

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра геофизики**

Авторы-составители: **Спасский Борис Алексеевич  
Семерикова Ирина Ивановна  
Кулакова Наталья Валерьевна  
Герасимова Ирина Юрьевна**

Рабочая программа дисциплины

**СЕЙСМОРАЗВЕДКА**

Код УМК 82217

Утверждено  
Протокол №9  
от «20» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Сейсморазведка

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

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

Направление: **05.03.01** Геология  
направленность Геофизика

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

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

**05.03.01** Геология (направленность : Геофизика)

**ПК.4** готовность выбирать технические средства для решения общепрофессиональных задач и осуществляет контроль за их применением

**ПК.9** способность к профессиональной эксплуатации современного полевого и лабораторного оборудования

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	05.03.01 Геология (направленность: Геофизика)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	8,10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	6
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	216
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	84
<b>Проведение лекционных занятий</b>	56
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	0
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	132
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (3) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (8 триместр) Экзамен (10 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### Семестр 1

#### **Введение в предмет**

Знание основ математики, физики

#### **Физико-геологические основы сейсморазведки**

Сущность сейсморазведки. Классификация методов сейсморазведки. История развития сейсморазведки.

Типы реальных сред.

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.

#### **Сейсмические волны в однородных средах**

Сущность сейсморазведки. Классификация методов сейсморазведки. История развития сейсморазведки.

Типы реальных сред.

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.

#### **Сейсмические волны в неоднородных средах**

Сущность сейсморазведки. Классификация методов сейсморазведки. История развития сейсморазведки.

Типы реальных сред.

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.

#### **Геологические основы и методы сейсморазведки**

Сущность сейсморазведки. Классификация методов сейсморазведки. История развития сейсморазведки.

Типы реальных сред.

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.

### **Поля времен и кинематика волн в двухслойных средах**

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

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.

### **Кинематика волн в многослойных и градиентных средах**

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

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.

### **Структура и моделирование волновых полей**

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

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.

### **Получение сейсморазведочных данных**

Изображение систем наблюдений. Классификация методов сейсморазведки. Методы отраженных и преломленных волн и системы наблюдений. Изображение систем наблюдений. Произвольные (площадные) системы наблюдения. Системы наблюдений в методике общей глубинной точки (многократных перекрытий). Возбуждение упругих колебаний. Выбор условий возбуждения, источники возбуждения колебаний: взрывные, ЛДШ, невзрывные источники (ударного типа и виброционные установки), их преимущества и недостатки. Возбуждение упругих колебаний на акваториях. Технология проведения полевых работ. Техника безопасности и охраны окружающей среды при проведении сейсморазведочных работ. Аналоговая сейсмическая аппаратура. Требования, предъявляемые к сейсморазведочной аппаратуре и назначение отдельных узлов. Состав сейсморегистрирующего канала (от фотозаписи до телеметрических систем). Устройство и основы теории электродинамических, электромагнитных, пьезоэлектрических сейсмоприемников. Дифференциальное уравнение, частотные и временные характеристики электродинамического сейсмоприемника и их анализ. Электромагнитное затухание колебаний в сейсмоприемниках. Характеристика направленности сейсмоприемника. Устройство и параметры современных сейсмоприемников. Группирование сейсмоприемников. Сейсмические усилители. Частотная селекция сейсмических волн. Динамический диапазон сейсмических колебаний. Программная и автоматическая регулировка усиления. Принцип действия, частотные и временные характеристики визуализаторов (гальванометров, перописцев). Аналоговая запись колебаний на магнитную пленку, способы записи. Блок - схема аналоговой сейсмической станции с магнитной регистрацией колебаний. Цифровая сейсморазведочная аппаратура. Принципы цифровой регистрации колебаний. Выбор шага квантования сигналов во времени. Блок-схема тракта записи и тракта воспроизведения цифровой сейсмической станции. Функции коммутатора каналов, преобразователя аналог-код, форматера, блока логики, усилители записи. Понятие формата записи. Типы цифровой записи информации на носителе (без возвращения к нулю, кодирования фазы). Регуляторы усиления в цифровых станциях (определитель порядка). Особенности тракта воспроизведения: Роль деформатора, блока цифровой фильтрации - регулировки усиления, электростатического печатающего устройства. Типы цифровых сейсморегистрирующих систем. Сейсморегистрирующие системы. Телеметрические системы. 3D (площадные) системы наблюдений. Сложность выполнения полевых работ линейными сейсмостанциями. Особенности состава телеметрических устройств. Дельта-сигма технологии регистрации колебаний. Цифровые сейсмоприемники.

