

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
доцент **А.В. Козлов**

---

**Проректор по образовательной**  
**деятельности**  
**Д.Г.Петраков**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

# **ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Специалитет
<b>Специальность:</b>	21.05.02 Прикладная геология
<b>Специализация:</b>	Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых
<b>Квалификация выпускника:</b>	Горный инженер-геолог
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	д.г.-м.н. А.С. Егоров

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Геофизические методы поисков и разведки месторождений»** составлена:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «21.05.02 Прикладная геология», утвержденного приказом Минобрнауки России № 953 от 12.08.2020;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.02 Прикладная геология» специализация «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых».

Составитель: \_\_\_\_\_ докт. г.м.-н. А.С.Егоров

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры геофизических и геохимических методов поисков и разведки полезных ископаемых от 08.02.2021 г., протокол № 15.**

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.г.-м.н. Егоров А.А.

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ А.Ю. Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых» является ознакомление будущих специалистов – геологов с основами геофизических методов и их местом в общем комплексе геологических исследований. Роль геофизических методов при решении геологических задач настолько значительна, что геофизические методы применяются практически на всех стадиях геологоразведочных исследований, способствуя повышению их эффективности и снижению затрат на их проведение. Поэтому изучение теоретических основ и методики геофизических методов, а также принципов геологического истолкования геофизических материалов является важной и неотъемлемой частью обучения студентов специальности «Прикладная геология».

Студент в результате изучения курса должен освоить методы геофизики, петрофизические основы геологической интерпретации геофизических данных; принципы комплексной интерпретации геофизической информации; применение геофизических методов при поисках и разведке месторождений полезных ископаемых и в геологическом картировании.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых» относится к дисциплинам обязательной части основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.02 Прикладная геология» специализация «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых» и изучается в 9 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых», являются: Физика, Химия элементов и их соединений, Общая геология, Структурная геология, Геологическое картирование, Региональная геология, Основы учения о полезных ископаемых, Геотектоника и геодинамика.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность планировать, проектировать, организовывать геологоразведочные и горные работы, вести учет и контроль выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать	ОПК-10	ОПК-10.1. <b>Знать</b> методы и средства, связанные с планированием, проектированием и организацией геологоразведочных и горных работ.
		ОПК-10.2. <b>Уметь</b> обосновывать предложения по совершенствованию организации производства и оперативно устранять нарушения производственных процессов.
		ОПК-10.3. <b>Владеть</b> навыками руководства и вести учет и контроль выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
предложения по совершенствованию организации производства, оперативно устранять нарушения производственных процессов		
Способность проводить самостоятельно или в составе группы научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания, участвовать в научных исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов	ОПК-12	ОПК-12.1. <b>Знать</b> теоретические основы выполняемых исследований, методику работ, современную аппаратную базу и принципы интерпретации полученных данных в сфере своей профессиональной деятельности.
		ОПК-12.2. <b>Уметь</b> осуществлять научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания.
		ОПК-12.3. <b>Владеть</b> навыками проведения научных исследований объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Геофизические методы поисков и разведки месторождений» составляет 4 зачетные единицы, 144 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		9
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
Лекции	51	51
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>23</b>	<b>23</b>
Подготовка к лабораторным занятиям	18	18
Аналитический информационный поиск	5	5
<b>Вид промежуточной аттестации - экзамен</b>	<b>Э (36)</b>	<b>Э (36)</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины ак. час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, лабораторные работы и самостоятельная работа.

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
1	Сущность геофизических методов и их роль при решении геологических задач.	14	6	-	6	2
2.	Гравиразведка	10	4	-	4	2
3.	Магниторазведка.	10	4	-	4	2
4.	Сейсморазведка	15	6	-	6	3
5	Геотермические методы	4	2	-	-	2
6	Электроразведочные методы	15	6	-	6	3
7	Ядерные методы	8	2	-	4	2
8	Геофизические исследования скважин	5	3	-	-	2
9	Комплексирование геофизических методов при решении различных геологических задач	27	18	-	4	5
	<b>Итого:</b>	<b>108</b>	51	-	34	23

