплект (Рис. 9.10).



Рис. 9.10 Газодымозащитный комплект

Газодымозащитный комплект (ГДЗК) состоит из огнестойкого капюшона с прозрачной смотровой пленкой. В нижней части расположена эластичная манжета.

Внутри капюшона находится резиновая полумаска, в которой закреплен фильтрующе-сорбирующий патрон с клапаном вдоха. ГДЗК имеет регулируемое оголовье. При надевании следует широко растянуть эластичную манжету и накинуть капюшон на голову так, чтобы

манжета плотно облегала шею, при этом длинные волосы заправляются под капюшон. Очки можно не снимать. ГДЗК обеспечивает защиту от окиси углерода и цианистого водорода не менее 15 мин. Сопротивление при вдохе при 30 л/мин – не более 149 Па (15 мм вод. ст). Масса 800 г. Комплект хранится в картонной коробке в пакете из трехслойной полиэтиленовой пленки.

Капюшон «Феникс» предназначен для самостоятельной эвакуации из мест возможного отравления химически опасными и вредными вещест- вами. Защищает от продуктов горения, аэрозолей, паров и газов, опасных химических веществ, образующихся при аварийных ситуациях (Рис. 9.11).

Самоспасатели СИП-1, СПИ-20, СПФ, «Экстремал ПРО» (Рис. 9.11) предназначены для индивидуальной защиты органов дыхания и зрения человека от вредного воздействия непригодной для дыхания, токсичной и задымленной газовой среды. Применяются при экстренной эвакуации людей в случае террористических актов, а также с мест пожара в общественных зданиях, на транспорте, из жилых домов и т. п.

а *б* *в* *г*



Рис. 9.11. Самоспасатели:

а – СИП-1; б – СПИ-20; в – СПФ; г – капюшон «Феникс»; д – «Экстремал ПРО».

Самоспасатель противопожарный СИП-1 предназначен для защиты органов дыхания, зрения и головы при самостоятельной эвакуации из помещений (гостиниц, высотных зданий, вагонов) во время пожара или при других аварийных ситуациях, от любых вредных веществ независимо от их концентрации и при недостатке кислорода в воздухе.

Порядок выполнения работы

1. Записать название и цель работы.
2. Законспектировать виды и назначение противогазов в виде табл. 7.3.

Таблица 7.3

Виды и назначение противогазов

Наименование и марка	Назначение, вид веществ, от которых защищает	Комплектация	Примечание*
Фильтрующие противогазы			
Гражданские			
ГП-5			
…			
… т. д.			

*В примечании указать, для каких возрастных групп предназначен, особенности мар- ки и т. п.

3. Указать правила пользования противогазами.
4. Измерить при помощи гибкого сантиметра лицевую часть головы и подобрать для себя размер противогаза ГП-5 (ГП-7) по росту.

5. Измерить при помощи гибкого сантиметра высоту своего лица и подобрать размер респиратора У-2К.

6. Показать отчет преподавателю.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность жизнедеятельности : учеб. для вузов / С. В. Белов [и др.] ; под общ. ред. С. В. Белова. – М.: Высш. шк., 2009. – 616 с.

2. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера : учеб. пособие для вузов / В. А. Акимов [и др.]. – М. : Высш. шк., 2008. – 592 с.

3. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в чрез- вычайных ситуациях : учеб. пособие для вузов / Я. Д. Вишняков [и др.]. – М. : Академия, 2008. – 304 с.

4. Емельянов В. М., Коханов В. Н., Некрасов П. А. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие для вузов. – М. : Академический проект : Трикста, 2005. – 480 с.

5. Вознесенский В. В. Средства защиты органов дыхания и кожи. Противога- зы, респираторы и защитная одежда, основы их эксплуатации : учеб. пособие. – М. : Воен. знания, 2010. – 80 с.

6. Семенов С. Н., Лысенко В. П. Проведение занятий по гражданской обороне : метод. пособие. – М. : Высш. шк., 1990. – 96 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8. ИНЖЕНЕРНАЯ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЗАЩИТА. ВИДЫ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ В НИХ

Наименование работы: Действия населения при ЧС военного характера.

Цель: изучить действия населения при ЧС военного характера при угрозе применения радиационного, химического или биологического оружия, определить применяемые средства индивидуальной защиты, обосновать выбор защитных сооружений.

Время: 4 часа

Материально-техническое обеспечение: инструкционная карта, ручка, противогаз, респиратор, ватно-марлевая повязка

Методика выполнения

Задание:

1. Изучить индивидуальные средства защиты населения.

2. Изучить виды укрытий и правила поведения в убежищах и укрытиях.

3. Изучить применение СИЗ при угрозе применения химического и биологического оружия.

4. Отчет о работе оформить в виде плана-конспекта.

5. Заполнить таблицу.

