

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра геофизики**

Авторы-составители: **Филимончиков Александр Алексеевич  
Степанов Юрий Иванович  
Колесников Владимир Петрович  
Ковин Олег Николаевич  
Плешков Лев Дмитриевич**

Рабочая программа дисциплины

**ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКА**

Код УМК 54132

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

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Электроразведка

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

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

Направление: **05.03.01** Геология  
направленность Геофизика

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

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

#### **05.03.01** Геология (направленность : Геофизика)

**ПК.1** Способен под руководством участвовать в научных экспериментах и исследованиях в профессиональной области, обобщать и анализировать экспериментальную информацию, делать выводы, формулировать заключения и рекомендации

##### **Индикаторы**

**ПК.1.2** Создает и исследует модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии

**УК.1** Способен осуществлять поиск, анализ и синтез информации, применять системный подход для разрешения проблемных ситуаций

##### **Индикаторы**

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

**УК.2** Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать способы их решения, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений

##### **Индикаторы**

**УК.2.1** Формулирует задачи, исходя из поставленной цели

**УК.4** Способен осуществлять деловую коммуникацию на русском и иностранном языках в устной и письменной формах

##### **Индикаторы**

**УК.4.3** Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	05.03.01 Геология (направленность: Геофизика)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	5,8
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	56
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	0
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	88
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (4) Итоговое контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (5 триместр) Экзамен (8 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Электроразведка. Первый семестр**

Изучение теоретических основ электроразведки постоянным током: освоение способов расчета электрических полей для базовых моделей сред. Знакомство с современными научными направлениями в этой отрасли, а также освоение практических навыков электрометрических наблюдений, их компьютерной обработки и геологического истолкования.

#### **1. Введение в электроразведку**

Краткая история развития электроразведки, ее структура, положение среди других наук, современное состояние

#### **2. Петрофизические основы электроразведки**

Параметры электромагнитного поля, используемые в электроразведке, и их связь с петрофизическими характеристиками горных пород

**3. Теоретические основы электроразведки методом постоянного тока: понятие эффективной глубины зондирования, понятие кажущегося сопротивления, виды установок, электрическое поле в анизотропной и горизонтально-слоистой среде .**

Фундаментальные уравнения стационарного электрического поля в материальной среде. Электрическое поле источника в однородной изотропной среде. Распределение плотности тока в однородном полупространстве. Принцип электрического зондирования. Понятие кажущегося сопротивления и его физическое содержание. Принцип взаимности. Поле точечного источника в однородной анизотропной среде. Решение прямой задачи для точечного источника в горизонтально-слоистой среде. Обобщенные параметры слоистых толщ. Определение коэффициента анизотропии. Связь асимптотических значений кривых зондирования с обобщенными параметрами среды.

**4. Аппаратура метода сопротивлений, электропрофилирование (методика полевых работ, обработка и интерпретация результатов наблюдений)**

Аппаратура метода сопротивлений: принципиальная схема электроразведочного канала, принцип работы, структура, устройство и функции основных блоков. Генераторы, измерители, источники и датчики поля. Способы возбуждения электромагнитного поля. Современная электроразведочная аппаратура.

Метод электропрофилирования (ЭП): теоретические основы метода, виды электропрофилирования, аппаратура, методика ведения полевых работ, основы обработки и интерпретации материалов, решаемые геологические задачи.

**5. Вертикальное электрическое зондирование (методика полевых работ, основы обработки, качественной и количественной интерпретации).**

Теоретические основы метода, понятие некорректности решения обратных задач электроразведки, способы регуляризации, принцип эквивалентности, модельность и особенности параметризации обратной задачи электрического зондирования. Аппаратура, методика ведения полевых работ, основы компьютерной обработки, качественной и количественной интерпретации материалов зондирования. Примеры решения геолого-поисковых, экологических и инженерно-геологических задач.

### **Электроразведка. Второй семестр**

Изучение теоретических основ электроразведки методами естественного поля (ЕП), заряженного тела (МЗТ), вызванной поляризации (ВП), электротомографии (ЭТ), магнитотеллурическими методами (МТЗ, МТП), методами частотного зондирования (ЧЗ), зондирования становлением поля (ЗСБ, ЗСД) и георадиолокации. Освоение навыков компьютерной обработки и геологического истолкования.

### **1. Метод естественного поля (ЕП), метод заряженного тела (МЗТ)**

Теоретические основы метода естественного поля (ЕП) и метода заряженного тела (МЗТ), методика полевых работ, аппаратура, обработка, интерпретация результатов наблюдений, решаемые геологические задачи.