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Сущность геофизических методов и их роль при решении геологических задач.	<p><i>1.1. Сущность геофизических методов и их роль при решении геологических задач.</i> Два уровня геофизики: общая геофизика и разведочная геофизика. Естественные и искусственные поля Земли. Классификация геофизических методов по физическим основам, условиям проведения и задачам применения. Главные методы геофизики: гравиразведка, магниторазведка, сейсморазведка, электроразведка, радиометрия, геотермия.</p> <p><i>1.2. Получение данных, введение поправок и обработка данных</i>            Стадийность геофизических работ. Производство измерений. Введение поправок. Сигнал и помеха. Моделирование. Прямая и обратная задачи моделирования. Типы моделей. Геологическая интерпретация. Обработка данных. Анализ Фурье. Формула гармонического анализа Фурье. Особенности обработки временных сигналов. Гармонический анализ. Цифровая фильтрация. Расчет простого фильтра. Фильтрация на площади. Трансформации геофизических полей.</p>	6
2.	Гравиразведка	<i>2.1. Теоретические основы гравиметрии.</i>	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>Силы гравитации как основа формирования Вселенной, Солнечной системы и Земли. Роль гравитации в расслоении Земли на оболочки и образовании Луны. Сила ньютонова притяжения. Центробежная сила. Единицы поля силы тяжести. Расчет массы Земли. Понятие «потенциал силы тяжести». Форма Земли. Производные потенциала силы тяжести. Поправка за высоту наблюдений. Поправка за промежуточный слой. Поправка за рельеф. Аномалии силы тяжести в редукции Буге. Плотность горных пород и руд. Пористость и влажность.</p> <p><b>2.2. Гравиразведочные исследования.</b> Типы гравиметрической аппаратуры. Измерения абсолютных значений и относительные измерения силы тяжести. Принцип действия и основные технические характеристики гравиметров. Учет внешних воздействий на гравиметр. Масштабы и типы гравиметрических съемок. Опорные сети. Интерпретация гравитационных аномалий. Приемы качественной и количественной интерпретации гравитационных аномалий. Эквивалентность моделей по аномальному эффекту. Методы решения обратной задачи гравиметрии. Использование аналитических выражений для аномалий от тел простой формы. Методы особых точек и сингулярных источников. Методы решения прямой задачи гравиметрии. Геологическое истолкование материалов гравиразведки.</p>	
3.	<b>Магниторазведка.</b>	<p><b>3.1. Теоретические основы магнитометрии.</b> Свойства магнитного поля. Магнитное поле Земли. Напряженность и индукция магнитного поля. Единицы магнитного поля. Магнитный потенциал и его производные. Составляющие магнитного поля. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Точка Кюри. Механизмы намагничивания горных пород. Магнитные свойства минералов и пород.</p> <p><b>3.2. Магниторазведочные исследования.</b> Измерения магнитного поля. Принцип действия и основные технические характеристики протонных магнитометров. Масштабы и виды съемок. Обработка и представление материалов съемок. Качественная интерпретация данных магнитных съемок. Прямые и обратные задачи магниторазведки. Использование аналитических выражений для аномалий от тел простой формы. Методы особых точек и сингулярных источников.</p>	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Алгоритмы трехмерного моделирования аномальных магнитных источников. Геологическое истолкование материалов магниторазведки.	
4	<b>Сейсморазведка</b>	<p><b>4.1. Физико-геологические основы сейсморазведки.</b> Классификация методов сейсморазведки. Упругие модули. Продольные, поперечные, поверхностные волны. Частота, скорость и длина волны. Основные положения геометрической сейсмики. Принципы Гюйгенса и Ферма. Принципы суперпозиции и взаимности. Преломление, отражение и рефракция волн. Волны, используемые в сейсморазведке. Способы возбуждения сейсмических волн. Измерения сейсмических волн. Сейсмографы и геофоны. Сейсмическая томография.</p> <p><b>4.2. Метод отраженных волн (МОВ).</b> Прямая задача сейсморазведки. Годографы волн. Сейсмограммы. Кинематические и динамические характеристики сейсмических полей. Методика проведения сейсморазведки МОВ. Метод общей глубинной точки (МОВ-ОГТ, МОГТ). Способы построения сейсмического разреза по данным МОВ. Способ <math>t_0</math>. Способ засечек. Построение временных разрезов. Применение сейсморазведки МОВ, МОВ-ОГТ в поисках, разведке и эксплуатации месторождений углеводородов. Особенности трехмерной сейсморазведки. Использование МОВ-ОГТ для мониторинга извлечения углеводородов. Сейсморазведка МОВ, МОВ-ОГТ в исследованиях глубинного строения земной коры.</p> <p><b>4.3. Метод преломленных волн (МПВ).</b> Сущность метода прослеживания преломленных волн. Формирование отраженных и преломленных волн на границе двух сред. Годографы отраженных и преломленных волн. Системы наблюдений МПВ. Технологии обработки сейсмических материалов МОВ. Способы определения скоростных характеристик и построение преломляющих границ разреза. Определение скорости по встречным годографам. Применение метода преломленных волн. Методика глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ). Модель радиальной расслоенности земной коры по данным ГСЗ. Сейсмическая томография в исследованиях глубинных оболочек Земли.</p>	6
5	<b>Геотермические методы</b>	Источники внутренней тепловой энергии Земли. Базовые идеи геотермии. Кондуктивный,	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>конвективный и электромагнитный перенос тепла. Конвекция и кондукция внутри Земли.</p> <p>Тепловой поток и температура. Теплопроводность. Континентальная литосфера и радиоактивность. Теплогенерация. Температуры солидуса и ликвидуса. Магматический очаг. Геотермальная энергия, геотермальные ресурсы: натуральный пар; горячая вода; горячие сухие породы. Тепловое излучение. Радиотепловые и инфракрасные съемки.</p>	
6	<b>Электроразведочные методы</b>	<p><b>6.1. Методы сопротивлений.</b> Теоретические основы метода. Удельное электрическое сопротивление пород, руд и минералов. Отличия в проводимости пород и металлов.</p> <p>Характер прохождения электрического тока в геологической среде. Вертикальное электрическое зондирование. Расстановка Винера. Кривые двухслойных, трехслойных и многослойных сред. Ограничения в использовании ВЭЗ. Другие расстановки (Шлюмберже, дипольная, градиентная и др.) и сферы их применения. Метод заряда. Электротомография.</p> <p><b>6.2. Методы изучения полей физико-химического происхождения.</b></p> <p>Метод вызванной поляризации (ВП). Физико-геологические основы метода ВП. Мембранная поляризация. Методика и аппаратурная база съемок ВП. Поляризуемость. Интерпретация данных ВП.</p> <p>Метод естественного поля (ЕП). Физико-геологические основы метода ЕП. Методика и аппаратурная база съемок ЕП. Интерпретация данных ЕП.</p> <p><b>6.3. Электромагнитные методы.</b> Разновидности электромагнитных методов.</p> <p>Магнитотеллурические методы. Базовые положения магнитотеллурического метода. Происхождение магнитотеллурических полей. Выполнение магнитотеллурических съемок.</p> <p>Электрические и магнитные составляющие напряженности магнитотеллурического поля. Интерпретация данных магнитотеллурических съемок. Информативность метода в исследованиях глубинного строения земной коры, при поисках и разведке объектов рудного и углеводородного сырья.</p> <p>Георадиолокационные съемки. Теоретические</p>	6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		основы метода. Скорость электромагнитных волн в различных геологических средах и их диэлектрическая проницаемость. Аппаратура и методика выполнения георадарной съемки. Интерпретация данных георадиолокационных съемок. Сферы использования георадара в инженерной геологии.	
7	<b>Ядерные методы</b>	Естественные и искусственные источники радиоактивности, взаимодействие радиоактивных излучений с веществом. Способы регистрации радиоактивных излучений. Радиометрическая съемка. Основные типы радиоактивного излучения. Количество, концентрация, доза, мощность дозы, энергия гамма-излучения. Гамма-метод. <i>Полевые радиометры</i> . Гамма-спектрометр. Методика проведения наземной гамма-съемки. Особенности аэросъемки. Гамма-методы при поисках урановых месторождений и в задачах геологического картирования. Эманационная (радоновая) съемка. Ядерно-геофизические методы. Нейтронные методы. Гамма-гамма методы.	2
8	<b>Геофизические исследования скважин</b>	Назначение и главные сферы применения скважинных геофизических методов. Бурение и его влияние на породы. Классификация геофизических методов изучения скважин. Аппаратура и оборудование для комплексных геофизических исследований скважин. Методика и техника каротажных работ. Наиболее широко используемые методы каротажа: 1-измерения углов наклона пласта, наклона ствола и диаметра скважины; 2- ЕП; 3-сопротивлений; 4- радиометрический; 5- радиометрический с радиоактивными источниками (гамма-гамма-, нейтронный каротаж); 6-сейсмический; 7- температурный; 8- магнитный, 9- гравитационный. Интерпретация каротажных диаграмм. Способы истолкования результатов комплексного каротажа. Условия и область применения каротажа. Особенности каротажа скважин в нефтяной промышленности.	3
9	<b>Комплексирование геофизических методов при решении различных геологических задач</b>	Необходимость применения комплекса геофизических методов и цели комплексирования. Комплекс геофизических методов на разных стадиях геологоразведочных работ. Комплекс геофизических методов в исследованиях глубинного строения земной коры и верхней мантии. Комплексирование геофизических методов при поисках и разведке	18

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		месторождений нефти и газа. Комплексирование геофизических методов при поисках и разведке рудных и нерудных полезных ископаемых. Комплексирование геофизических методов при поисках и разведке месторождений радиоактивных полезных ископаемых. Комплексирование геофизических методов при поисках подземных вод и в инженерно-геологических исследованиях. Геофизические и геохимические методы в геоэкологических исследованиях.	
<b>Итого:</b>			<b>108</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены.