### **Техника полевых сейсморазведочных работ**

Изображение систем наблюдений. Классификация методов сейсморазведки. Методы отраженных и преломленных волн и системы наблюдений. Изображение систем наблюдений. Произвольные (площадные) системы наблюдения. Системы наблюдений в методике общей глубинной точки (многократных перекрытий). Возбуждение упругих колебаний. Выбор условий возбуждения, источники возбуждения колебаний: взрывные, ЛДШ, невзрывные источники (ударного типа и виброционные установки), их преимущества и недостатки. Возбуждение упругих колебаний на акваториях. Технология проведения полевых работ. Техника безопасности и охраны окружающей среды при проведении сейсморазведочных работ. Аналоговая сейсмическая аппаратура. Требования, предъявляемые к сейсморазведочной аппаратуре и назначение отдельных узлов. Состав сейсморегистрирующего канала (от фотозаписи до телеметрических систем). Устройство и основы теории электродинамических, электромагнитных, пьезоэлектрических сейсмоприемников. Дифференциальное уравнение, частотные и временные характеристики электродинамического сейсмоприемника и их анализ. Электромагнитное затухание колебаний в сейсмоприемниках. Характеристика направленности сейсмоприемника. Устройство и параметры современных сейсмоприемников. Группирование сейсмоприемников.

Сейсмические усилители. Частотная селекция сейсмических волн. Динамический диапазон сейсмических колебаний. Программная и автоматическая регулировка усиления. Принцип действия, частотные и временные характеристики визуализаторов (гальванометров, перописцев). Аналоговая запись колебаний на магнитную пленку, способы записи. Блок - схема аналоговой сейсмической станции с магнитной регистрацией колебаний. Цифровая сейсморазведочная аппаратура. Принципы цифровой регистрации колебаний. Выбор шага квантования сигналов во времени. Блок-схема тракта записи и тракта воспроизведения цифровой сейсмической станции. Функции коммутатора каналов, преобразователя аналог-код, форматера, блока логики, усилители записи. Понятие формата записи. Типы цифровой записи информации на носителе (без возвращения к нулю, кодирования фазы). Регуляторы усиления в цифровых станциях (определитель порядка). Особенности тракта воспроизведения: Роль деформатора, блока цифровой фильтрации - регулировки усиления, электростатического печатающего устройства. Типы цифровых сейсморегируемых систем. Сейсморегирующие системы. Телеметрические системы. 3D (площадные) системы наблюдений. Сложность выполнения полевых работ линейными сейсмостанциями. Особенности состава телеметрических устройств. Дельта-сигма технологии регистрации колебаний. Цифровые сейсмоприемники.