### **2. Метод вызванной поляризации (ВП)**

Теоретические основы метода вызванной поляризации (ВП), понятие двойного электрического слоя, особенности теории постоянного и переменного тока в случае поляризующихся сред, методика полевых работ, аппаратура, обработка, интерпретация результатов наблюдений, решаемые геологические задачи.

### **3. Электротомография (ЭТ)**

Теоретические основы метода сопротивлений по методике электротомографии, техника полевых работ, отличительные особенности, аппаратура, особенности обработки и интерпретации результатов наблюдений, понятие 2D и 3D инверсии, преимущества, недостатки, примеры решения прикладных задач.

### **4. Магнитотеллурические методы (МТЗ, МТП)**

Теоретические основы магнитотеллурических методов исследования, источники поля, помехи, методика полевых работ, аппаратура, обработка и интерпретация результатов наблюдений, примеры решения геологических задач.

### **5. Частотное зондирование (ЧЗ)**

Теоретические основы метода частотного зондирования (ЧЗ), методика полевых работ, источники и датчики поля, аппаратура, обработка, интерпретация результатов наблюдений, решаемые геологические задачи.

### **6. Зондирование становлением поля (ЗСБ, ЗСД, МПП)**

Теоретические основы методов становления поля (ЗСБ, ЗСД, МПП), методика полевых работ, источники и датчики поля, аппаратура, обработка, интерпретация результатов наблюдений, решаемые геологические задачи.

### **7. Георадиолокация (ГРЛ)**

Теоретические основы метода георадиолокации (ГРЛ), методика полевых работ, основные блоки аппаратуры, обработка, интерпретация результатов наблюдений, решаемые прикладные задачи.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

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

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

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

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

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

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

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

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

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

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

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

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Хмелевской В. К., Костицын В. И. Основы геофизических методов: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 020302 "Геофизика"/ В. К. Хмелевской, В. И. Костицын.- Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2010, ISBN 978-5-7944-1428-8.-1.-Библиогр.: с. 397-399 <http://k.psu.ru/library/node/201798>
2. Колесников В. П. Электрметрия. Основы теории переменных электромагнитных полей: учебное пособие для студентов геологического факультета/ В. П. Колесников.- Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2013, ISBN 978-5-7944-2076-0.-1.-Библиогр.: с. 164-165 <http://k.psu.ru/library/node/205058>

### Дополнительная:

1. Матвеев Б. К. Электроразведка: Учеб. для студентов геофиз. спец. вузов/ Б. К. Матвеев.- М.: Недра, 1990, ISBN 5-247-00828-6.-368.-Библиогр.: с. 362-363



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

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

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

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

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

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

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

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

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

- 1.Офисный пакет приложений;
- 2.Приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов;
- 3.Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель);
- 4.Офисный пакет приложений «LibreOffice».

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

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

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

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

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

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

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

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

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

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

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

**ПК.1**

**Способен под руководством участвовать в научных экспериментах и исследованиях в профессиональной области, обобщать и анализировать экспериментальную информацию, делать выводы, формулировать заключения и рекомендации**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.1.2</b> Создает и исследует модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии</p>	<p>Знать теоретические основы и существующие практические способы решения прямых задач электроразведки. Уметь пользоваться современным программным обеспечением для создания геофизических моделей изучаемых геологических объектов с целью проведения интерпретации получаемых данных и выбора эффективных параметров их регистрации.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает теоретических основ и существующих практических способов решения прямых задач электроразведки. Не умеет пользоваться современным программным обеспечением создания геофизических моделей. Не владеет методами интерпретации получаемых данных. Не обладает знаниями о параметрах регистрации данных.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Не знает теоретических основ и существующих практических способов решения прямых задач электроразведки. Демонстрирует частичные навыки пользования современным программным обеспечением для создания геофизических моделей изучаемых геологических объектов. Владеет некоторыми навыками проведения интерпретации получаемых данных. Владеет недостаточными знаниями о параметрах регистрации данных.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает теоретических основ и существующих практических способов решения прямых задач электроразведки. Умеет пользоваться современным программным обеспечением для создания геофизических моделей изучаемых геологических объектов. Демонстрирует затруднения при использовании результатов моделирования при проведении интерпретации получаемых данных. Владеет способностью выбора эффективных параметров регистрации</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>данных.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Твердо знает теоретических основ и существующих практических способов решения прямых задач электроразведки. Умеет пользоваться современным программным обеспечением для создания геофизических моделей изучаемых геологических объектов. Свободно владеет навыками проведения интерпретации получаемых данных. Владеет способностью выбора эффективных параметров регистрации данных.</p>