#### 4.2.4. Лабораторные и самостоятельные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Лабораторная работа №1. Ознакомление с различными видами геофизических карт и их трансформаций. Проведение линеаментного анализа карт и схем разного содержания.	6
2.	Раздел 2.	Лабораторная работа №2. Методика проведения гравитационной съемки.	4
3.	Раздел 3.	Лабораторная работа №3. Методика проведения магнитометрической съемки.	4
4	Раздел 4.	Лабораторная работа № 6. Лабораторное моделирование сейсмического профилирования методом МПВ.	6
5	Раздел 5.	Лабораторные работы не предусмотрены.	-
6	Раздел 6.	Лабораторная работа №5. Лабораторное моделирование электроразведочной съемки методом симметричного профилирования.	6
7	Раздел 7.	Лабораторная работа №4. Методика проведения радиометрической съемки.	4
8	Раздел 8	Лабораторные работы не предусмотрены.	-
9	Раздел 9	Лабораторная работа № 7. Комплексная геологическая интерпретация разнотипных геофизических данных в сечении профиля МОВ-ОГТ «Уралсейс».	4
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.5. Курсовая работа (проект)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;  
-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных работ:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;  
-обеспечить живое, творческое обсуждение учебного материала в форме дискуссии, обмена мнениями по рассматриваемым вопросам.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) являются одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. *Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости***

#### **1. *Сущность геофизических методов и их роль при решении геологических задач.***

1. Общая геофизика и разведочная геофизика.
2. Естественные и искусственные поля Земли.
3. Сферы применения и задачи геофизических методов (гравиразведка, магниторазведка, сейсморазведка, электроразведка, радиометрия, геотермия).
4. Стадийность геофизических работ.
5. Понятие о сигнале и помехе.
6. Прямая и обратная задачи геофизики.
7. Типы моделей.
8. Гармонический анализ Фурье.
9. Цифровая фильтрация.

#### **2. *Гравиразведка***

1. Роль гравитации в расслоении Земли на оболочки и образовании Луны.
2. Сила ньютонова притяжения и центробежная сила.
3. Форма Земли.
4. Поправки за высоту наблюдений, промежуточный слой и рельеф.
5. Дифференциация горных пород и руд по плотности, пористости и влажности.
6. Принцип действия и основные технические характеристики гравиметров.
7. Масштабы и типы гравиметрических съемок. Опорные сети.
8. Качественная и количественная интерпретация гравитационных аномалий.
9. Эквивалентность моделей по аномальному эффекту.
10. Методы решения прямой и обратной задач гравиметрии.

#### ***Магниторазведка***

1. Свойства магнитного поля Земли.
2. Магнитные свойства минералов пород. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики.
3. Механизмы намагничивания горных пород.
4. Измерения магнитного поля с использованием протонных магнитометров.
5. Масштабы и виды съемок.
6. Способы качественной интерпретации магнитного поля.
7. Способы количественной интерпретации аномального магнитного поля.

#### ***Сейсморазведка***

1. Типы упругих волн и их характеристики.
2. Принципы геометрической сейсмологии.
3. Способы возбуждения и регистрации сейсмических волн.
4. Сейсмограммы и годографы волн.
5. Методики наблюдений сейсморазведки МОВ.
6. Сферы применения сейсморазведки МОВ, МОВ-ОГТ.
7. Мониторинговые системы наблюдений в сейсморазведке.
8. Годографы отраженных и преломленных волн.
9. Системы полевых наблюдений МПВ.
10. Определение скорости по годографам преломленных волн.
11. Модель радиальной расслоенности земной коры по данным ГСЗ.

#### ***Геотермические методы***

1. Источники внутренней тепловой энергии Земли.
2. Конвекция и кондукция внутри Земли.
3. Геотермальная энергия и геотермальные ресурсы Земли.
4. Информативность радиотепловых и инфракрасных съемок.

#### ***Электроразведочные методы***

1. Классификация электроразведочных методов.
2. Теоретические основы метода сопротивлений.
3. Метод вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) и сферы его применения.
4. Метод электротомографии.
5. Физико-геологические основы метода ВП.
6. Аппаратурная база съемок методами сопротивлений и ВП.
7. Методика и аппаратурная база съемок естественного поля ЕП.
8. Базовые положения магнитотеллурического (МТ) метода.
9. Сферы применения метода МТ и его геологическая информативность
10. Теоретические основы метода георадиолокации..
11. Сферы применения георадиолокации в инженерной геологии.

#### ***Ядерные методы***

1. Виды радиоактивных излучений и способы их регистрации.
2. Аппаратурная база и методика радиометрической съемки.
3. Сферы прикладного применения радиометрических исследований.
4. Ядерно-геофизические методы.

#### ***Геофизические исследования скважин***

1. Главные сферы применения скважинных геофизических методов.
2. Аппаратура и оборудование для геофизических исследований скважин.
3. Наиболее широко используемые методы каротажа.
4. Интерпретация результатов комплексного каротажа.
5. Особенности каротажа скважин в нефтяной промышленности.

#### ***Комплексирование геофизических методов при решении различных геологических задач***

1. Цели и задачи комплексирования.
2. Комплекс геофизических методов в исследованиях глубинного строения земной коры и верхней мантии.
3. Комплекс геофизических методов при поисках и разведке месторождений нефти и газа.

4. Комплекс геофизических методов при поисках и разведке рудных полезных ископаемых.
5. Комплекс геофизических методов при поисках и разведке нерудных полезных ископаемых.

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов к экзамену:**

#### **1. Сущность геофизических методов и их роль при решении геологических задач.**

1. Чем различаются сферы деятельности «Общей геофизики» и «Разведочной геофизики»?
2. Какие методы используются в разведочной геофизике?
3. Каким образом можно разделить сигнал и помеху?
4. Как называется методика решения обратной задачи геофизики способами решения прямой задачи?
5. В чем достоинства и недостатки цифровой фильтрации?
6. Для чего вносятся поправки в результаты геофизических наблюдений?
7. В чем достоинства и недостатки гармонического анализа Фурье?

