

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.О. декана Геологического факультета
чл.-корр. РАН _____/Н.Н.Еремин/
« ___ » _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Геофизические методы исследования

Geophysical exploration methods

Авторы-составители: Хмелевской В.К., Попов М.Г., Степанов П.Ю., Шевнин В.А.

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки:

05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Гидрогеология, инженерная геология, геокриология

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва 2022

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*).

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В. Ломоносова от ____
_____ 2022 года (протокол №__).

Год приема на обучение: 2022

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Целью дисциплины «Геофизические методы исследований» является получение общих фундаментальных знаний о всех геофизических методах исследования (гравиразведка, магниторазведка, электроразведка, сейсморазведка, ядерная геофизика, терморазведка, геофизические исследования скважин), понимание места, роли и возможности каждого геофизического метода при решении задач гидрогеологии, инженерной геологии и геокриологии, освоение принципов и основных методов интерпретации различных геофизических полей.

Задачи дисциплины «Геофизические методы исследований» состоят в получении физико-математических основ геофизических методов, освоении технологии различных геофизических наблюдений, практическом освоении приемов качественной и количественной интерпретации данных геофизических съемок.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе дисциплины «Геофизические методы исследований» рассмотрены физико-математические и геологические основы, принципы решения прямых и обратных задач, общие сведения об аппаратуре, технологии проведения полевых работ, приемы обработки и интерпретации материалов, условия и области применения основных методов разведочной и скважинной геофизики – гравиразведки, магниторазведки, электроразведки, сейсморазведки, ядерной геофизики, терморазведки и геофизических исследований скважин (ГИС) при решении различных задач геологии.

Во время лабораторных занятий студенты знакомятся с расчетными методами решения прямой и обратной задач сейсморазведки, гравиразведки, магниторазведки и электроразведки.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП – дисциплина «Геофизические методы исследования» относится к профильному блоку вариативной части, является обязательной дисциплиной. Курс – II, семестр – 3.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Общая геология», «Физика», «Химия», «Высшая математика», «Информатика», «ГИС в геологии» и др.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями
ОПК-1.Б Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач (формируется частично).	Б.ОПК-1. И-2. Использует базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле в профессиональной деятельности.	<i>Знать:</i> фундаментальные физико-математические основы геофизических методов, области применения геофизических методов.
ОПК-3Б Способен решать стандартные	Б.ОПК-3. И-1. Использует типовые	<i>Уметь:</i> решать прямые и обратные

задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично).	подходы и методы при решении задач профессиональной деятельности. Б.ОПК-3. И-3. Владеет базовыми навыками обработки и интерпретации информации при решении стандартных задач профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки.	задачи основных методов геофизики для относительно простых физико-геологических моделей среды, определять возможности геофизических методов при решении конкретных геологических задач.
ОПК-4.Б Способен применять методы сбора, обработки и представления полевой геологической для решения стандартных профессиональных задач (формируется частично).	Б.ОПК-4. И-1. Владеет навыками использования современных методов полевых геологических работ.	Владеть: навыками постановки геофизической задачи, основами технологии геофизических съемок, основными элементами качественной и количественной интерпретации геофизических данных.
ПК-2.Б Способен в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в получении и интерпретации информации (в соответствии с профилем подготовки) (формируется частично).	Б.ПК-2. И-2. Владеет навыками по обработке полученных результатов согласно требованиям, принятым в профессиональном сообществе.	Владеть: основами технологии геофизических съемок, основными элементами качественной и количественной интерпретации геофизических данных.

4. Объем дисциплины составляет 5 з.е., в том числе 90 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (36, 18 практических, 36 семинаров), 90 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.)

6. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, Форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>				Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>				
		Занятия лекционного типа	Занятия практического типа	Занятия семинарского типа	Всего	Расчетно-графические работы	Работа с литературой	Подготовка реферата	Подготовка к контрольно	Всего
Введение	2	2			2					
Гравиразведка	15	4	4	6	14	2	8			10 Собеседование
Магниторазведка	16	4	4	6	14	2	8		4	14 Собеседование Контрольная
Электроразведка	22	8	4	8	20	4	8		4	16 Собеседование Контрольная
Сейсморазведка	22	8	6	6	20	4	10		4	18 Собеседование Контрольная
Ядерная геофизика	3	1		1	2		4			4
Терморазведка	3	1		1	2		4			4
ГИС	7	2		4	6		4			4
Комплексирование	9	4		4	8		4			4
Геологические задачи	3	2			2		4			4
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>	12	<i>Устный экзамен</i>					12			
Итого	180	90					90			

Содержание лекций и семинаров

Содержание лекций

1. Введение.

Место общей и разведочной геофизики среди других естественно-научных фундаментальных и прикладных наук. Физическая, технологическая, прикладная классификации геофизических методов исследований. Роль единства и взаимозависимости физических полей и геологической обстановки как основы комплексирования, взаимопроникновения наук о Земле и научной организации гидрогеологических, инженерно-геологических и геокриологических работ.

2. Гравиразведка

2.1. Определение и сущность гравиразведки. Понятия поля силы тяжести – изучаемый параметр, единицы измерения, структура. Нормальное поле силы тяжести – физическая природа, составляющие, диапазон изменения, причины изменения с широтой. Аномальное гравитационное поле - редукции и аномалии силы тяжести, диапазон, физическая природа.

2.2. Плотность горных пород. Зависимость плотности пород от коэффициента пористости, характера и процента их заполнения, трещиноватости.

2.3. Физические принципы и особенности устройства динамических и статических гравиметров.

2.4. Методика гравиразведки: типы съемок, проектная точность, система точек наблюдения, масштаб съемки, правило обхода точек наблюдения, контрольные наблюдения, определение точности гравитационных съемок, построение графиков и карт аномального гравитационного поля.

2.5. Аналитические методы решения прямых и обратных задач гравиразведки для тел простой геометрической формы. Типы гравитационных аномалий. Условия применения гравиразведки.

2.6. Качественная и количественная интерпретация данных гравиразведки. Принципы интерпретации и геологическое истолкование гравитационных аномалий.

2.7. Примеры применения гравиразведки для детального изучения верхней части геологического разреза с целью решения различных задач гидрогеологии, инженерной геологии и геокриологии.

3. Магниторазведка

3.1. Определение и сущность магниторазведки. Магнитное поле Земли, параметры и единицы измерения, особенности его строения и происхождения, изменения во времени. Нормальное и аномальное магнитные поля.

3.2. Магнитные свойства горных пород и руд, методы их измерения.

3.3. Физические принципы и особенности устройства чувствительных систем приборов для измерения элементов напряженности геомагнитного поля. Аппаратура для наземной, воздушной и морской съемок.

3.4. Методика магнитных съемок - типы съемок, проектная точность, система точек наблюдения, масштаб съемки, учет вариаций магнитного поля, правило обхода точек наблюдения, контрольные наблюдения, определение точности магнитных съемок, построение графиков и карт аномального магнитного поля.

3.5. Аналитические методы решения прямых и обратных задач магниторазведки для тел простой геометрической формы. Типы магнитных аномалий. Условия применения магниторазведки.

3.6. Качественная и количественная интерпретация данных магниторазведки. Интерпретация магнитных аномалий и их геологическое истолкование.

3.7. Примеры применения магниторазведки для детального изучения верхней части геологического разреза с целью решения различных задач гидрогеологии, инженерной геологии и геокриологии.