### **Методика полевых сейсморазведочных работ**

Изображение систем наблюдений. Классификация методов сейсморазведки. Методы отраженных и преломленных волн и системы наблюдений. Изображение систем наблюдений. Произвольные (площадные) системы наблюдения. Системы наблюдений в методике общей глубинной точки (многократных перекрытий). Возбуждение упругих колебаний. Выбор условий возбуждения, источники возбуждения колебаний: взрывные, ЛДШ, невзрывные источники (ударного типа и виброционные установки), их преимущества и недостатки. Возбуждение упругих колебаний на акваториях. Технология проведения полевых работ. Техника безопасности и охраны окружающей среды при проведении сейсморазведочных работ. Аналоговая сейсмическая аппаратура. Требования, предъявляемые к сейсморазведочной аппаратуре и назначение отдельных узлов. Состав сейсморегируемого канала (от фотозаписи до телеметрических систем). Устройство и основы теории электродинамических, электромагнитных, пьезоэлектрических сейсмоприемников. Дифференциальное уравнение, частотные и временные характеристики электродинамического сейсмоприемника и их анализ. Электромагнитное затухание колебаний в сейсмоприемниках. Характеристика направленности сейсмоприемника. Устройство и параметры современных сейсмоприемников. Группирование сейсмоприемников. Сейсмические усилители. Частотная селекция сейсмических волн. Динамический диапазон сейсмических колебаний. Программная и автоматическая регулировка усиления. Принцип действия, частотные и временные характеристики визуализаторов (гальванометров, перописцев). Аналоговая запись колебаний на магнитную пленку, способы записи. Блок - схема аналоговой сейсмической станции с магнитной регистрацией колебаний. Цифровая сейсморазведочная аппаратура. Принципы цифровой регистрации колебаний. Выбор шага квантования сигналов во времени. Блок-схема тракта записи и тракта воспроизведения цифровой сейсмической станции. Функции коммутатора каналов, преобразователя аналог-код, форматера, блока логики, усилители записи. Понятие формата записи. Типы цифровой записи информации на носителе (без возвращения к нулю, кодирования фазы). Регуляторы усиления в цифровых станциях (определитель порядка). Особенности тракта воспроизведения: Роль деформатора, блока цифровой фильтрации - регулировки усиления, электростатического печатающего устройства. Типы цифровых сейсморегируемых систем. Сейсморегирующие системы. Телеметрические системы. 3D (площадные) системы наблюдений. Сложность выполнения полевых работ линейными сейсмостанциями. Особенности состава телеметрических устройств. Дельта-сигма технологии регистрации колебаний. Цифровые



сейсмоприемники.

### **Технология, организация и экономика сейсморазведочных работ**

Изображение систем наблюдений. Классификация методов сейсморазведки. Методы отраженных и преломленных волн и системы наблюдений. Изображение систем наблюдений. Произвольные (площадные) системы наблюдения. Системы наблюдений в методике общей глубинной точки (многократных перекрытий). Возбуждение упругих колебаний. Выбор условий возбуждения, источники возбуждения колебаний: взрывные, ЛДШ, невзрывные источники (ударного типа и виброционные установки), их преимущества и недостатки. Возбуждение упругих колебаний на акваториях. Технология проведения полевых работ. Техника безопасности и охраны окружающей среды при проведении сейсморазведочных работ. Аналоговая сейсмическая аппаратура. Требования, предъявляемые к сейсморазведочной аппаратуре и назначение отдельных узлов. Состав сейсморегистрирующего канала (от фотозаписи до телеметрических систем). Устройство и основы теории электродинамических, электромагнитных, пьезоэлектрических сейсмоприемников. Дифференциальное уравнение, частотные и временные характеристики электродинамического сейсмоприемника и их анализ. Электромагнитное затухание колебаний в сейсмоприемниках. Характеристика направленности сейсмоприемника. Устройство и параметры современных сейсмоприемников. Группирование сейсмоприемников. Сейсмические усилители. Частотная селекция сейсмических волн. Динамический диапазон сейсмических колебаний. Программная и автоматическая регулировка усиления. Принцип действия, частотные и временные характеристики визуализаторов (гальванометров, перописцев). Аналоговая запись колебаний на магнитную пленку, способы записи. Блок - схема аналоговой сейсмической станции с магнитной регистрацией колебаний. Цифровая сейсморазведочная аппаратура. Принципы цифровой регистрации колебаний. Выбор шага квантования сигналов во времени. Блок-схема тракта записи и тракта воспроизведения цифровой сейсмической станции. Функции коммутатора каналов, преобразователя аналог-код, форматера, блока логики, усилители записи. Понятие формата записи. Типы цифровой записи информации на носителе (без возвращения к нулю, кодирования фазы). Регуляторы усиления в цифровых станциях (определитель порядка). Особенности тракта воспроизведения: Роль деформатора, блока цифровой фильтрации - регулировки усиления, электростатического печатающего устройства. Типы цифровых сейсморегистрирующих систем. Сейсморегистрирующие системы. Телеметрические системы. 3D (площадные) системы наблюдений. Сложность выполнения полевых работ линейными сейсмостанциями. Особенности состава телеметрических устройств. Дельта-сигма технологии регистрации колебаний. Цифровые сейсмоприемники.