#### **2. Гравиразведка**

1. Какую роль играют силы гравитации в формировании галактик и звездных систем?
2. Какая сила определяет форму планеты Земля?
3. Какие поправки следует внести в наблюдаемое гравитационное поле, чтобы рассчитать поле силы тяжести в редукции Буге?
4. Как изменяется плотность горных пород в зависимости от их основности?
5. Как устроен гравиметр, в основу которого положена модель сейсмографа Голицина?
6. Главные элементы конструкции современных гравиметров компании Scintrex и их технические характеристики?
7. Для чего создаются опорные гравиметрические сети?
8. Прямая задача гравиметрии решается однозначно или нет и почему?
9. Обратная задача гравиметрии решается однозначно или нет и почему?
10. Какие дополнительные материалы следует привлечь для адекватного геологического истолкования материалов гравиразведки?

#### **Магниторазведка**

1. Как устроено магнитное поле Земли и какие геологические объекты являются его источниками?
2. В чем принципиальное отличие ферромагнетиков от диамагнетиков и парамагнетиков?
3. Укажите две основных составляющих аномалии над изолированным намагниченным телом?.
4. Какова глубинность метода магниторазведки?
5. В каких масштабах проводятся наземные магнитометрические съемки?
6. Какие параметры аномальных источников простой формы мы можем определить с использованием аналитических выражений?
7. Что означает 3D модель в магниторазведке?

#### **Сейморазведка**

1. Как перемещаются частицы геологической среды при прохождении продольных, поперечных и поверхностных волн?
2. Какие системы наблюдений используются в сейморазведке МОВ?
3. Какие волны первыми регистрируются на сейсмограмме?
4. Как соотносятся годографы отраженной, преломленной и прямой волны в двухслойной среде?
5. Как устроены сейсмографы и геофоны?
6. Что понимается под термином «сейсмическая томография»?
7. Какие динамические характеристики сейсмических полей используются в разведочной геофизике?
8. Какая сейморазведочная технология шире всего применяется в поисках, разведке и эксплуатации месторождений углеводородов.

9. Какие системы полевых наблюдений используются при проведении глубинного сейсмического зондирования?
10. В какой форме представляются результаты сейсмической томографии?

#### ***Геотермические методы***

1. В каких оболочках Земли доминируют кондуктивный, конвективный или электромагнитный перенос тепла?
2. Можно ли выполнить расчет глубины подошвы литосферы по геотермическим данным? Если да, то какие параметры оболочек Земли должны учитываться?
3. Какую модель эксплуатации геотермальных ресурсов целесообразно использовать на Камчатке?
4. Какую модель эксплуатации геотермальных ресурсов целесообразно использовать в Западной Сибири?
5. Какие приборы используются для регистрации теплового излучения Земли?

#### ***Электроразведочные методы***

1. В чем различия прохождения электрического тока в геологической среде и в металлических проводниках?
2. Как выглядят кривые зависимости удельного электрического сопротивления от параметров расстановки двухслойных, трехслойных и многослойных сред?
3. В каких задачах применяется метод заряда?
4. Какие аппаратные комплексы применяются при проведении электротомографических исследований?
5. Пространственное распределение какого физического параметра изучается методом вызванной поляризации?
6. Какими геологическими объектами создаются естественные поля?
7. Какими источниками магнитотеллурические поля?
8. Как выполняется интерпретация данных магнитотеллурических съемок.
9. Какова максимальная глубинность магнитотеллурических исследований?
10. Возможно ли использование алгоритмов сейсморазведки при обработке и интерпретации данных георадиолокационных съемок?
9. Какова глубинность георадиолокационных исследований?

#### ***Ядерные методы***

1. Какими приборами осуществляется регистрация радиоактивных излучений?
2. В чем заключается отличие гамма-спектрометра от полевого радиометра?
3. Какова глубинность наземной гамма-съемки?
4. В каких задачах применяется эманационная съемка?
5. Какие ядерно-геофизические методы используются при проведении геофизических исследований скважин и какие задачи решаются?

#### ***Геофизические исследования скважин (ГИС)***

1. Каким образом бурение влияет на околоскважинное пространство и каким образом это учитывается при интерпретации результатов ГИС?
2. Как устроены аппаратные комплексы геофизических исследований скважин?
3. Что такое инклинометрия и для чего она проводится?
4. Какие методы каротажа шире всего используют в нефтяной промышленности?
5. Какие программные комплексы используются при обработке и комплексной интерпретации данных ГИС?

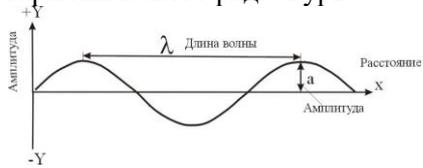
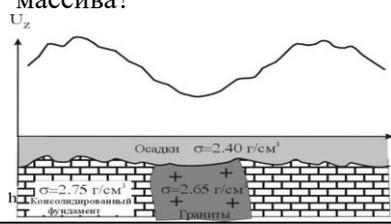
#### ***Комплексирование геофизических методов при решении различных геологических задач***

1. Какая модель земной коры учитывается в исследованиях глубинного строения земной коры и верхней мантии?
2. Какие геофизические методы наиболее информативны при поисках и разведке месторождений нефти и газа?
3. Какой комплекс геофизических методов оптимален при проведении поисков «месторождений кислой магмы»?

4. Какие геофизические методы следует использовать при изучении осадочных толщ русел рек?
5. Можно ли применять электроразведочные методы при изучении строения фундамента акваторий?
6. Какой геофизический метод наиболее эффективен при поисках кимберлитовых трубок?
7. Какой геофизический метод наиболее эффективен при проведении инженерно-геологических исследований?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