4. Электроразведка

- 4.1. Определение, сущность и классификация методов электроразведки.
- 4.2. Общие сведения об изучаемых в электроразведке полях: естественных и искусственных, постоянных и переменных, установившихся и неуставившихся. Принципы решения прямых и обратных задач. Нормальные и аномальные поля.
- 4.3. Электромагнитные свойства горных пород и руд, методы их измерения.
- 4.4. Аппаратура и оборудование для электроразведки. Переносные приборы. Электроразведочные станции.
- 4.5. Сущность основных методов электроразведки, методика и техника работ, особенности интерпретации и решаемых задач.
 - 4.5.1. Методы естественного электрического (постоянного - ЕП и переменного - ПЕЭП) и магнитного (переменного - ПЕМП) поля.
 - 4.5.2. Вертикальные и дипольные электрические зондирования (ВЭЗ и ДЗ), методы электропрофилеирования по сопротивлению (ЭП) и вызванной поляризации (ВП).
 - 4.5.3. Методы низкочастотного профилирования (НЧМ): длинного кабеля (ДК), незаземленной петли (НП), дипольного индуктивного (ДИП) в гармоническом и неуставившемся (импульсном, переходном) режимах.
 - 4.5.4. Методы электромагнитных зондирований (ЭМЗ) естественными (магнитотеллурическими) и искусственными (управляемыми) полями.
 - 4.5.5. Высокочастотные и сверхвысокочастотные методы профилирования.
 - 4.5.6. Подземные и геоэлектрoхимические методы электроразведки.

5. Сейсморазведка

- 5.1. Определение и сущность сейсморазведки. Классификация методов сейсморазведки.
- 5.2. Физические основы сейсморазведки. Основы теории упругости, геометрической сейсмоики.
- 5.3. Типы сейсмических волн. Отражение, преломление, дифракция, рефракция упругих волн. Сейсмические среды, границы и скорости упругих волн.
- 5.4. Сейсмические свойства горных пород, их зависимость от различных природных факторов.
- 5.5. Принципы устройства сейсморазведочной аппаратуры. Понятия каналов записи и воспроизведения. Типы полевых сейсморазведочных станций.
- 5.6. Метод отраженных волн (МОВ). Уравнение годографа волны, отраженной от плоского наклонного контакта. Системы наблюдений МОВ. Интерпретация данных МОВ.
- 5.7. Интерференционные системы. Группирование. Метод общей глубинной точки (МОГТ).
- 5.8. Метод преломленных волн (МПВ). Уравнение годографа. Системы наблюдений в МПВ. Интерпретация данных МПВ.
- 5.9. Области применения сейсморазведки. Применение сейсморазведки в региональной геологии при поисках и разведке нефтегазоносных структур, сейсмостратиграфии и прогнозировании геологических разрезов. Особенности рудной сейсморазведки. Применение сейсмических и сейсмоакустических методов при инженерно-геологических и гидрогеологических изысканиях.

6. Ядерная геофизика

- 6.1. Характеристика и классификация методов ядерной геофизики.
- 6.2. Общие сведения о радиоактивности. Состав, энергия и взаимодействие радиоактивных излучений с веществом. Радиоактивность руд, горных пород, природных вод, почвенного воздуха и атмосферы.
- 6.3. Аппаратура для измерения радиоактивности. Газонаполненные и сцинтилляционные счетчики. Аэро- и авторадометры. Полевые радиометры и эманометры.
- 6.4. Радиометрические методы разведки. Воздушные, наземные, автомобильные, пешеходные и глубинные гамма-съемки. Эманационная съемка.
- 6.5. Нейтронные и гамма-лучевые свойства горных пород. Ядерно-физические методы исследования с целью их поэлементного анализа. Нейтронные методы. Гамма-гамма методы.

7. Терморазведка

- 7.1. Общая характеристика разных методов терморазведки.
- 7.2. Тепловое поле Земли. Региональные тепловые потоки в океанах, на континентах, их природа. Тепловые свойства горных пород.
- 7.3. Аппаратура для геотермических исследований. Термометры и тепловизоры.
- 7.4. Воздушная съемка Земли в инфракрасных и ультрафиолетовых лучах. Измерения температур на дне акваторий и в горных выработках.
- 7.5. Инженерно-гидрологические термические исследования.

