

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра геофизики

**Авторы-составители: Кулакова Наталья Валерьевна
Семерикова Ирина Ивановна**

Рабочая программа дисциплины

СЕЙСМОРАЗВЕДКА

Код УМК 96361

Утверждено
Протокол №10
от «15» июня 2021 г.

Пермь, 2021

1. Наименование дисциплины

Сейсморазведка

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « С.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Специальность: **21.05.03** Технология геологической разведки

направленность Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Сейсморазведка** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

21.05.03 Технология геологической разведки (направленность : Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых)

ОПК.10 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

Индикаторы

ОПК.10.2 Осуществляет техническое руководство горными и взрывными работами при гражданском строительстве в условиях сейсмичности и вечной мерзлоты, в том числе при чрезвычайных ситуациях

ПК.7 Способен разрабатывать технологические нормативы на проведение геологической разведки с оценкой экономической эффективности

Индикаторы

ПК.7.1 Изучает технологические нормативы на проведение геологической разведки

ПК.7.2 Разрабатывает технологические нормативы на проведение геологической разведки с оценкой экономической эффективности

УК.1 Способен осуществлять анализ проблемных ситуаций и выработать решение на основе системного подхода

Индикаторы

УК.1.1 Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников

УК.2 Способен управлять проектом, организовывать и руководить работой команды

Индикаторы

УК.2.2 Разрабатывает план проекта в рамках поставленной задачи (цель и задачи проекта, ожидаемые результаты и их применение) и определяет необходимые для реализации проекта ресурсы

УК.3 Способен осуществлять коммуникации в рамках академического и профессионального взаимодействия на русском и иностранном языках

Индикаторы

УК.3.3 Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах

УК.3.4 Устанавливает и поддерживает контакты в академическом и профессиональном взаимодействии с использованием современных коммуникативных технологий

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	21.05.03 Технология геологической разведки (направленность: Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	5,8
Объем дисциплины (з.е.)	5
Объем дисциплины (ак.час.)	180
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	70
Проведение лекционных занятий	28
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	42
Самостоятельная работа (ак.час.)	110
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (5)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (5 триместр) Экзамен (8 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Семестр 5

Введение в предмет

Сущность сейсморазведки. Классификация методов сейсморазведки. История развития сейсморазведки. Типы реальных сред.

Основы теории упругости

Сферический источник продольных волн. Сферическая продольная волна вдали и вблизи от источника. Плоская продольная волна.

Сферический источник вращения. Сферическая поперечная волна. Волны от источника в виде сосредоточенной силы

Характеристика направленности источника. Принцип взаимности. Общее решение волнового уравнения для безграничной среды. Формула Кирхгофа. Формула Пуассона. Принцип Гюйгенса-Френеля. Принцип Ферма. Граничные условия. Отражение и преломление плоских волн. Поверхностные волны (Релея, Лява). Отражение и преломление сферических волн. Волны в градиентной среде.

Основы кинематики и динамики волн

Скорость распространения упругих волн в горных породах. Слоистость геологического разреза. Отражающие и преломляющие границы. Поглощение и рассеяние сейсмических волн. Полезные волны и помехи. Сейсмогеологические условия. Понятие поля времен. Уравнения поля времен и лучей. Поверхностный и линейный годографы. Кажущаяся скорость. Связь между полями времен и годографами. Взаимные волны.

Поле времен и годографы прямой и отраженной волн в двухслойной среде. Годографы волн, отраженных от криволинейной границы. Годографы дифрагированных волн. Годографы обменных отраженных волн. Годографы кратных отраженных волн.

Линейный годограф головной волны. Поверхностный годограф головной волны. Годографы отраженно-преломленных и преломлено-отраженных волн. Годографы головных волн от криволинейной границы. Годографы головных и отраженных волн в случае горизонтально-слоистой среды. Годографы волн в случае сброса. Годографы рефрагированных волн в средах с линейной и нелинейной зависимостью скорости от глубины. Общая характеристика волнового поля. Принципы построения модели сейсмограммы. Модель одноканальной сейсмотрассы. Модель импульсной сейсмотрассы.

Особенности годографов различных классов волн, аппаратура и методы сейсморазведки

Особенности годографов различных классов волн, аппаратура и методы сейсморазведки (метод отраженных волн, метод преломленных волн).