#### Вариант 1:

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Что понимается под термином «качественная геологическая интерпретация» в разведочной геофизике?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установление связей геофизических аномалий с индикаторными комплексами пород или структурно-тектоническими элементами;</li> <li>2. Определение структурных и вещественных параметров аномальных объектов на основе использования специализированных алгоритмов обработки полей;</li> <li>3. Установление статистических связей между параметрами различных геофизических полей;</li> <li>4. Введение поправок в данные инструментальных наблюдений.</li> </ol>
2.	<p>Укажите, какой формулой выражаются члены гармонического ряда Фурье.</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>Y = a \times \cos(2\pi X / \lambda)</math></li> <li>2. <math>Y = a \times \sin(\pi X / \lambda)</math></li> <li>3. <math>Y = a \times \cos(2\pi X \times \lambda)</math></li> <li>4. <math>Y = a \times \sin(2\pi X / \lambda)</math></li> </ol>
3.	<p>Какой фильтр следует использовать для выделения аномалии гранитного массива?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фильтр высоких частот;</li> <li>2. Фильтр низких частот;</li> <li>3. Полосовой фильтр;</li> <li>4. Ориентированный фильтр.</li> </ol>
4	В чем заключается принципиальное отличие разведочной геофизики от общей геофизики?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теоретические основы методов исследований;</li> <li>2. Методика исследований;</li> <li>3. Аппаратурная база исследований;</li> <li>4. Объекты исследований.</li> </ol>
5	Что понимается под термином «каротаж» в разведочной геофизике?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наземные геофизические исследования.</li> <li>2. Геофизические исследования скважин.</li> <li>3. Геофизические исследования в подземных выработках.</li> <li>4. Воздушные и космические геофизические исследования.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
6	Какая фигура принимается в гравиметрии в качестве приближения Земли, для которой рассчитано «нормальное распределение поля силы тяжести»?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сфера;</li> <li>2. Эллипсоид;</li> <li>3. Геоид;</li> <li>4. Поверхность твердой оболочки Земли.</li> </ol>
7	Что такое гравиметр?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прибор для абсолютных измерений силы тяжести;</li> <li>2. Прибор для относительных измерений силы тяжести;</li> <li>3. Прибор для измерений плотности горных пород в лабораторных условиях;</li> <li>4. Прибор для измерений намагниченности горных пород в лабораторных условиях.</li> </ol>
8	Что изучает гравirazведка?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Особенности распределения поля силы тяжести, обусловленные условиями залегания пород разной плотности;</li> <li>2. Особенности распределения магнитного поля, обусловленные условиями залегания пород разной намагниченности;</li> <li>3. Особенности прохождения искусственно созданных упругих колебаний через толщи пород с разными скоростями их прохождения;</li> <li>4. Изучение естественных температурных полей Земли.</li> </ol>
9	Плотность какой магматической породы наибольшая?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гранит;</li> <li>2. Диорит;</li> <li>3. Габбро;</li> <li>4. Перидотит.</li> </ol>
10	Как изменяется сила притяжения Земли вдоль меридиана?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нелинейно возрастает от экватора к полюсам.</li> <li>2. Уменьшается от экватора к полюсам.</li> <li>3. Практически не изменяется.</li> <li>4. Нелинейно возрастает от северного полюса к южному.</li> </ol>
11	Укажите вероятную причину существования «нормального геомагнитного поля Земли».	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ионосферные процессы;</li> <li>2. Намагнитенные породы земной коры;</li> <li>3. Магнитные массы в ядре Земли;</li> <li>4. Электрические токи в ядре Земли.</li> </ol>
12	Где расположена нижняя кромка намагнитенных горных пород?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Находится на глубине 10-20 км.</li> <li>2. Совпадает с изотермой Кюри.</li> <li>3. Совпадает с границей Мохо.</li> <li>4. Проходит по границе верхней мантии.</li> </ol>
13	Как изменяется магнитная восприимчивость интрузивных пород от основных пород к кислым?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличивается.</li> <li>2. Уменьшается.</li> <li>3. Остается неизменной.</li> <li>4. Значительно увеличивается.</li> </ol>
14	Можно ли определить радиус намагнитенной сферы по аномалии магнитного поля $\Delta T$ ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Можно при известной интенсивности намагничения.</li> <li>2. Можно, если известно направление намагнитенности.</li> <li>3. Можно без дополнительной информации.</li> <li>4. Можно, если известно положение центра масс.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
15	Что изучает сейсморазведка?	1. Особенности распределения поля силы тяжести, обусловленные условиями залегания пород разной плотности; 2. Особенности распределения магнитного поля, обусловленные условиями залегания пород разной намагниченности; 3. Особенности прохождения искусственно созданных упругих колебаний через толщи пород с разными скоростями их прохождения; 4. Изучение естественных температурных полей Земли.
16	Какой закон используется в сейсморазведке для расчета углов наклона лучей упругих волн на границах раздела слоев?	1. Закон Ома. 2. Закон Кулона. 3. Закон Снелиуса. 4. Закон Пуассона.
17	Что понимается под термином «температура солидуса»?	1. Температура, при которой парамагнетики становятся ферромагнетиками; 2. Температура начального плавления породы; 3. Температура полного плавления породы; 4. Температура на границе Мохоровичича.
18	Какой электроразведочный метод может использоваться в аэроварианте?	1. Вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ); 2. Георадар; 3. Метод вызванной поляризации; 4. Метод низкочастотного электромагнитного поля.
19	Для каких прикладных исследований в геологии и смежных дисциплинах используются свойства радиоактивного распада?	1. В исследованиях посвященных использованию геотермальной энергии Земли; 2. В радиометрической съемке и в методах радиометрического датирования; 3. В магнитометрических исследованиях; 4. В геоэлектрических исследованиях.
20	Какой из радиоактивных и ядерных методов позволяет определить концентрацию радона?	1. Эмманационная съемка. 2. Гамма метод. 3. Гамма-гамма метод. 4. Нейтрон-нейтронный метод.

### **Вариант 2**

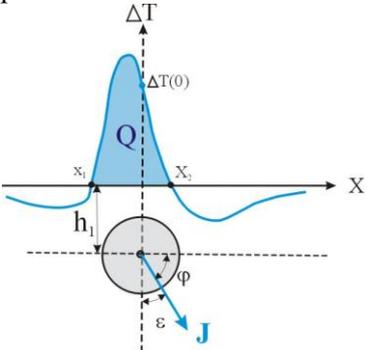
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	В пределах какого пространства магнитное поля Земли можно считать полем диполя?	1. В приповерхностной части Земли. 2. В пределах одного радиуса Земли. 3. В пределах трех радиусов Земли. 4. До бесконечности
2.	Какие источники возбуждения упругих волн в настоящее время не применяются в работах на акваториях морей и океанов	1. Взрывы в водной среде 2. Взрывы в скважинах 3. Пневмопушки 4. Невзрывные импульсные источники