### **Особенности годографов различных классов волн, аппаратура и методы сейсморазведки**

Обработка сейсмограмм, фронты отраженных волн, годографы отраженных волн, фронты преломленных волн, годографы преломленных волн, расчет вертикальных годографов, проверка принципа Ферма

### **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.

## **Семестр 2**

### **Обработка и интерпретация материалов сейсморазведки**

Выбор параметров систем наблюдений. Приемка и обработка полевых материалов. Корреляция волн. 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.

### **Анализ полевых сейсмограмм. Проверка правильности корреляции отраженных волн**

Ознакомление со штампом сейсмограммы, маркировкой от «дневной поверхности», корреляция оси синфазности отраженной волны, построение годографа отраженной волны. Ознакомление с вариантами контроля корреляции отраженных волн, с волновой картиной, создаваемой волнами разных классов на сейсмограмме, определение параметров для волн разных классов.

### **Скважинные сейсмические наблюдения и определение скоростей**

Скважинные сейсмические наблюдения. Определение скоростей в сейсморазведке. Измерение скоростей в естественном залегании горных пород и на образцах. Сейсмокаротаж, методика работ и интерпретация данных. Вертикальное сейсмическое профилирование, особенности волновых полей, задачи ВСП и его разновидности. Метод обращенных годографов. Акустический каротаж и создание тонкослоистых скоростных моделей реальных сред. Определение скоростей по данным сейсмокаротажа средняя, интервальная и пластовая скорости. Стратиграфическая привязка отраженных волн. Эффективные скорости и способы их определения. Понятие об эффективной скорости. Определение эффективных скоростей по годографам отраженных и преломленных волн: способы одиночных годографов (квадратичных координат, постоянной разности), встречных наблюдений (встречных годографов, разностных годографов) и др. причины различия средних и эффективных скоростей. Обобщение данных о скоростях, карты скоростей, развернутые графики скоростей. Оценки погрешностей определения скоростей.

### **Обработка данных микросейсмокаротажа**

Ознакомление с методикой проведения микросейсмокаротажа, освоение приемов обработки материалов.

### **Изучение сейсмических скоростей в скважинах (интегральный сейсмокаротаж)**

Ознакомление с методикой скважинных наблюдений, освоение приемов обработки материалов, построение вертикальных годографов, вычисление пластовых и средних скоростей.

### **Изучение эффективных и интервальных скоростей по годографам отраженных волн**

Ознакомление с понятиями эффективной и интервальной скоростей, освоение приемов 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**

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 верхней части разреза. Статические поправки**

Ознакомление с понятиями верхней части разреза, зоны малых скоростей, зоны пониженных скоростей, статической поправки, освоение приемов расчета статических поправок.

### **Определение параметров верхней части разреза по методу преломленных волн**

Ознакомление с методикой проведения работ методом преломленных волн, направленных на изучение верхней части разреза, освоение приемов обработки материалов

### **Кинематическая интерпретация (определение геометрии границ)**

Расчет глубин и области применения сейсморазведки. Способы расчета глубин в МОВ: способ касательных, огибающих, полей времен,  $T_0$  (средних скоростей). Способы построения преломляющих границ: полей времен, способом  $t_0$ , встречных годографов. Построение и анализ карт изохрон, структурных и других карт и схем. Оценка точности сейсмических построений. Модификации сейсморазведки и области применения. Многоволновая сейсморазведка, особенности приема, возбуждения, обработки и интерпретации информации. Поляризационный метод. Частотные модификации сейсморазведки. Сейсморазведка высокого разрешения. Области применения сейсморазведки.

### **Кинематическая поправка**

Понятие о кинематических поправках и временных разрезах, определение априорных кинематических поправок.

### **Построение сейсмических границ**

Освоение способов построения сейсмических границ, различающихся по сложности и точности расчетов. Способ  $t_0$ . Способ полей времен. Способ засечек. Способ взаимных точек.

### **Анализ суммарных временных разрезов**

Построение временных разрезов. Анализ временных разрезов, распознавание волн, стратиграфическая привязка отражений, обнаружение разрывных нарушений и зон выклинивания. Преобразование временных разрезов в глубинные.

### **Лабораторные работы**

Выбор параметров систем наблюдений. Приемка и обработка полевых материалов. Корреляция волн. 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.