Особенности аппаратуры. Анализ сейсмограмм. Построение годографов прямых (ПВ) и отраженных волн (ОВ) с использованием фронтов волн. Расчет годографов отраженных волн
Виды и особенности сейсморазведочной аппаратуры. Обработка сейсмограмм, фронты отраженных волн, годографы отраженных волн, фронты преломленных волн, годографы преломленных волн, расчет вертикальных годографов, проверка принципа Ферма .

Семестр 8

Обработка и интерпретация материалов сейсморазведки

Выбор параметров полевых систем наблюдений. Обработка и приемка полевых материалов. Контроль качества полевых данных. Принципы корреляция волн на сейсмограммах и временных разрезах,

приемы фазовой, позиционной и транспозиционной корреляции. Особенности корреляции отраженных и преломленных волн. Контроль корреляции. Расчет и ввод поправок в наблюдаемые времена. Особенности скоростного строения верхней части разреза. ЗМС. Выбор уровня приведения. Статические поправки, понятие поправки за пункт возбуждения и пункт приема. Методы изучения ВЧР: микросейсмокаротаж, МПВ; способы вычисления статических поправок. Понятие о кинематических поправках и временных разрезах, определение априорных кинематических поправок. Построение временных разрезов. Анализ временных разрезов, распознавание волн, стратиграфическая привязка отражений, обнаружение разрывных нарушений и зон выклинивания. Преобразование временных разрезов в глубинные.

Получение временных и глубинных разрезов.

Последовательность выполнения основных и дополнительных процедур. Граф обработки. Горизонтальное синфазное суммирование. Кинематические поправки. Регулировка амплитуд.

Основы применяемых способов обработки и интерпретации сейсморазведочных данных: операция свертки, амплитудный спектр сейсмической трассы.

Операция свертки (конволюция) и корреляции. Амплитудный и фазовый спектры сейсмической трассы и свойства ее функции автокорреляции. Гармонические составляющие и ряд Фурье. Интеграл Фурье. Свойства преобразований Фурье. Цифровая частотная фильтрация. Конструирование цифровых фильтров во временной и частотной областях. Полосовая фильтрация. Обратная свертка (деконволюция). Верхняя часть разреза. Статические поправки и способы их определения. Расчет кинематических поправок. Скоростной анализ. Понятие спектра скоростей. Вертикальные и горизонтальные спектры скоростей. Формула Дикса. Преобразование временного сейсмического разреза во временной разрез со сносом.

Предсказание (прогнозирование) геологического разреза по характеру изменения пластовых скоростей и динамике отраженных волн.

Основные способы предсказания: по характеру изменения пластовых скоростей и динамике отраженных волн. Интерпретация годографов отраженных волн. Определение эффективных скоростей по годографам отраженных волн. Способы квадратичных координат, постоянной разности, взаимных точек. Построение отражающих границ. Способ засечек и его обобщение на случай криволинейных отражающих границ. Способ полей времен. Трудности применения анализа скоростей: криволинейность лучей, нарушения условия горизонтальной слоистости среды, явления дифракции. Определение пластовых и средних скоростей по скоростям V . Динамические свойства головных волн, возникающих на границе раздела двух упругих сред. Интерпретация годографов головных преломленных волн. Определение средних (эффективных) скоростей. Определение граничной скорости и преломляющей границы. Способ разностного годографа, способ "t0". Способ полей времен. Качественная интерпретация временных разрезов. Признаки разрывных нарушений и зон выклинивания в волновом поле. Математическое представление сейсмической трассы. Математическое сейсмо моделирование. Имитационное и интерпретационное сейсмо моделирование. Толстослоистая и тонкослоистая скоростная модель среды. Синтетические сейсмограммы. Стратиграфическая привязка отражающих горизонтов. Геологическое истолкование данных сейсморазведки. Области применения сейсморазведки. Современное положение разведочной сейсмики в ряду других геофизических методов и круг решаемых ею геологических задач. Нефтяная, рудная, гидрогеологическая и инженерная сейсмика. Морская сейсмика.