8. Геофизические исследования скважин

- 8.1. Классификация методов геофизических исследований в скважинах (ГИС).
- 8.2. Аппаратура для скважинных геофизических исследований.
- 8.3. Сущность, методика и решаемые задачи для следующих методов ГИС.
 - 8.3.1. Электрические методы исследования скважин. (ПС, КС, БКЗ, ИК).
 - 8.3.2. Ядерные исследования в скважинах (ГК, НГК, ННК, ГГК).
 - 8.3.3. Сейсмоакустические методы исследования скважин.
 - 8.3.4. Методы контроля технического состояния скважин. Кавернометрия. Инклинометрия. Профилеметрия.
- 8.4. Геологическое истолкование результатов комплексных скважинных геофизических исследований.

9. Комплексирование геофизических методов

- 9.1. Необходимость комплексирования, как следствие неоднозначности и некорректности решения обратных задач геофизики.
- 9.2. Роль физико-геологического моделирования при решении прямых и обратных задач геофизики и выборе методов комплексирования.
- 9.3. Качественное и количественное комплексирование, использование геологической информации.
- 9.4. Виды комплексирования геофизических методов. Типовые, рациональные, технологические, разноуровневые, межметодные, внутриметодные комплексы.
- 9.5. Петрофизика и ее роль в решении геолого-геофизических задач.

10. Геологические задачи, решаемые с помощью геофизики

- 10.1. Региональные и структурно-картировочные геолого-геофизические исследования в мелких и средних масштабах. Их роль при изучении строения фундамента и осадочного чехла, как на суше, так и в океанах.
- 10.2. Поисково-картировочные геофизические исследования. Комплексирование наземных и аэрокосмических геофизических данных при геологическом картировании и съемках средних и крупных масштабов.
- 10.3. Детальные высокоточные геофизические наблюдения с целью решения различных задач гидрогеологии, инженерной геологии и геокриологии. Метод заряженного тела в гидрогеологической модификации. Электротомография при изучении карста и суффозии. Роль электроразведки при изучении многолетнемерзлых грунтов и таликов.

Содержание семинаров.

1. Прямая и обратная задачи сейсморазведки. Решение обратной задачи сейсморазведки. Интерпретация годографа отраженных волн: определение $V_{эфф}$ методом постоянной разности и построение отражающей границы с помощью метода засечек. Основные выводы из решения прямой и обратной задачи сейсморазведки. Применение сейсморазведки при поиске месторождений горючих ископаемых.
2. Прямая задача гравиразведки и методы ее решения. Решение прямой задачи гравиразведки с помощью аналитического и палеточного (палетка Гамбурцева) методов. Основные выводы из решения прямой задачи гравиразведки.

3. Обратная задача магниторазведки и методы ее решения. Геолого-геофизическая интерпретация карты магнитных аномалий. Примеры применения магниторазведки при поиске горючих ископаемых.
4. Методы электроразведки на постоянном и переменном токе. Методы зондирования, профилирования и просвечивания. Интерпретация результатов ВЭЗ с целью построения геологического разреза. Роль электроразведки при поиске горючих ископаемых.

Примерный перечень тем практических работ:

5. Решение обратной задачи сейсморазведки. Интерпретация годографа отраженных волн: определение $V_{эфф}$ методом постоянной разности и построение отражающей границы с помощью метода засечек.
6. Решение обратной задачи сейсморазведки. Интерпретация годографов головной преломленной волны.
7. Решение прямой задачи гравиразведки с помощью аналитического и палеточного (палетка Гамбурцева) методов.
8. Геолого-геофизическая интерпретация карты магнитных аномалий.
9. Интерпретация результатов ВЭЗ с целью построения геологического разреза.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

7.1 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль усвоения дисциплины «Геофизические методы исследования» осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных расчетных лабораторных работ и написании контрольных работ по трем модулям дисциплины: гравимагниторазведка, сейсморазведка и электроразведка.