## **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. Бондарев В. И. Сейсморазведка. учебник по дисциплине "Сейсморазведка" для студентов вузов : в 3 кн. Кн. 1. Физико-математические и геологические основы сейсмической разведки/В. И. Бондарев.- Екатеринбург, 2006.-135.-Библиогр.: с. 105-108
2. 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>

### Дополнительная:

1. 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>
2. Костицын В. И., Хмелевской В. К. Геофизика: учебник/В. И. Костицын, В. К. Хмелевской.- Пермь: ПГНИУ, 2018.-427.-Библиогр.: с. 424-427 (48 назв.) <https://elis.psu.ru/node/589260>

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://lserv.deg.gubkin.ru/> Книги и учебные пособия по сейсморазведке

## **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-образовательную 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 выполнении 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 компьютера 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 и  
критерии их оценивания**

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.4</b> готовность выбирать технические средства для решения общепрофессиональных задач и осуществляет контроль за их применением</p>	<p>Знать теоретические основы методов сейсморазведки, 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.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает теоретических основ методов сейсморазведки, условия их применения. Не умеет выбирать необходимые методы исследований и методики наблюдений в зависимости от поставленных задач. Не в полной мере владеет техникой проведения полевых наблюдений. Не умеет осуществлять контроль качества полевого материала. Не владеет навыками компьютерной обработки, качественной и количественной интерпретации материалов исследований. Не умеет решать поставленные геолого-геофизические задачи.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Недостаточно знает теоретические основы методов сейсморазведки, не знает условия их применения. Не умеет грамотно выбирать необходимые методы исследований и методики наблюдений в зависимости от поставленных задач. Владет техникой проведения полевых наблюдений. Не умеет осуществлять контроль качества полевого материала. Владет основами компьютерной обработки, качественной и количественной интерпретации материалов исследований. Не умеет самостоятельно решать поставленные геолого-геофизические задачи.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает теоретические основы методов сейсморазведки, условия их применения. В зависимости от поставленных задач умеет выбирать необходимые методы исследований и методики наблюдений. Владет техникой проведения полевых наблюдений. Не умеет осуществлять контроль качества полевого материала. Знает</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>основные теоретические положения решения прямой и обратной задачи сейсморазведки. Владеет навыками компьютерной обработки, качественной и количественной интерпретации материалов исследований. Не умеет грамотно подобрать модель исследуемой среды при интерпретации. Не в полной мере умеет решать поставленные геолого-геофизические задачи.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает теоретические основы методов сейсморазведки, условия их применения. В зависимости от поставленных задач умеет выбирать необходимые методы исследований и методики наблюдений. Владеет техникой проведения полевых наблюдений. Умеет осуществлять контроль качества полевого материала. Владеет навыками компьютерной обработки, качественной и количественной интерпретации материалов исследований. На основании теоретических положений умеет грамотно подобрать и обосновать модель исследуемой среды при интерпретации. Умеет самостоятельно решать поставленные геолого-геофизические задачи.</p>
<p><b>ПК.9</b> способность к профессиональной эксплуатации современного полевого и лабораторного оборудования</p>	<p>Знать: виды и принцип действия современной сейсморазведочной аппаратуры, типы измеряемых величин. Владеть: навыками выбора аппаратуры и методиками измерения в зависимости от поставленной геологической задачи и вида полевой съемки. Уметь: проводить измерения, обрабатывать первичный полевой материал</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не владеет навыками использования современной аппаратуры</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Способен проводить измерения наземной полевой съемки. Умеет выполнять обработку первичного полевого материала, использовать нормативные правовые документы в своей деятельности</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Способен проводить измерения в ходе наземной полевой съемки. Умеет выполнять обработку первичного полевого материала. Владеет основами проектирования</p>

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>сейсморазведочных работ зависимости от поставленной геологической задачи, включающий в себя выбор современной аппаратуры. Умеет использовать нормативные правовые документы в своей деятельности</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Сформированные систематические знания профессиональной эксплуатации современного полевого и лабораторного оборудования</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**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	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Введение в предмет <b>Входное тестирование</b>	Знание основ математики и физики
<b>ПК.4</b> готовность выбирать технические средства для решения общепрофессиональных задач и осуществляет контроль за их применением	Сейсмические волны в однородных средах <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знать теоретические основы методов сейсморазведки, 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.