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
3.	Укажите отношение скоростей распространения поперечных волн ( $V_s$ ) и продольных волн ( $V_p$ ) в кристаллических породах?	1. $0 \div 0,1$ . 2. $0,1 \div 0,3$ . 3. $0,5 \div 0,6$ . 4. $0,9 \div 1,2$ .
4	Сколько сейсмических приемников монтируется в один прибор (сейсмограф, геофон) для получения полной информации о движении волны?	1. Один; 2. Два; 3. Три; 4. Четыре.
5	Изучение каких волн обеспечивает наиболее детальное расчленение осадочного разреза?	1. Прямых; 2. Отраженных; 3. Преломленных; 4. Рефрагированных.
6	Породы какой оболочки Земли обладают максимальной радиогенной теплогенерацией?	1. Континентальная кора; 2. Океаническая кора; 3. Мантия; 4. Ядро.
7	Укажите глубину сезонных и годовых колебаний температуры за счет солнечной радиации.	1. до 0.5 м; 2. 0.9 – 1.2 м; 3. 18 – 40 м; 4. 100-150 м
8	Какая температура принимается в расчетах в качестве подошвы литосферы	1. $650^{\circ}\text{C}$ 2. $1200-1380^{\circ}\text{C}$ 3. $2500^{\circ}\text{C}$ 4. $4500^{\circ}\text{C}$
9	Какой метод электроразведки используется для поисков вкрапленных сульфидных руд?	1. Радиоволновое просвечивание; 2. Метод заряда; 3. Метод вызванной поляризации (ВП); 4. Метод естественного поля (ЕП).
10	Наименьшим удельным электрическим сопротивлением обладают:	1. Известняки. 2. Граниты. 3. Песчаники. 4. Глины.
11	Движением каких зарядов обеспечивается прохождение электрического тока горных породах?	1. Движением электронов. 2. Движением протонов. 3. Движением положительно и отрицательно заряженных ионов. 4. Движением минерализованных вод.
12	Что такое «Солнечный ветер»?	1.. Электромагнитное космическое излучение; 2. Поток плазмы, содержащий главным образом протоны и электроны; 3. Слабоионизированный плазменный поток, состоящий из смеси свободных электронов, ионов и нейтральных частиц; 4. Солнечные и магнитные бури в высших слоях ионосферы, вызванные повышенной солнечной активностью.
13	Какой из перечисленных параметров в максимальной степени влияет на понижение удельного электрического сопротивления горной породы?	1. Возрастание температуры горной породы; 2. Повышение пористости горной породы; 3. Повышение водонасыщенности горной породы; 4. Повышение минерализации подземных вод.

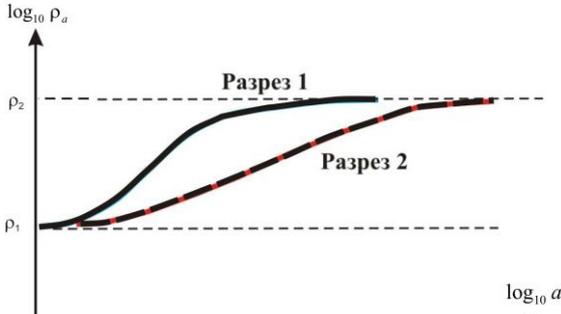
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14	Электрические аномалии естественного поля (ЕП) какой интенсивности формируются над рудными телами?	1. До 100 мВ. 2. До 1 В. 3. От 1 В до 10 В. 4. Более 10 В.
15	Какому числу соответствует «атомный номер», определяющий отнесение атома к конкретному элементу «Периодической системы Д.И.Менделеева»?	1. Число протонов в атоме; 2. Суммарное число протонов и нейтронов в атоме; 3. Число нейтронов в атоме; 4. Разность между числом нейтронов и протонов в атоме.
16	Какие породы обладают максимальной удельной активностью?	1. Граниты; 2. Габбро, базальты; 3. Ультраосновные породы (дунит, перидотит); 4. Известняки и песчаники.
17	Какова «глубинность» аэрогамма-съемки ?	1. Менее 1 метра; 2. 5-10 метров; 3. 10-30 метров; 4. 30-50 метров.
18	Каким образом обеспечивается перемещение скважинного снаряда в скважине.	1. Вручную на каротажном кабеле. 2. С использованием кабеля, блок-баланса и лебедки каротажной станции. 3. С использованием стандартного спуско-подъемного оборудования буровой установки. 4. Снаряд перемещается в буровом растворе автономно с записью информации в автоматическом режиме.
19	Укажите базовый комплекс геофизических методов на стадии поисков месторождений апатита.	1. Сейсморазведка МОВ; 2. Магниторазведка и гравиразведка; 3. Электроразведка методом сопротивлений; 4. Электроразведка ВП и МПП
20	В чем принципиальные отличия методики геоэкологической съемки от методики разведочной геофизики?	1. Профильная система наблюдений; 2. Площадная система наблюдений; 3. Мониторинговая система наблюдений; 4. Повышенная точность наблюдений.

### **Вариант 3**

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Преобладающие объемы сейсмических работ в настоящее время выполняются?	1. Методом преломленных волн; 2. Способом центрального луча; 3. Методом отраженных волн; 4. Сейсмической томографией.
2.	Что понимается под термином «прямая задача» в разведочной геофизике?	1. Построение карты геофизического поля по данным съемки; 2. Разделение наблюденного поля на разночастотные составляющие с использованием алгоритмов Фурье; 3. Вычисление параметров аномальных источников (форма, размер, плотность и др.) по геофизической аномалии; 4. Расчет геофизических аномалий по заданному распределению аномальных масс.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
3.	Какой из указанных методов не является геофизическим?	1. Геотермия. 2. Георадарная съемка. 3. Биолокация (лоза). 4. Каротаж.
4.	В рамках какого геофизического метода чаще всего применяются технологии «3D-моделирования».	1. Гравиразведка. 2. Магниторазведка. 3. Сейсморазведка. 4. Электроразведка.
5.	Что выражает формула Клеро в гравиметрии?	1. Расчет силы ньютонова притяжения на полюсе и экваторе; 2. Расчет центробежной силы на полюсе и экваторе; 3. Расчет приращения потенциала силы тяжести в любой точке поверхности Земли; 4. Расчет силы тяжести на любой широте Земли по ее значению на экваторе.
6.	Какие модели в гравиметрии называются эквивалентными?	1. Модели, имеющие одинаковую форму; 2. Модели, имеющие одинаковые значения избыточной плотности; 3. Модели, имеющие одинаковые значения объемной плотности; 4. Модели, создающие одинаковый аномальный эффект.
7.	Какой физический смысл имеет поправка Фая?	1. Пересчет «нормального значения» силы тяжести с поверхности геоида в точку наблюдений. 2. Учет наличия аномальных масс между точкой наблюдения и геоидом. 3. Учет рельефа местности, который также искажает поле; 4. Учет инструментальных погрешностей, вызванных условиями проведения съемки.
8.	Укажите источник магнитных аномалий, изучаемых в магниторазведке?	1. Ионосферные процессы; 2. Электрические токи в ядре Земли; 3. Намагниченные массы в ядре Земли; 4. Намагниченные породы земной коры.
9.	<p>Укажите формулу расчета глубины центра массы горизонтального кругового цилиндра</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>h = 2\sqrt{-x_1 \cdot x_2}</math></li> <li>2. <math>h = \frac{1}{2}\sqrt{-x_1 \cdot x_2}</math></li> <li>3. <math>h = -x_1 \cdot x_2</math></li> <li>4. <math>h = \sqrt{-x_1 \cdot x_2}</math></li> </ol>
10.	Магнитное поле Земли подобно полю намагниченного бруска, помещенному в ядре Земли, ось которого?	1. Совпадает с географической осью Земли (осью ее вращения); 2. Перпендикулярна географической оси