Контрольные вопросы по модулю Гравимагниторазведка

1. Гравиразведка – определение, измеряемое физическое поле Земли, понятия «плотностная неоднородность» и «эффективная плотность»
2. Структура гравитационного поля Земли – редукции (поправки за условия наблюдения), вариации гравитационного поля, аномальное гравитационное поле – физическая природа, диапазон изменения, единицы измерения
3. Нормальное гравитационное поле Земли – основные компоненты, их соотношение, зависимость от широты и ее причины. Диапазон изменения нормального поля.
4. Теория интерпретации аномалий силы тяжести – прямая задача гравиразведки и методы ее решения
5. Основные выводы из решения прямой задачи гравиразведки
6. Основные типы гравитационных аномалий
7. Теория интерпретации аномалий силы тяжести – обратная задача гравиразведки и методы ее решения. Особенности ОЗГ.
8. Гравитационная аппаратура – классы, принцип действия, основные характеристики
9. Методика гравиразведочных работ – система обхода точек наблюдения, «гравитационный рейс», контрольные наблюдения и точность съемки
10. Условия применения гравиразведки при решении геологических задач
11. Геологические примеры применения гравиразведки (с обоснованием)
12. Магниторазведка – определение, измеряемое физическое поле Земли, «магнитная неоднородность», «эффективные магнитные свойства» горных пород
13. Параметры (элементы) магнитного поля Земли

14. Структура магнитного поля Земли – нормальное магнитное поле: физическая природа, основные свойства, диапазон изменения основных параметров с широтой
15. Вариации магнитного поля Земли, типы, диапазон изменения, методы учета
16. Теория интерпретации магнитных аномалий – прямая задача магниторазведки и ее основные особенности
17. Основные типы магнитных аномалий
18. Теория интерпретации аномалий магнитного поля Земли – обратная задача магниторазведки, методы ее решения и основные особенности
19. Магнитная аппаратура – классы, принцип действия и основные характеристики
20. Методика магнитных работ – определение, тип съемки, проектная точность, система точек наблюдения, масштаб съемки, контрольные измерения и точность съемки
21. Условия применения магниторазведки при решении геологических задач
22. Геологические примеры применения магниторазведки (с обоснованием)
23. Определить проектную точность съемки по результатам решения ПЗМ в виде кривой аномалий ΔZ_a
24. Определить проектную точность съемки по результатам решения ПЗГ в виде кривой аномалий Δg_a
25. Определить горизонтальные размеры плотностных структур
26. Определить шаг съемки по результатам решения ПЗМ в виде кривой аномалий ΔZ_a
27. Определить шаг съемки по результатам решения ПЗГ в виде кривой аномалий Δg_a
28. Рассчитать амплитуду гравитационной аномалии от шара с заданными параметрами
29. Рассчитать амплитуду гравитационной аномалии от горизонтального цилиндра с заданными параметрами
30. Определить параметры гравитационной аномалии Δg_a
31. Определить параметры магнитной аномалии ΔZ_a
32. Определить возможные формы и местоположение плотностной неоднородности по данной аномалии Δg_a
33. Определить возможные формы и местоположение магнитной неоднородности по данной аномалии ΔZ_a

Контрольные вопросы по модулю Электроразведка

1. Общая характеристика электроразведки (объекты и методы исследования).
2. Способы измерения и возбуждения электромагнитных полей в электроразведке (AB, MN, Q, q).
3. Общая характеристика методов зондирования (ЭМЗ) в электроразведке (принципы зондирования по расстоянию, частоте и времени), методы электромагнитного профилирования (ЭМП), методика работ, принципы интерпретации ЭМЗ и ЭМП.
4. Классификации методов электроразведки.
5. Сущность электромагнитных зондирований, профилирований и просвечиваний.
6. Естественные и искусственные электромагнитные поля, используемые в электроразведке.
7. Электромагнитные свойства горных пород и методы электроразведки, которые на них основаны.
8. Методы электромагнитных зондирований (ВЭЗ, ДЭЗ, ВЭЗ-ВП, МТЗ, ЧЗ, ЗСБ).
9. Понятие кажущегося сопротивления в электроразведке