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.4</b> готовность выбирать технические средства для решения общепрофессиональных задач и осуществляет контроль за их применением	Структура и моделирование волновых полей <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	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.
<b>ПК.4</b> готовность выбирать технические средства для решения общепрофессиональных задач и осуществляет контроль за их применением	Получение сейсморазведочных данных <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать закон Ферма. Иметь навыки работы в SeiSee. Уметь осуществлять контроль качества полевого материала.

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

#### **Введение в предмет**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

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

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

Проходной балл: **0**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание основ физики	5
Знание основ математики	5

#### **Сейсмические волны в однородных средах**

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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знать теоретические основы методов сейсморазведки, условия их применения. Уметь выбирать необходимые методы исследований и методики наблюдений в зависимости от поставленных задач .	15
Уметь осуществлять контроль качества полевого материала. Владеть техникой проведения	15

полевых наблюдений. Владеть навыками компьютерной обработки, качественной и количественной интерпретации материалов исследований.	
---	--

### Структура и моделирование волновых полей

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. 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.	19
Правильно выполненная лабораторная работа "Анализ сейсмограмм. Построение годографов прямых (ПВ) и отраженных волн (ОВ) с использованием фронтов волн".	4
Правильно выполненная лабораторная работа "Построение с использованием фронтов волн годографа преломленной волны. Расчет вертикальных годографов T(Z) и импульсной трассы R0(t0) для X = 0".	4
Правильно выполненная лабораторная работа "Построение с использованием фронтов волн годографа преломленной волны".	4
Правильно выполненная лабораторная работа "Расчет годографов отраженных волн".	4

### Получение сейсморазведочных данных

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 пройденным лабораторным работам. Знает закон Ферма. Имеет навыки работы в SeiSee. Умеет осуществлять контроль качества полевого материала.	19
Правильно выполненная лабораторная работа "Анализ сейсмограмм в SeiSee".	8
Правильно выполненная лабораторная работа "Проверка закона Ферма".	8

**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

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.4</b> готовность выбирать технические средства для решения общепрофессиональных задач и осуществляет контроль за их применением <b>ПК.9</b> способность к профессиональной эксплуатации современного полевого и лабораторного оборудования	Обработка и интерпретация материалов сейсморазведки <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Владеть навыками обработки и интерпретации данных сейсморазведки. Знать методику проведения микросейсмокаротажа. Умение работать со штампом сейсмограммы, проводить корреляцию осей синфазности отраженной волн, строить годографы отраженных волн, определять параметры для волн разных классов.
<b>ПК.4</b> готовность выбирать технические средства для решения общепрофессиональных задач и осуществляет контроль за их применением <b>ПК.9</b> способность к профессиональной эксплуатации современного полевого и лабораторного оборудования	Скважинные сейсмические наблюдения и определение скоростей <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Владеть определением скоростей в сейсморазведке Знать сейсмокаротаж Уметь определять эффективные скорости

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.4</b> готовность выбирать технические средства для решения общепрофессиональных задач и осуществляет контроль за их применением <b>ПК.9</b> способность к профессиональной эксплуатации современного полевого и лабораторного оборудования	Кинематическая интерпретация (определение геометрии границ) <b>Итоговое контрольное  мероприятие</b>	Владеть способами построения преломляющих границ Знать способы расчета глубин в МОВ Уметь рассчитать точность структурных построений

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

#### **Обработка и интерпретация материалов сейсморазведки**

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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Умение работать со штампом сейсмограммы, проводить корреляцию осей синфазности отраженной волн, строить годографы отраженных волн, определять параметры для волн разных классов.	15
Знать методику проведения микросейсмокаротажа.	8
Владеть навыками обработки и интерпретации данных сейсморазведки.	7

#### **Скважинные сейсмические наблюдения и определение скоростей**

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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Умеет определять эффективные скорости	16
Владеет определением скоростей в сейсморазведке	10
Знает сейсмокаротаж	9

#### **Кинематическая интерпретация (определение геометрии границ)**



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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знать способы расчета глубин в МОВ	16
Владеть способами построения преломляющих границ	10
Уметь рассчитать точность структурных построений	9