Скважинные сейсмические наблюдения и определение скоростей

Методика проведения микросейсмокаротажа, приемы обработки материалов. Методик скважинных наблюдений, освоение обработка материалов, построение вертикальных годографов, вычисление пластовых и средних скоростей. Эффективная и интервальная скорости, освоение расчет эффективных и интервальной скоростей. Способ квадратичных координат (в модификации Н.Н. Пузырева). Способ постоянной разности. Способ встречных годографов. Способ разностного годографа. Способ суммирования времен. Расчет интервальной скорости.

Обработка данных микросейсмокаротажа.

Методика проведения микросейсмокаротажа, приемы обработки материалов.

Изучение сейсмических скоростей в скважинах (интегральный сейсмокартаж).

Методика скважинных наблюдений, приемы обработки материалов. Вертикальные годографы. Пластовые и средние скорости.

Изучение эффективных и интервальных скоростей по годографам отраженных волн

Эффективные и интервальные скорости. Приемы расчета эффективных и интервальной скоростей. Способ квадратичных координат (в модификации Н.Н. Пузырева). Способ постоянной разности. Способ встречных годографов. Способ разностного годографа. Способ суммирования времен. Расчет интервальной скорости.

Особенности верхней части разреза.

Верхняя часть разреза, зона малых скоростей, зона пониженных скоростей. Статические поправки и примеры их расчета. Методика проведения работ методом преломленных волн, направленных на изучение верхней части разреза, освоение приемов обработки материалов.

Понятие верхней части разреза. Статические поправки.

Верхняя часть разреза. Зоны малых скоростей, зоны пониженных скоростей. Статические поправки и приемы их расчета.

Определение параметров верхней части разреза по методу преломленных волн.

Методика проведения работ методом преломленных волн, направленных на изучение верхней части разреза. Приемы обработки материалов.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Силаев В. А. Скважинная сейсморазведка по методу глубинного сейсмического торпедирования: монография / В. А. Силаев. - Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018, ISBN 978-5-7944-3057-8. - 1. - Библиогр.: с. 210-214 <https://elis.psu.ru/node/496989>

2. Папоротная, А. А. Полевая геофизика. Сейсморазведка и интерпретация материалов сейсморазведки : лабораторный практикум / А. А. Папоротная, С. В. Потапова. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 107 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/69416.html>

Дополнительная:

1. Хмелевской В. К., Костицын В. И. Основы геофизических методов: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 020302 "Геофизика" / В. К. Хмелевской, В. И. Костицын. - Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2010, ISBN 978-5-7944-1428-8. - 1. - Библиогр.: с. 397-399 <http://k.psu.ru/library/node/201798>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека eLIBRARY

<https://psu.bibliotech.ru/Account/LogOn/> Цифровая библиотека «Библиотех»

<https://elis.psu.ru/> Цифровая библиотека ПГНИУ

<http://library.psu.ru/node/1170> Электронно-библиотечная система IPRbooks (ЭБС IPRbooks)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Сейсморазведка** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Образовательный процесс по данной дисциплине предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
- доступ в электронную информационно-образовательной среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- 1.Офисный пакет приложений;
- 2.Приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов;
- 3.Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель);
- 4.Офисный пакет приложений «LibreOffice»;
5. Программа обработки сейсмических данных RadExPro 2013 Professional;
6. Система цифровой обработки данных 2D и 3D сейсморазведки SPS-PC (Н.А. Голярчук).

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий необходима учебная геофизическая лаборатория. Состав оборудования представлен в паспорте учебной геофизической лаборатории.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской, учебная геофизическая лаборатория. Состав оборудования представлен в паспорте учебной геофизической лаборатории.

Для самостоятельной работы используются помещения библиотеки: персональные компьютеры с доступом к локальной сети университета и доступом к интернету.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, меловой (и) или маркерной доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Сейсморазведка**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.10