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		Земли (оси ее вращения); 3. Отклоняется от географической оси Земли (оси ее вращения) на 5.75 градусов; 4. Отклоняется от географической оси Земли (оси ее вращения) на 11.5 градусов.
11.	Что понимается под термином «магнитное наклонение»?	1. Угол между вектором напряженности магнитного поля и горизонтальной плоскостью; 2. Угол между плоскостями географического и магнитного меридианов; 3. Угол между вектором остаточной намагниченности и горизонтальной плоскостью; 4. Угол между направлениями на магнитный и географический полюса.
12.	На какой угол ось магнитного поля отклоняется от географической оси?	1. Они совпадают. 2. $5.5^{\circ}$ 3. $11.5^{\circ}$ 4. $22^{\circ}$
13.	Что понимается под «кратностью перекрытия» в сейсморазведке?	1. Протяженность сейсмической приемной косы; 2. Соотношение число сейсмоприемников и источников упругих волн; 3. Характер взаимного расположения источников и приемников упругих волн; 4. Число перекрытий интервалов наблюдений при разном положении источник-приемная линия.
14	Годограф какой волны описывается уравнением $t = \frac{x}{V_1}$ ?	1. Прямой волны. 2. Преломленной волны. 3. Отраженной волны. 4. Проходящей волны.
15	Какие факты указывают на жидкое состояние внешнего ядра Земли?	1. Пониженные значения скорости продольных волн $V_p$ ; 2. Пониженные значения скорости поперечных волн $V_s$ ; 3. Пониженные значения скорости продольных волн $V_p$ и отсутствие поперечных волн $V_s$ ; 4. Пониженные (менее 100 Ом • м) значения удельного электрического сопротивления.
16	Что понимается под термином «сейсмический луч»?	1. Сферическая поверхность сжатия, распространяющаяся от источника сейсмических колебаний; 2. Трасса, пройденная бесконечно малой частью фронта волны в рассматриваемый интервал времени; 3. Очень короткая серия сейсмических волн; 4. Прямолинейный отрезок, соединяющий точку возбуждения сейсмических волн и точку их приема.
17	Укажите глубину суточных колебаний	1. до 0.5 м;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	температуры за счет солнечной радиации.	2. 0.9 – 1.2 м; 3. 18 – 40 м; 4. 100-150 м.
18	Укажите, как изменяется температура пород верхней коры континентов с увеличением глубины ?	1. Температура не изменяется; 2. Температура увеличивается с градиентом $\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}/\text{км}$ ; 3. Температура увеличивается с градиентом $25-30^{\circ}\text{C}/\text{км}$ ; 4. Температура увеличивается с градиентом более $100^{\circ}\text{C}/\text{км}$
19	Изменение какого параметра измерительной электроразведочной установки позволяет повысить детальность электропрофилирования?	1. Увеличение тока в цепи АВ. 2. Увеличение разности питающей (токовой) линии. 3. Уменьшение разности питающей (токовой) линии. 4. Уменьшение разности приемной линии MN.
20	Какие заключения можно сделать о параметрах двух геоэлектрических разрезов, изученных методом ВЭЗ? 	1. Разрезы – двухслойные с одинаковыми $\rho_k$ верхнего и нижнего слоев; мощность верхнего слоя разреза №1 меньше мощности верхнего слоя разреза №2. 2. Разрезы – двухслойные с одинаковыми $\rho_k$ верхнего и нижнего слоев; мощность верхнего слоя разреза №1 больше мощности верхнего слоя разреза №2. 3. Разрезы – двухслойные: $\rho_k$ верхнего слоя разреза №1 больше $\rho_k$ верхнего слоя разреза №2; мощности верхних слоев равны. 4. Разрезы – трехслойные; $\rho_k$ верхнего и среднего слоев равны; мощность верхнего слоя разреза №1 меньше мощности верхнего слоя разреза №2.

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения</b>	<b>Углубленный уровень освоения</b>	<b>Продвинутый уровень освоения</b>
	<b>«3» (удовлетворительно)</b>	<b>«4» (хорошо)</b>	<b>«5» (отлично)</b>
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

**Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:**

<b>Количество правильных ответов, %</b>	<b>Оценка</b>
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Рекомендуемая литература**

#### **7.1.1. Основная литература**

1. Егоров А.С., Глазунов В.В., Сысоев А.П. Геофизические методы поисков и разведки месторождений. Электрон. текстовые данные. Регистрационное свидетельство № 45680, № государственной регистрации обязательного экземпляра электронного издания – 0321602335. СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2016.— 276 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=71693>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР».

2. Комплексование геофизических методов: Учебное пособие / А.С.Егоров, И.Б.Мовчан; Санкт-Петербургский горный университет. СПб, 2021. 117 с.

#### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Геофизические исследования скважин [Электронный ресурс]: Справочник мастера по промышленной геофизике/ Н.Н. Богданович [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2013.— 960 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=13536>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР»

2. Гончаров С.А. Физика горных пород. Физические явления и эффекты в практике горного производства [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Гончаров С.А., Пашенков П.Н., Плотникова А.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2016.— 27 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=56585>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР»

3. Егоров А.С. Физика Земли: учебник. Санкт-Петербург, 2015. Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Регистрационное свидетельство № 43546, № государственной регистрации обязательного экземпляра электронного издания – 03211600201. <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=71707>

4. Логачев А.А., Захаров В.П. Магниторазведка. - Л.: Недра, 1979.

5. Лукьянов В.Г. Технология поисково-разведочных работ [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Лукьянов В.Г., Панкратов А.В., Шмурыгин В.А.— Электрон. текстовые

данные.— Саратов: Профобразование, 2017.— 548 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=66401>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР»

6. Новиков Г.Ф. Радиометрическая разведка: Учебник для вузов. Л.: Недра, 1989.

7. Соколенко Е.В. Общий курс полевой геофизики. Часть 1 [Электронный ресурс]: Лабораторный практикум/ Соколенко Е.В., Керимов А.-Г.Г.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015.— 107 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=63108>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР»

8. Телегин А. Н. Сейсморазведка методом преломленных волн. – СПб: Изд-во С.-Петербур. Унта, 2004.- 187 с.