10. Электромагнитные методы профилирования (ЕП, ЭП, ВП, НЧМ, МПП).
11. Сущность электромагнитных зондирований постоянным и переменным электромагнитными полями.
12. Геологические задачи, решаемые малоглубинной электроразведкой
13. Геологические задачи, решаемые глубинной электроразведкой
14. Электроразведка естественными постоянными электрическими полями (ЕП).
15. Электроразведка естественными переменными электромагнитными полями.
16. Гальванические и индуктивные способы возбуждения и измерения ЭМП в электроразведке.
17. Причины наличия множества методов электроразведки.
18. Вертикальные электрические зондирования (ВЭЗ). Сущность, интерпретация и области применения.
19. Магнитотеллурические и частотные зондирования.
20. Методы естественного поля (ЕП) и вызванной поляризации (ВП), сущность и области применения.
21. Методы электромагнитного профилирования с помощью искусственных ЭМ полей.
22. Причины возникновения аномалий ЕП
23. Методы электроразведки изучения геологического разреза до глубин 1 км.
24. Определение и основы электротомографии. Опишите принципы этой технологии.

Контрольные вопросы по модулю Сейсморазведка

1. Типы сейсмических волн
2. Метод отраженных. Закон отражения сейсмических волн. Условие возникновения отраженных волн
3. Метод преломленных волн. Условие возникновения головных преломленных волн
4. Годограф отраженных волн
5. Годограф головных преломленных волн
6. Соотношение годографов прямой, отраженной и головной преломленной волн
7. Глубинность методов МОВ и МПВ
8. Метод ОГТ
9. Параметры среды, получаемые в результате интерпретации годографа отраженных волн
10. Параметры среды, получаемые в результате интерпретации годографа головных преломленных волн
11. Технология проведения сейсморазведочных работ
12. Методы возбуждения сейсмических волн
13. Сейсмоакустическое просвечивание межскважинного пространства
14. Особенности организации сейсмических работ на акватории морей
15. Ограничения применения сейсмических методов
16. Геологические задачи, решаемые с помощью сейсморазведки

Примерный перечень тем самостоятельной работы студентов:

1. Прямая задача гравиразведки и методы ее решения.
2. Интерпретация карты аномалий магнитного поля.
3. Интерпретации результатов профильных данных ВЭЗ.
4. Интерпретации материалов МТЗ.
5. Интерпретация результатов МОВ.
6. Интерпретация результатов МПВ.
7. Интерпретация данных сейсмического каротажа скважин.

7.2 Типовые контрольные задания для проведения промежуточного контроля успеваемости.

Примерный перечень контрольных вопросов при проведении промежуточной аттестации (экзамен):