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

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.10.2 Осуществляет техническое руководство горными и взрывными работами при гражданском строительстве в условиях сейсмичности и вечной мерзлоты, в том числе при чрезвычайных ситуациях</p>	<p>Знать теоретические и физические основы сейсмичности, физико-механические свойства горных пород, грунтов и вечной мерзлоты, принципы строительства на вечномерзлотных грунтах, строительные нормы и правила. Уметь использовать материалы общего, детального сейсморайонирования и сейсмического микрорайонирования, комплект карт сейсмической опасности и микросейсмичности для проектирования и строительства сейсмостойких объектов разных категорий ответственности и сроков службы. Владеть методами и способами расчета дифференцированных оценок и прогноза сейсмической опасности, интенсивности сейсмических воздействий для конкретного района строительства и обеспечения сейсмостойкого строительства.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает теоретические и физические основы сейсмичности, физико-механические свойства горных пород, грунтов и вечной мерзлоты, принципы строительства на вечномерзлотных грунтах, строительные нормы и правила. Не умеет использовать материалы общего, детального сейсморайонирования и сейсмического микрорайонирования, комплект карт сейсмической опасности и микросейсмичности для проектирования и строительства сейсмостойких объектов разных категорий ответственности и сроков службы. Не владеет методами и способами расчета дифференцированных оценок и прогноза сейсмической опасности, интенсивности сейсмических воздействий для конкретного района строительства и обеспечения сейсмостойкого строительства.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Слабо знает теоретические и физические основы сейсмичности, физико-механические свойства горных пород, грунтов и вечной мерзлоты, принципы строительства на вечномерзлотных грунтах, строительные нормы и правила. Неуверенно умеет использовать материалы общего, детального сейсморайонирования и сейсмического микрорайонирования, комплект карт сейсмической опасности и микросейсмичности для проектирования и строительства сейсмостойких объектов разных категорий ответственности и сроков службы. Затруднительно владеет методами и</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>способами расчета дифференцированных оценок и прогноза сейсмической опасности, интенсивности сейсмических воздействий для конкретного района строительства и обеспечения сейсмостойкого строительства.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Хорошо знает теоретические и физические основы сейсмичности, физико-механические свойства горных пород, грунтов и вечной мерзлоты, принципы строительства на вечномерзлотных грунтах, строительные нормы и правила. Неуверенно умеет использовать материалы общего, детального сейсморайонирования и сейсмического микрорайонирования, комплект карт сейсмической опасности и микросейсмичности для проектирования и строительства сейсмостойких объектов разных категорий ответственности и сроков службы. Уверенно владеет методами и способами расчета дифференцированных оценок и прогноза сейсмической опасности, интенсивности сейсмических воздействий для конкретного района строительства и обеспечения сейсмостойкого строительства.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Хорошо знает теоретические и физические основы сейсмичности, физико-механические свойства горных пород, грунтов и вечной мерзлоты, принципы строительства на вечномерзлотных грунтах, строительные нормы и правила. Легко оперирует этими знаниями. Уверенно умеет использовать материалы общего, детального сейсморайонирования и сейсмического микрорайонирования, комплект карт сейсмической опасности и микросейсмичности для проектирования и строительства сейсмостойких объектов разных категорий ответственности и сроков службы. Уверенно владеет методами и способами расчета дифференцированных оценок и прогноза сейсмической опасности, интенсивности сейсмических воздействий</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p align="center">Отлично</p> <p>для конкретного района строительства и обеспечения сейсмостойкого строительства.</p>