№	ЧС	Опасность	Поражающие факторы	Основные средства защиты

Ядерное оружие – самое страшное оружие современности. Поражение людей при его применении зависит от того, где они находились в момент ядерного взрыва. Наиболее эффективным средством защиты от всех поражающих факторов ядерного оружия являются убежища (укрытия). Находясь в убежищах (укрытиях), необходимо постоянно держать в готовности к немедленному использованию средства индивидуальной защиты. Средства индивидуальной защиты подразделяют на средства индивидуальной защиты

органов дыхания (СИЗОД), средства индивидуальной защиты глаз (СИЗГ), средства индивидуальной защиты кожи (СИЗК). К средствам защиты органов дыхания человека относятся противогазы (фильтрующие (рис.8.1.) и изолирующие (рис.2.)) и респираторы (рис.3.), а также простейшие средства защиты – противопыльные тканевые маски (ПТМ-1) (рис.4.) и ватно-марлевые повязки (рис.5.), изготовляемые обычно силами самого населения.

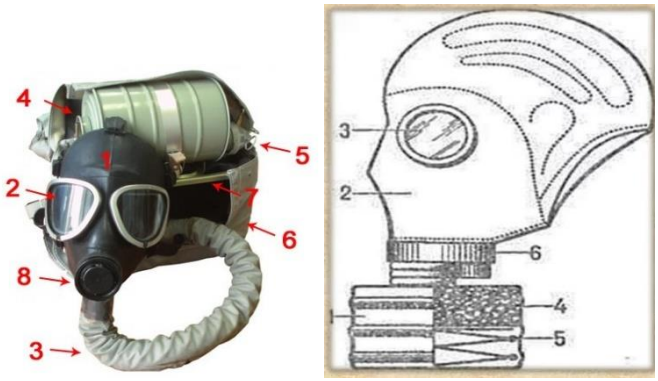


Рис. 8.1 Фильтрующий противогаз

1-фильтрующе-поглощающая коробка; 2-лицевая часть противогаза; 3-очковой узел; 4-шихга (обеспечивает поглощение паров и газов, и токсичных в-в); 5-ПАФ (противоаэрозольный фильтр); 6-клапанная коробка.



Рис.8.2. Изолирующий противогаз

1-лицевая часть, 2-очковый узел, 3-соеденительная трубка, 4-регенераторный патрон, 5-пусковое устройство патрона, 6-дыхательный мешок, 7-каркас, 8-устройство для переговоров.

Порядок надевания противогаза:

1. По команде «Газы!» задержите дыхание, не вдыхая воздух.

2. Закрыть глаза.

3. Достать противогаз из противогазной сумки, левой рукой доставая противогаз, а правой держа сумку снизу.

4. Вынуть пробку-заглушку из противогазной коробки.

5. Перед надеванием противогаза расположить большие пальцы рук снаружи, а остальные внутри.

6. Приложить нижнюю часть шлем-маски на подбородок.

7. Резко натянуть противогаз на голову снизу-вверх.

8. Выдохнуть.

9. Необходимо, чтобы после не образовалось складок, очковый узел должен быть расположен на уровне глаз.

10. Перевести сумку на бок.

Снятие:

1. По команде «Отбой!» брать за фильтровальную коробку и, потянув сверху-вниз, снять его.

2. Убрать противогаз в противогазную сумку.

3. Застегнуть пуговицы.

Таблица 8.0

Подбор размера противогаза

Обхват головы	Размер противогаза
До 63	0
63,5-65,5	1
66-68	2
68,5-70,5	3
71 и более	4

В качестве защиты органов дыхания от радиоактивной пыли и различных вредных аэрозолей могут быть использованы респираторы. Они просты в применении, малогабаритны и рассчитаны на массовое применение. Широко используются при выполнении работ, связанных с пылеобразованием.

Респиратор представляет собой фильтрующую полумаску, снабженную двумя клапанами вдоха, клапаном выхода (с предохранительным экраном), оголовьем, состоящим из эластичных растягивающихся (и не растягивающихся) тесемок, и носовым зажимом. Работать в нем можно до 12 ч

Респираторы Р-2 изготовляются трех ростов -1,2 и 3-го, которые обозначаются внутренней подбородочной части полумаски.

Простейшими средствами защиты органов дыхания человека от радиоактивной пыли и биологических средств (при действиях во вторичном облаке) являются противопыльная тканевая маска ПТМ-1 (рис.8.3).

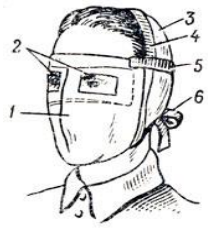


Рис.8.3. Противопыльная тканевая маска

1-корпус маски, 2-смотровые отверстия, 3-крепления, 4-резиновая тесьма, 5-поперечная резинка, 6-завязки.

И ватно-марлевая повязка (рис.8.4.) От ОВ (отравляющих веществ) они не защищают. Их изготавливает преимущественно само население. Маска состоит из корпуса и крепления. Корпус шьется из двух одинаковых по форме тканевых фильтрующих половинок, собранных на 4-5 слоев. На нем имеются смотровые отверстия со вставленными стеклами. Крепится маска на голове при помощи вставленной резинки и двух завязок.

