

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

Геофизика

Geophysics

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:

Геохимия

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 освоения дисциплины «Геофизика» является получение общих фундаментальных знаний о геофизических методах исследования (гравиразведка, магниторазведка, электроразведка, терморазведка, сейсморазведка, ядерная геофизика, геофизические исследования скважин), понимание места, роли и возможности каждого геофизического метода при решении различных геологических задач, принципы технологии работ и основных методов интерпретации различных геофизических полей с использованием геолого-геохимической информации.

Задачи дисциплины «Геофизика» сводятся к изучению физико-математических основ геофизических методов, освоению технологии различных геофизических наблюдений, практическом освоении приемов качественной и количественной интерпретации данных геофизических методов, их применение при изучении оболочек Земли, поисков и разведке полезных ископаемых, решении инженерных и экологических задач.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе «Геофизика» даны общие сведения по фундаментальной (физика Земли) и прикладной (разведочной, инженерной и экологической) геофизике. Показано место геофизики в науках о Земле, родственные связи геофизических и геохимических методов изучения глубинного строения Земли, химического состава горных пород и руд. Рассмотрены сущность методов разведочной геофизики (гравиразведки, магниторазведки, электроразведки, терморазведки, сейсморазведки, ядерной геофизики, а также геофизических методов исследования скважин (ГИС)). Кратко рассмотрены решаемые глубинной, рудной, инженерной и экологической геофизикой задачи с использованием геолого-геохимической информации.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП – относится к профильному блоку вариативной части, является обязательной дисциплиной. Курс – IV, семестр – 8.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Высшая математика», «Физика», «Химия», «Общая геология», «Структурная геология и геокартирование», «Геология полезных ископаемых», «Инженерная геология», «Геокриология», «Гидрогеология», «Геохимия» 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.	Знать: фундаментальные физико-математические основы геофизических методов, области применения геофизических методов.
ОПК-3Б Способен решать стандартные	Б.ОПК-3. И-1. Использует типовые	Уметь: решать прямые и обратные

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

4. Объем дисциплины составляет 2 з.е., в том числе **44** академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (22 лекции, 11 практические, 11 семинары), **28** академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

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	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 контрольному опросу	Всего
Введение		1			1					
Гравиразведка		4	1	1	6	2	2			4 Собеседование
Магниторазведка		3	2	2	7	2	2	1		5 Собеседование Контрольная работа
Электроразведка		4	4	2	10	2	2	1		5 Собеседование Контрольная работа
Сейсморазведка		4	4	2	10	3	2	1		6 Собеседование Контрольная работа
Ядерная геофизика		1		1	2		1			1
Терморазведка		1		1	2		1			1
ГИС		2		1	3		1			1
Комплексирование геофизических методов		2		1	3		1			1
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>		4	<i>Устный зачет</i>							4
Итого	72	44				28				

Содержание лекций

1. Введение.

Место общей (фундаментальной) и прикладной (разведочной, инженерной, экологической) геофизики среди других естественнонаучных 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 геологических 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, полезных ископаемых и методы ее измерения.

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

2.4. Методика гравиразведки: типы съемок (профильные и площадные), проектная точность, системы точек наблюдения, масштаб съемки, контрольные наблюдения.

2.5. Аналитические методы решения прямых и обратных задач гравитационного поля 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. Области применения гравиразведки. Применение гравиразведки для изучения строения земной коры и верхней мантии, при региональных съемках, при поисках и разведке и месторождений полезных ископаемых и решения задач экологической геологии.

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 (профильные и площадные), проектная точность, система точек наблюдения, масштаб съемки, учет вариаций магнитного поля, контрольные наблюдения.

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. Области применения магниторазведки. Общая магнитная съемка Земли и палеомагнитные исследования. Применение магниторазведки для выяснения внутреннего строения земной коры, при региональных, структурных исследованиях, геологической съемке, поисках и разведке полезных ископаемых и решения задач экологической геологии.

4. Электроразведка

4.1. Определение, сущность, многообразие 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 глубинной и малоглубинной 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, магнитотеллурического поля (МТП).

4.5.2. Вертикальные и дипольные электрические зондирования (ВЭЗ и ДЗ), методы электропрофилирования 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 неустановившемся (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 геоэлектрохимические методы электроразведки.

5. Терморазведка

5.1. Общая характеристика разных методов терморазведки.

5.2. Тепловое поле Земли. Региональные тепловые потоки в океанах, на континентах, их природа. Тепловые свойства горных пород.

5.3. Термометры и тепловизоры.

5.4. Аппаратура для геотермических исследований.

5.5. Воздушная съемка Земли в инфракрасных и ультрафиолетовых лучах. Измерения температур на дне акваторий и в горных выработках.

5.6. Региональные, поисково-разведочные и инженерно-гидрологические термические исследования, использование термальных полей в геознергетике.

6. Сейсморазведка

6.1. Определение и сущность сейсморазведки и геоакустики. Классификация методов сейсморазведки.

6.2. Физические основы сейсморазведки. Основы теории упругости, геометрической сейсмологии.

6.3. Типы сейсмических волн. Отражение, преломление, дифракция, рефракция упругих волн. Сейсмические среды, границы и скорости упругих волн.

6.4. Упругие свойства горных пород, их зависимость от различных природных факторов.

6.5. Принципы устройства сейсморазведочной аппаратуры. Понятия каналов записи и воспроизведения. Типы полевых сейсморазведочных станций.