ПК.7

Способен разрабатывать технологические нормативы на проведение геологической разведки с оценкой экономической эффективности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.7.1 Изучает технологические нормативы на проведение геологической разведки</p>	<p>Знать принципы обоснования проектов комплексов технологий геологической разведки, методы обработки информации и нормативы на проведение геологической разведки для различных геолого-технических условий. Уметь подготавливать технические задания на разработку. Владеть методами анализа состояния научно-технических проблем и обоснования технических заданий на исследование проблем технологий геологической разведки путем подбора и изучения литературы и патентных источников.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает принципы обоснования проектов комплексов технологий геологической разведки, методы обработки информации и нормативы на проведение геологической разведки для различных геолого-технических условий. Не умеет подготавливать технические задания на разработку. Не владеет методами анализа состояния научно-технических проблем и обоснования технических заданий на исследование проблем технологий геологической разведки путем подбора и изучения литературы и патентных источников.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Не в полной мере знает принципы обоснования проектов комплексов технологий геологической разведки, методы обработки информации и нормативы на проведение геологической разведки для различных геолого-технических условий. Не в полной мере умеет подготавливать технические задания на разработку. Неуверенно владеет методами анализа состояния научно-технических проблем и обоснования технических заданий на исследование проблем технологий геологической разведки путем подбора и изучения литературы и патентных источников.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Знает принципы обоснования проектов комплексов технологий геологической</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>разведки, методы обработки информации и нормативы на проведение геологической разведки для различных геолого-технических условий. Не в полной мере умеет подготавливать технические задания на разработку. Хорошо владеет методами анализа состояния научно-технических проблем и обоснования технических заданий на исследование проблем технологий геологической разведки путем подбора и изучения литературы и патентных источников.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает принципы обоснования проектов комплексов технологий геологической разведки, методы обработки информации и нормативы на проведение геологической разведки для различных геолого-технических условий. Опирается этими знаниями в изменяющихся условиях. Хорошо умеет подготавливать технические задания на разработку. Хорошо владеет методами анализа состояния научно-технических проблем и обоснования технических заданий на исследование проблем технологий геологической разведки путем подбора и изучения литературы и патентных источников.</p>
<p>ПК.7.2 Разрабатывает технологические нормативы на проведение геологической разведки с оценкой экономической эффективности</p>	<p>Знать технологические процессы и режимы производства геологической разведки. Уметь разрабатывать методики и проводить теоретические и экспериментальные исследования по анализу, синтезу и оптимизации технологий геологической разведки; Владеть методиками разработок нормы выработки, технологических нормативов на проведение геологической разведки с оценкой экономической эффективности.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает технологические процессы и режимы производства геологической разведки. Не умеет разрабатывать методики и проводить теоретические и экспериментальные исследования по анализу, синтезу и оптимизации технологий геологической разведки. Не владеет методиками разработок нормы выработки, технологических нормативов на проведение геологической разведки с оценкой экономической эффективности.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Не очень хорошо знает технологические процессы и режимы производства геологической разведки. Неуверенно умеет</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>разрабатывать методики и проводить теоретические и экспериментальные исследования по анализу, синтезу и оптимизации технологий геологической разведки. Слабо владеет методиками разработок нормы выработки, технологических нормативов на проведение геологической разведки с оценкой экономической эффективности.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Хорошо знает технологические процессы и режимы производства геологической разведки. Умеет разрабатывать методики и проводить теоретические и экспериментальные исследования по анализу, синтезу и оптимизации технологий геологической разведки. Уверенно владеет методиками разработок нормы выработки, технологических нормативов на проведение геологической разведки с оценкой экономической эффективности.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Хорошо знает технологические процессы и режимы производства геологической разведки. Уверенно оперирует этими знаниями в изменяющихся условиях. Со знанием дела умеет разрабатывать методики и проводить теоретические и экспериментальные исследования по анализу, синтезу и оптимизации технологий геологической разведки. Уверенно владеет методиками разработок нормы выработки, технологических нормативов на проведение геологической разведки с оценкой экономической эффективности.</p>

УК.1

Способен осуществлять анализ проблемных ситуаций и выработать решение на основе системного подхода

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
УК.1.1 Осуществляет поиск информации,	В результате изучения дисциплины студент должен знать основные принципы	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> Студент не знает основные принципы сбора, анализа и обобщения информации,

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
производит критическую оценку надежности ее источников	сбора, анализа и обобщения информации, специфику системного подхода как метода научного исследования; уметь приобретать новые знания на основе анализа, синтеза и системного подхода; владеть навыками поиска и обработки информации.	<p>Неудовлетворител специфику системного подхода как метода научного исследования; не умеет приобретать новые знания на основе анализа, синтеза и системного подхода; не владеет навыками поиска и обработки информации.</p> <p>Удовлетворительн Студент знает на начальном уровне основные принципы сбора, анализа и обобщения информации, специфику системного подхода как метода научного исследования; умеет приобретать новые знания на основе анализа, синтеза и системного подхода лишь на начальном уровне; владеет навыками поиска и обработки информации на начальном уровне.</p> <p>Хорошо Студент знает на хорошем уровне основные принципы сбора, анализа и обобщения информации, специфику системного подхода как метода научного исследования; умеет приобретать новые знания на основе анализа, синтеза и системного подхода на хорошем уровне; владеет навыками поиска и обработки информации на хорошем уровне.</p> <p>Отлично Студент знает на отличном уровне основные принципы сбора, анализа и обобщения информации, специфику системного подхода как метода научного исследования; умеет приобретать новые знания на основе анализа, синтеза и системного подхода на отличном уровне; владеет навыками поиска и обработки информации на отличном уровне.</p>