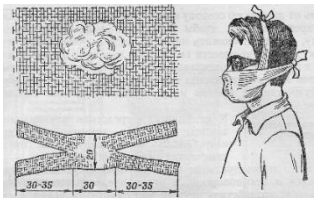


Рис.8.4. Ватно-марлевая повязка

Ватно-марлевая повязка изготовляется из куска марли размером 100 х50 см и ваты. На марлю накладывают слой ваты толщиной 2-3 см, длинной 30 см, шириной 20 см. Марлю с обеих сторон загибают и накладывают на вату. Концы марли разрезают на 30-35 см с каждой стороны, чтобы образовались две пары завязок. Марлевые повязки делают из 10-12 слоев марли. Они шьются также в виде маски, закрывающей лицо или только подбородок, нос и рот. Для защиты глаз используются противопыльные очки.



Рис.8.5.Защитные очки

К средствам индивидуальной защиты глаз (СИЗГ), в первую очередь, относятся защитные очки, предохраняющие от пыли, твердых частиц, химически неагрессивных жидкостей и газов, от слепящего яркого света, ультрафиолетового, инфракрасного излучения и от сочетания излучений указанных видов с воздействия летящих твердых частиц, а так же очкизащищающие от лазерного излучения и других опасных факторов.

К **средствам индивидуальной защиты кожи (СИЗК)** относят защитную одежду фильтрующего и изолирующего типа. К изолирующим средствам защиты кожи относятся общевойсковой комплексный защитный костюм (ОКЗК), общевойсковой защитный комплекс (ОЗК) (рис.8.6.), легкий защитный костюм (Л-1) , защитный комбинезон или костюм.

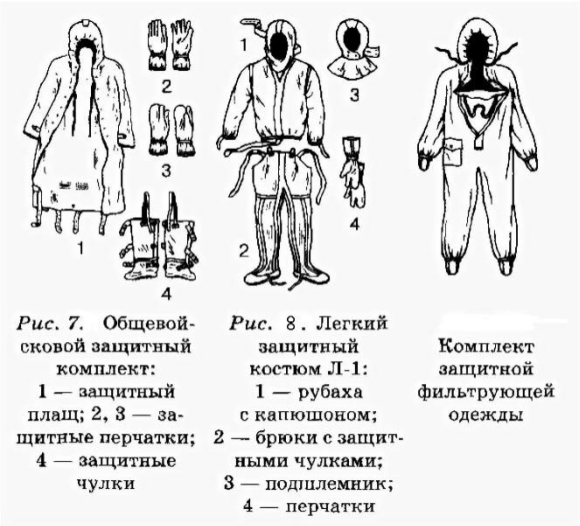


Рис. 7. Общевойсковой защитный комплект: 1 — защитный плащ; 2, 3 — защитные перчатки; 4 — защитные чулки

Рис. 8. Легкий защитный костюм Л-1: 1 — рубаха с капюшоном; 2 — брюки с защитными чулками; 3 — подшлемник; 4 — перчатки

Комплект защитной фильтрующей одежды

Рис. 8.6 Защитный костюм

Общевойсковой комплексный защитный костюм (ОЗК) предназначен для комплексной защиты от светового излучения и радиоактивной пыли, паров и аэрозолей ОВ и биологических аэрозолей. Он состоит из пропитанных специальным составом куртки, брюк, защитного белья, головного убора, подшлемника.

Простейшие средства защиты кожи применяются при отсутствии табельных средств. Может быть использована прежде всего производственная одежда (спецовка) – куртка и брюки, комбинезоны, халаты с капюшоном, сшитые из брезента, огнезащитной или прорезиненной ткани, грубого сукна. Они способны не только защищать от попадания на кожу людей радиоактивных веществ и биологических средств, но и не пропускать в течение некоторого времени капельножидких отравляющих веществ.

Обычная одежда, обработанная специальной пропиткой, может защищать и от паров отравляющих веществ. В качестве пропитки используют моющие средства или мыльно-масляную эмульсию. Основные представители неионогенных моющих средств – ОП-7 и ОП-10 (ОП-7иОП-10 - вспомогательные вещества, представляющие собой продукты обработки смеси моно- и диалкилфенолов окисью этилена. Вспомогательные вещества ОП-7 и ОП-10 относятся к неионогенным поверхностно-активным веществам. Применяются в качестве смачивающих, эмульсирующих, стабилизирующих поверхностно-активных веществ. Хорошо растворимы в воде). Синтетические моющие средства в чистом виде используются редко и служат исходным материалом для приготовления моющих средств, которые состоят из моющего вещества, активных добавок (соли фосфорной кислоты, сульфат натрия, метасиликат натрия и др.) и веществ, предохраняющих кожу (карбоксиметилцеллюлоза, дермоланы – высокомолекулярные циклические соединения, содержащие группы SO_2,NH_4,далгоны – конденсированные фосфаты).