6.6. Метод отраженных волн (МОВ). Уравнение годографа волны, отраженной от плоского наклонного контакта. Системы наблюдений МОВ. Интерпретация данных МОВ.

6.7. Интерференционные системы. Группирование. Метод общей глубинной точки (МОГТ).

6.8. Метод преломленных волн (МПВ). Уравнение годографа. Системы наблюдений в МПВ. Интерпретация данных МПВ.

6.9. Области применения сейсморазведки. Применение сейсморазведки в региональной геологии, при поисках и разведке полезных ископаемых, сейсмостратиграфии и в решении задач экологической геологии.

7. Ядерная геофизика

7.1. Характеристика и классификация методов ядерной геофизики.

7.2. Общие сведения о радиоактивности. Состав, энергия и взаимодействие радиоактивных излучений с веществом. Радиоактивность руд, горных пород, природных вод, почвенного воздуха и атмосферы.

7.3. Аппаратура для измерения радиоактивности. Газонаполненные и сцинтилляционные счетчики. Аэро- и авторадометры. Полевые радиометры и эманометры.

7.4. Радиометрические методы разведки. Воздушные, наземные, автомобильные, пешеходные и глубинные гамма-съемки. Эманационная съемка.

7.5. Нейтронные и гамма-лучевые свойства горных пород. Ядерно-физические методы исследования с целью их поэлементного анализа. Нейтронные методы. Гамма-гамма методы.

8. Геофизические исследования скважин

8.1. Классификация методов геофизических исследований в скважинах (ГИС) и работ в них (ГИРС).

8.2. Аппаратура для скважинных геофизических исследований.

8.3. Сущность, методика и решаемые задачи 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

9.4. Виды комплексирования геофизических методов. Типовые, рациональные, технологические, разноуровневые, межметодные, внутриметодные комплексы.

9.5. Петрофизика и ее роль в решении геолого-геофизических задач.

9.6. Связь геофизических и геохимических свойств горных пород и полезных ископаемых.

10. Геологические задачи, решаемые с помощью геофизики

10.1. Строение литосферы и земной коры.

10.2. Региональные, глубинные и структурные геофизические исследования в мелких и средних масштабах. Их роль при изучении строения Земли, земной коры, фундамента и осадочного чехла как на суше, так и в океанах.

10.3. Поисково-картировочные геофизические исследования. Комплексирование наземных и аэрокосмических геофизических данных при геологическом картировании и съемках средних и крупных масштабов.

10.4. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: нефти, газа, рудных, нерудных полезных ископаемых и угля.

10.5. Изучение геологической среды. Применение геофизических методов в гидрогеологии, инженерной геологии, мерзлотоведении, гляциологии, мелиорации, при экологических и техногенных исследованиях.

Содержание семинаров.

1. Прямая и обратная задачи гравиразведки. Методы их решения. Условия применения гравиразведки. Результаты интерпретации аномалий силы тяжести.
2. Прямая и обратная задачи магниторазведки. Методы их решения. Условия применения магниторазведки. Методы учета вариаций магнитного поля Земли. Результаты интерпретации магнитных аномалий.
3. Основные методы сейсморазведки. Методы их решения. Условия возникновения отраженных и головных преломленных волн. Результаты интерпретации данных методов МОВ и МПВ.
4. Методы электроразведки на постоянном и переменном поле. Методы зондирования, профилирования и просвечивания. Условия применения электроразведки. Результаты интерпретации данных электроразведки.
5. Задачи комплексирования геофизических методов. Примеры комплексов геофизических методов, применяемых при решении основных геологических задач.

Примерный перечень тем практических работ:

1. Решение обратной задачи сейсморазведки. Интерпретация годографа отраженных волн: определение $V_{эфф}$ методом постоянной разности и построение отражающей границы с помощью метода засечек.
2. Решение обратной задачи сейсморазведки. Интерпретация годографов головной преломленной волны.
3. Решение прямой задачи гравиразведки с помощью аналитического и палеточного (палетка Гамбурцева) методов.
4. Геолого-геофизическая интерпретация карты магнитных аномалий.
5. 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 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)

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 зондирований (ЭМЗ) в электроразведке (принципы зондирований 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. Решение прямой задачи гравиразведки на примере двухслойного разреза земной коры.
2. Интерпретация карты аномалий магнитного поля.
3. Решение задачи интерпретации результатов профильных данных ВЭЗ.
4. Решение тематической задачи по интерпретации материалов МТЗ.
5. Интерпретация результатов МОВ.
6. Интерпретация данных сейсмического каротажа скважин.
7. Основы комплексирования геофизических методов.

7.2 Типовые контрольные задания для проведения промежуточного контроля успеваемости.

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

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, ДЭЗ, ВЭЗ-ВП, МТЗ, ЧЗ, ЗС).
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.
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, нерудная и угольная геофизика.
43. Инженерная геофизика.
44. Нефтегазовая геофизика.
45. Экологическая геофизика.

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

Оценка результатов обучения, <i>соответствующие виды оценочных средств</i>	Незачет	Зачет
Знания (<i>устный опрос</i>)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (<i>устный опрос</i>)	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)
Владения (<i>устный опрос</i>)	Наличие отдельных владений или отсутствие владений	Сформированные владения, применяемые при решении задач или, в целом, сформированные владения, но используемые не в активной форме

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-технического 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.