УК.2

Способен управлять проектом, организовывать и руководить работой команды

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
УК.2.2 Разрабатывает план	Знать: методологию осуществления планирования.	Неудовлетворител Не знает: методологию осуществления

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>проекта в рамках поставленной задачи (цель и задачи проекта, ожидаемые результаты и их применение) и определяет необходимые для реализации проекта ресурсы</p>	<p>Уметь: разрабатывать текущие и перспективные планы, определять необходимые ресурсы для реализации проекта. Владеть: способностью подготовки соответствующих предложений по реализации разработанных планов.</p>	<p>Неудовлетворител планирования. Не умеет: разрабатывать текущие и перспективные планы, определять необходимые ресурсы для реализации проекта. Не владеет: способностью подготовки соответствующих предложений по реализации разработанных планов.</p> <p>Удовлетворительн Частично знает: методологию осуществления планирования. Частично умеет: разрабатывать текущие и перспективные планы, определять необходимые ресурсы для реализации проекта. Частично владеет: способностью подготовки соответствующих предложений по реализации разработанных планов.</p> <p>Хорошо Знает: методологию осуществления планирования. Умеет: разрабатывать текущие и перспективные планы. Владеет: способностью подготовки соответствующих предложений по реализации разработанных планов.</p> <p>Отлично Знает: методологию осуществления планирования. Умеет: разрабатывать текущие и перспективные планы, определять необходимые ресурсы для реализации проекта. Владеет: способностью подготовки соответствующих предложений по реализации разработанных планов.</p>

УК.3

Способен осуществлять коммуникации в рамках академического и профессионального взаимодействия на русском и иностранном языках

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
УК.3.3	Знать особенности устной	Неудовлетворител

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p>	<p>профессиональной коммуникации. Уметь создавать тексты для устной профессиональной коммуникации. Владеть навыками устного представления текстовых материалов.</p>	<p>Неудовлетворител Не знает особенности устной профессиональной коммуникации. Не умеет создавать тексты для устной профессиональной коммуникации. Не владеет навыками устного представления текстовых материалов.</p> <p>Удовлетворительн Располагает общими сведениями об особенностях устной профессиональной коммуникации. При консультативной поддержке может создавать тексты для устной профессиональной коммуникации. Частично владеет навыками устного представления текстовых материалов</p> <p>Хорошо Имеет общее представление об особенностях устной профессиональной коммуникации. Самостоятельно (при консультативной поддержке) может создавать тексты для устной профессиональной коммуникации. При консультативной поддержке владеет навыками устного представления текстовых материалов.</p> <p>Отлично Знает особенности устной профессиональной коммуникации. Умеет создавать тексты для устной профессиональной коммуникации. Владеет навыками устного представления текстовых материалов.</p>
<p>УК.3.4 Устанавливает и поддерживает контакты в академическом и профессиональном взаимодействии с использованием современных коммуникативных технологий</p>	<p>Знать особенности академической профессиональной коммуникации. Уметь создавать тексты для академической профессиональной коммуникации. Владеть навыком использования коммуникационных технологий для презентации текстов в академической профессиональной коммуникации.</p>	<p>Неудовлетворител Не знает особенности академической профессиональной коммуникации. Не умеет создавать тексты для академической профессиональной коммуникации. Не владеет навыком использования коммуникационных технологий для презентации текстов в академической профессиональной коммуникации.</p> <p>Удовлетворительн Располагает общими сведениями об особенностях академической профессиональной коммуникации. При консультативной поддержке может создавать тексты для академической</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>профессиональной коммуникации. Частично владеет навыками использования коммуникационных технологий для презентации текстов в академической профессиональной коммуникации.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Имеет общее представление об особенностях академической профессиональной коммуникации. Самостоятельно (при консультативной поддержке) может создавать тексты для академической профессиональной коммуникации. При консультативной поддержке владеет навыками использования коммуникационных технологий для презентации текстов в академической профессиональной коммуникации</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает особенности академической профессиональной коммуникации. Умеет создавать тексты для академической профессиональной коммуникации. Владеет навыком использования коммуникационных технологий для презентации текстов в академической профессиональной коммуникации.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Введение в предмет Входное тестирование	Знать основы математики и физики.
УК.1.1 Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников УК.3.3 Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах	Основы теории упругости Письменное контрольное мероприятие	Знать теоретические основы методов сейсмозаземки, условия их применения. Уметь выбирать необходимые методы исследований и методики наблюдений в зависимости от поставленных задач . Уметь осуществлять контроль качества полевого материала. Владеть техникой проведения полевых наблюдений. Владеть навыками компьютерной обработки, качественной и количественной интерпретации материалов исследований.
УК.2.2 Разрабатывает план проекта в рамках поставленной задачи (цель и задачи проекта, ожидаемые результаты и их применение) и определяет необходимые для реализации проекта ресурсы УК.3.3 Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах	Основы кинематики и динамики волн Письменное контрольное мероприятие	Знать методы определения скоростей распространения упругих волн в горных породах; слоистость геологического разреза. Владеть пониманием об отражающих и преломляющих границах Уметь определять полезные волны и помехи