9. Телегин А.Н. Методика и технология сейсморазведочных работ методом отраженных волн: Учебное издание. Санкт-Петербургский государственный горный ин-т (технический университет), СПб, 2010. 83 с.+ 5 вклеек.

9. Якушев В.М. Электроразведка. Часть 1 [Электронный ресурс]: Лабораторный практикум/ Якушев В.М., Керимов А.-Г.Г., Якушев А.В.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015.— 88 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=63162>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР»

10. *Kearey P., Brooks M., Hill I.* An introduction to geophysical exploration. John Wiley & Sons, 06.05.2002:262 p.[http://fac.ksu.edu.sa/sites/default/files/AN\\_INTRODUCTION\\_TO\\_GEOPHYSICAL\\_EXPLORATION\\_brooks\\_0\\_0.pdf](http://fac.ksu.edu.sa/sites/default/files/AN_INTRODUCTION_TO_GEOPHYSICAL_EXPLORATION_brooks_0_0.pdf)

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Геофизические методы поисков и разведки месторождений . Методические указания для самостоятельной работы. [Электронный ресурс [ior.spmi.ru](http://ior.spmi.ru)]/ Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: А.С.Егоров. СПб, 2018.

2. Методические указания для подготовки к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика Земли». [Электронный ресурс [ior.spmi.ru](http://ior.spmi.ru)]/ Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: А.С.Егоров. СПб, 2018.

### **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>

3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>

4. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).

5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

9. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.

10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/)

11. Термические константы веществ. Электронная база данных: <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>

12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/>

13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <https://www.rsl.ru/>

14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)

16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт». <http://rucont.ru/>

17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

**Аудитории для проведения лекционных занятий.** 65 посадочных мест. Стол Canvaro ASSMANN (Тип 1,2). – 14 шт., стул 7874 A2S оранжевый цвет – 65 шт., кресло 9335 A2S цвет натуральное дерево светлое – 1 шт., тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Vitaco ASSMANN Тип 1 – 1 шт., доска магнитно-маркерная с эмалевым покрытием Magnetoplan CC 2000x1000 – 1 шт., трибуна – 1 шт., плакаты в рамках – 4 шт., мобильный интерактивный комплекс – 1 шт..

Программное обеспечение: Операционная система Microsoft Office 2007, Kaspersky Endpoint Security для Windows. Доступ к сети Интернет.

В учебном процессе используется комплект демонстрационных материалов по курсу «Физика Земли».

В учебном процессе используется комплект демонстрационных материалов по курсу «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых»

**Аудитории для проведения лабораторных занятий.** 16 посадочных мест. Стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN - 9 шт., тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Vitaco ASSMANN Тип 1 – 1 шт., кресло 9335 A2S – 17 шт., доска магнитно-маркерная с эмалевым покрытием Magnetoplan CC 2000x1000 – 1 шт., шкафчик для раздевалки «Экспресс 5» с замками – 5шт., монитор Dell 23 Monitor - S2319H – 17 шт., рабочая станция Precision 3630 Tower CTO BASE – 8 шт., системный блок OPTIPLEX 7060 Tower XCTO – 9 шт., лазерный принтер A4 Xerox Phaser 3610DN – 1 шт., огнетушитель ОУ-3 – 1 шт., плакаты в рамках – 4 шт.

Программное обеспечение: Операционная система Microsoft Office 2007, Kaspersky Endpoint Security для Windows, доступ к сети Интернет.

Система обработки инженерных сейсмических данных МПВ, ОГТ, ВСП, RadExProPlus Advanced ГК № 428-04/11 от 28.04.2011 ООО «Деко-сервис;» 1 лицензионный ключ на 12 рабочих мест.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники».

Surfer: ГК №1142912/09 от 04.12.2009 «На поставку программного обеспечения».

CorelDRAW Graphics Suite X5: Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения».

Программный продукт «КОСКАД 3D» (компьютерная технология статистического и спектрально-корреляционного анализа данных): Д № 34/06 от 15.06.2006 ООО «РЕСУРС»

Система томографической обработки сейсмических материалов «X-Томо»: ГК № 11/06-И-О от 15.08.2006 ООО «Икс-ГЕО».

Система обработки и интерпретации геоэлектрических данных (метод сопротивления и ВП) в 2-х мерном и 3-х мерном вариантах RES2DINV/RES3DINV: ГК № 10/06-И-О от 15.08.2006.

Пакет программ для интерпретации данных ВЭЗ и ВП и расчёта геоэлектрических разрезов и полей: ГК № 9/06-И-О от 15.08.2006 ООО «Геоскан-М».

Программное обеспечение для обработки георадарных данных RadExplorer: ГК № 8/06-И-О от 15.08.2006 ООО «Деко-Геофизика».

Программа экспресс-интерпретации данных импульсной индуктивной электроразведки в классе горизонтально-слоистых моделей EM Date Processor 1D (EMDP): Д № 9 от 08.12.2009 ООО «Сибгеотех».

Система обработки инженерных сейсмических данных МПВ, ОГТ, ВСП, RadExProPlus Advanced: ГК428-04/11 от 28.04.2011 ООО «Деко-сервис».

Программное обеспечение 2-х мерной и 3-х мерной интерпретации геофизических полей, моделирования и визуализации геологических данных в 1-, 2-х и 3х мерном пространствах: ГК338-05/11 от 16.05.2011 ООО «ЭСТИ МАП».

Пакет программ обработки и интерпретации электроразведочных данных в 2D и 3D версиях: ГК427-04/11 от 22.04.2011 ООО «ГеоГет».

Пакет программ для специализированной обработки геофизических полей и задач геологического и прогнозо-минерагенического анализа комплекса геолого-геофизических данных «ГИС-ИНТЕГРО-ГЕОФИЗИКА»: ГК697-08/11 от 09.08.2011 ФГУП ГНЦ РФ «ВНИИГеосистем».

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» , Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» , Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 ,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 .

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт.,

перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 7 Professional (Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования», ГК №959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники», ГК №447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования», ГК №984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования», ГК №671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Договор №1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор №1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования».

2. Microsoft Office 2007 Standard (Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

3. Microsoft Windows XP Professional (Microsoft Open License 16020041 от 23.01.2003, Microsoft Open License 16581753 от 03.07.2003, Microsoft Open License 16396212 от 15.05.2003, Microsoft Open License 16735777 от 22.08.2003, Microsoft Open License 45369730 от 16.04.2009, ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования», ГК № 1200-12/09 от 10.12.09 «На поставку компьютерного оборудования», ГК № 1246-12/08 от 18.12.08 «На поставку компьютерного оборудования и программного обеспечения», ГК № 1196-12/08 от 02.12.2008 «На поставку программного обеспечения».