1. Классификация методов геофизики.
2. Гравитационное поле Земли, параметры, единицы измерения, структура.
3. Нормальное гравитационное поле, редукции и аномалии.
4. Методика гравиметрической съемки.
5. Прямые и обратные задачи гравиразведки, основные типы гравитационных аномалий.
6. Качественная и количественная интерпретация аномалий гравитационного поля.
7. Условия и области применения гравиразведки.
8. Элементы магнитного поля Земли и их распределение на земной поверхности. Единицы измерения.
9. Нормальное и аномальное магнитное поле. Вариации магнитного поля Земли.
10. Методика магнитных съемок.
11. Принцип решение прямых и обратных задач магниторазведки, типы магнитных аномалий.
12. Качественная и количественная интерпретация данных магниторазведки.
13. Условия и области применения магниторазведки.
14. Классификация методов электроразведки.
15. Общие сведения об изучаемых в электроразведке полях.
16. Электромагнитные свойства горных пород и полезных ископаемых.
17. Электроразведка естественными постоянными электрическими полями (ЕП).
18. Электроразведка естественными переменными электромагнитными полями.
19. Сущность электромагнитных зондирований, профилирований и просвечиваний.
20. Электромагнитные зондирования (ВЭЗ, ДЕЗ, ВЭЗ-ВП, МТЗ, ЧЗ, ЗС, МТЗ).
21. Электромагнитные методы профилирования (ЕП, ЭП, ВП, НЧМ, МПП).
22. Физико-геологические основы терморазведки.
23. Методы и области применения терморазведки.
24. Общие сведения о естественной радиоактивности. Причины возникновения гамма-аномалий.
25. Естественная радиоактивность горных пород и руд.
26. Радиометрия (гамма и эманационная съемки).
27. Ядерно-физические методы (гамма-гамма и нейтронные).
28. Физические основы сейсморазведки. Основы геометрической сейсмики.
29. Типы сейсмических волн. Типы скоростей сейсмических волн.
30. Общая характеристика метода отраженных волн (решение прямой задачи для горизонтальной и наклонной границ раздела двух сред, особенности методики).
31. Принципы решения обратной задачи МОВ. Области применения МОВ.
32. Общая характеристика метода преломленных волн (образование головной волны на границе двух сред, вывод уравнения годографа головной волны, особенности методики).
33. Интерпретация данных МПВ и области его применения.
34. Общая характеристика сейсмической аппаратуры.
35. Сущность и назначение геофизических исследований скважин (ГИС).
36. Техника и методы геофизических исследований скважин.
37. Электрические ядерные и сейсмические исследования в скважинах.
38. Геологическое истолкование комплексных скважинных геофизических исследований.
39. Принципы комплексирования геофизических методов.
40. Глубинная геофизика.
41. Региональная (структурная и картировочно-поисковая) геофизика.
42. Рудная геофизика.
43. Нерудная и угольная геофизика.

44. Инженерная, гидрогеологическая и геокриологическая геофизика.

45. Нефтегазовая геофизика.

46. Экологическая геофизика.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (экзамен).

Результаты обучения, соответствующие виды оценочных средств	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания (устный опрос,)	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения (устный опрос,)	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы.	Успешное умение.
Владения, опыт деятельности (устный опрос,)	Навыки владения отсутствуют	Фрагментарное владение, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки владения.	Свободное владение и использование.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Геофизика. Под ред. В.К.Хмелевского. М. КДУ. 2009, 2012, 2015. С.320.

2. Хмелевской В.К., Костицин В.И. Основы геофизических методов. Пермь. Изд-во ПГУ. 2010 С. 400.

3. Хмелевской В.К., Костицин В.И. Геофизика. Пермь. Изд-во ПГУ. 2018 С. 380.

- дополнительная литература:

1. Воскресенский Ю.Н. Полевая геофизика. М. Недра. 2010. С.

2. Геофизические методы исследований. Под ред. В.К.Хмелевского. Изд-во КГПУ. Петропавловск-Камчатский. 2004. С. 250.

Д) Материально-техническое обеспечение:

Специализированные аудитории с возможностью использования компьютерного проектора.

Специальные программы интерпретации геофизических данных.

Учебные пособия по лабораторным геофизическим работам по гравиразведке, магниторазведке, сейсморазведке и электроразведке.

Компьютерный класс отделения Геофизики.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватели: Ответственный за курс — доц. Попов М.Г., преподаватели: доц. Попов М.Г., доц. Степанов П.Ю., проф. Шевнин В.А., асс. Фадеев А.А.

11. Разработчики программы: проф. Хмелевской В.К., доц. Попов М.Г., доц. Степанов П.Ю., проф. Шевнин В.А.