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>УК.1.1 Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p>УК.2.2 Разрабатывает план проекта в рамках поставленной задачи (цель и задачи проекта, ожидаемые результаты и их применение) и определяет необходимые для реализации проекта ресурсы</p> <p>УК.3.3 Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p>УК.3.4 Устанавливает и поддерживает контакты в академическом и профессиональном взаимодействии с использованием современных коммуникативных технологий</p>	<p>Особенности аппаратуры. Анализ сейсмограмм. Построение годографов прямых (ПВ) и отраженных волн (ОВ) с использованием фронтов волн. Расчет годографов отраженных волн</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Знает что такое сейсморазведка, виды и типы волн в сейсморазведке; знает что такое геометрическое расхождение; знает что такое сейсмограмма, умеет анализировать сейсмограммы; знает что такое годограф, тыл и фронт волн, умеет строить годографы прямых (ПВ), отраженных (ОВ) и преломленных волн; знает что такое вертикальный годограф, умеет рассчитывать вертикальные годографы; знает что такое импульсная трасса, умеет рассчитывать. Знает закон Ферма, закон отражения-преломления, принцип суперпозиции полей. Имеет навыки работы в SeiSee. Умеет осуществлять контроль качества полевого материала.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Введение в предмет

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Знать основы физики.	5
Знать основы математики.	5

Основы теории упругости

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
-----------------------	-------

Сферический источник вращения. Сферическая поперечная волна. Волны от источника в виде сосредоточенной силы.	9
Сферический источник продольных волн. Сферическая продольная волна вдали и вблизи от источника. Плоская продольная волна.	8
Характеристика направленности источника. Принцип взаимности. Общее решение волнового уравнения для безграничной среды. Формула Кирхгофа. Формула Пуассона. Принцип Гюйгенса-Френеля. Принцип Ферма.	7
Граничные условия. Отражение и преломление плоских волн. Поверхностные волны (Релея, Лява). Отражение и преломление сферических волн. Волны в градиентной среде.	6

Основы кинематики и динамики волн

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает скорости распространения упругих волн в горных породах; слоистость геологического разреза.	13
Владеет знаниями об отражающих и преломляющих границах.	10
Умеет определять полезные волны и волны-помехи.	7

Особенности аппаратуры. Анализ сейсмограмм. Построение годографов прямых (ПВ) и отраженных волн (ОВ) с использованием фронтов волн. Расчет годографов отраженных волн

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
2 балла за правильный ответ на вопрос тестового задания (20 заданий в тесте)	40

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 47 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 47 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>УК.1.1 Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p>УК.2.2 Разрабатывает план проекта в рамках поставленной задачи (цель и задачи проекта, ожидаемые результаты и их применение) и определяет необходимые для реализации проекта ресурсы</p> <p>УК.3.4 Устанавливает и поддерживает контакты в академическом и профессиональном взаимодействии с использованием современных коммуникативных технологий</p> <p>УК.3.3 Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p>ПК.7.1 Изучает технологические нормативы на проведение геологической разведки</p> <p>ПК.7.2 Разрабатывает технологические нормативы на проведение геологической разведки с оценкой экономической эффективности</p> <p>ОПК.10.2 Осуществляет техническое руководство горными и взрывными работами при гражданском строительстве в условиях сейсмичности и вечной мерзлоты, в том числе при чрезвычайных ситуациях</p>	<p>Предсказание (прогнозирование) геологического разреза по характеру изменения пластовых скоростей и динамике отраженных волн.</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Владеть понятиями временных и глубинных разрезов. Знать существующие способы обработки и интерпретации сейсморазведочных данных. Знать обработку и приемку полевых материалов. Уметь ввести статические поправки. Уметь прогнозировать геологический разрез.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>УК.1.1 Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p>УК.2.2 Разрабатывает план проекта в рамках поставленной задачи (цель и задачи проекта, ожидаемые результаты и их применение) и определяет необходимые для реализации проекта ресурсы</p> <p>УК.3.4 Устанавливает и поддерживает контакты в академическом и профессиональном взаимодействии с использованием современных коммуникативных технологий</p> <p>УК.3.3 Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p>ПК.7.1 Изучает технологические нормативы на проведение геологической разведки</p> <p>ПК.7.2 Разрабатывает технологические нормативы на проведение геологической разведки с оценкой экономической эффективности</p> <p>ОПК.10.2 Осуществляет техническое руководство горными и взрывными работами при гражданском строительстве в условиях сейсмичности и вечной мерзлоты, в том числе при чрезвычайных ситуациях</p>	<p>Изучение эффективных и интервальных скоростей по годографам отраженных волн</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Знает понятия верхняя часть разреза, статические поправки. Умеет определять параметры верхней части разреза по методу преломленных волн. Умеет рассчитывать статические поправки.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>УК.1.1 Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p>УК.2.2 Разрабатывает план проекта в рамках поставленной задачи (цель и задачи проекта, ожидаемые результаты и их применение) и определяет необходимые для реализации проекта ресурсы</p> <p>УК.3.4 Устанавливает и поддерживает контакты в академическом и профессиональном взаимодействии с использованием современных коммуникативных технологий</p> <p>УК.3.3 Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p>ПК.7.1 Изучает технологические нормативы на проведение геологической разведки</p> <p>ПК.7.2 Разрабатывает технологические нормативы на проведение геологической разведки с оценкой экономической эффективности</p> <p>ОПК.10.2 Осуществляет техническое руководство горными и взрывными работами при гражданском строительстве в условиях сейсмичности и вечной мерзлоты, в том числе при чрезвычайных ситуациях</p>	<p>Определение параметров верхней части разреза по методу преломленных волн.</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Понятие первых вступлений. Годограф преломленных волн. Условия образования головных преломленных волн. Определение статических поправок по методу первых вступлений. Коррекция статических поправок. Понятие уровня (плоскости) приведения. Подошва ЗМС.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Предсказание (прогнозирование) геологического разреза по характеру изменения пластовых скоростей и динамике отраженных волн.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **35**

Проходной балл: **16**

Показатели оценивания	Баллы
Письменная контрольная работа по теме "Скважинные сейсмические наблюдения и определение скоростей в сейсморазведке"	19
Правильно выполненная лабораторная работа "Изучение эффективных и интервальных скоростей по годографам отраженных волн"	6
Правильно выполненная лабораторная работа "Изучение сейсмических скоростей в скважинах (интегральный сейсмокаротаж)"	5
Правильно выполненная лабораторная работа "Обработка данных микросейсмокаротажа"	5

Изучение эффективных и интервальных скоростей по годографам отраженных волн

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **35**

Проходной балл: **16**

Показатели оценивания	Баллы
Письменная контрольная работа по теме "Особенности верхней части разреза"	19
Правильно выполненная лабораторная работа "Понятие верхней части разреза. Статические поправки"	8
Правильно выполненная лабораторная работа "Определение параметров верхней части разреза по методу преломленных волн"	8

Определение параметров верхней части разреза по методу преломленных волн.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Определение статических поправок по методу первых вступлений.	7
Годограф преломленных волн.	6
Условия образования головных преломленных волн.	6
Понятие первых вступлений.	6
Коррекция статических поправок.	5
Понятие уровня (плоскости) приведения.	5

Подошва ЗМС.	5