### УК.1

**Способен осуществлять поиск, анализ и синтез информации, применять системный подход для разрешения проблемных ситуаций**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p>	<p>Знает об источниках и умеет проводить поиск необходимой для качественного выполнения электроразведочных работ геолого-геофизической информации. Умеет правильно оценить их надежность и качество получаемой информации.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает об источниках необходимой для качественного проведения электроразведочных работ информации. Не владеет методами поиска необходимой информации. Не умеет оценить надежность и качество источников и получаемой из них информации.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Обладает неглубокими знаниями об источниках необходимой для качественного проведения электроразведочных работ информации. Слабо владеет методами поиска необходимой информации. Не уверенно оценивает надежность и качество источников и получаемой из них информации.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Обладает основными знаниями об источниках необходимой для качественного проведения электроразведочных работ информации. Владеет основными методами поиска необходимой информации. Не уверенно оценивает надежность и качество источников и получаемой из них информации.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p><b>Хорошо</b> информации.</p> <p><b>Отлично</b> Обладает отличными знаниями об источниках необходимой для качественного проведения электроразведочных работ информации. Владеет всеми методами поиска необходимой информации. Уверенно оценивает надежность и качество источников и получаемой из них информации.</p>

## УК.2

**Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать способы их решения, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>УК.2.1</b> Формулирует задачи, исходя из поставленной цели</p>	<p>Уметь составить план электроразведочных работ согласно полученному научно-техническому заданию. Знать какие аппаратурные, программные и другие средства необходимы для выполнения поставленной задачи.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> Не умеет составить план проведения электроразведочных работ согласно полученному научно-техническому заданию. Не знает какие аппаратурные, программные и другие средства необходимы для выполнения поставленной задачи.</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Не умеет составить план электроразведочных работ согласно полученному научно-техническому заданию. Слабо знает какие аппаратурные, программные и другие средства необходимы для выполнения поставленной задачи.</p> <p><b>Хорошо</b> Не уверенно составляет план электроразведочных работ согласно полученному научно-техническому заданию. Знает какие аппаратурные, программные и другие средства необходимы для выполнения поставленной задачи.</p> <p><b>Отлично</b> Умеет составить план электроразведочных работ согласно полученному научно-техническому заданию. Знает какие аппаратурные, программные и другие средства необходимы для выполнения поставленной задачи.</p>

#### УК.4

### Способен осуществлять деловую коммуникацию на русском и иностранном языках в устной и письменной формах

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<b>УК.4.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах	Умеет подготовить материалы по результатам своей работы в виде тезисов конференции или публикации в журнале (сборнике). Умеет правильно построить доклад на конференции или семинаре. Знает формы представления материалов в научных публикациях. Знает об этике публикации своих данных.	<p><b>Неудовлетворител</b> Не умеет подготовить материалы по результатам своей работы в виде тезисов конференции или публикации в журнале (сборнике). Не умеет сделать доклад на конференции или семинаре. Не знает формы представления материалов в научных публикациях. Не знает об этике публикации научных данных.</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Не умеет правильно подготовить материалы по результатам своей работы в виде тезисов конференции или публикации в журнале (сборнике). Не уверенно делает доклад на конференции или семинаре. Недостаточно хорошо знает формы представления материалов в научных публикациях. Не знает об этике публикации научных данных.</p> <p><b>Хорошо</b> Умеет подготовить материалы по результатам своей работы в виде тезисов конференции или публикации в журнале (сборнике). Не уверенно делает доклад на конференции или семинаре. Знает основные формы представления материалов в научных публикациях. Знает об основных положениях этики публикации научных данных.</p> <p><b>Отлично</b> Умеет подготовить материалы по результатам своей работы в виде тезисов конференции или публикации в журнале (сборнике). Умеет сделать доклад на конференции или семинаре. Знает формы представления материалов в научных публикациях. Знает об этике публикации научных данных.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

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

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	1. Введение в электроразведку <b>Входное тестирование</b>	Проверка знаний основ физики, математики, геофизики
<b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников	2. Петрофизические основы электроразведки <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знать основные физические величины, используемые в электроразведке. Знать от каких петрофизических параметров они зависят. Знать известные зависимости между используемыми величинами и петрофизическими параметрами. Владеть навыками работы с такими зависимостями. Уметь провести количественную оценку петрофизических параметров.

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p>	<p>3. Теоретические основы электроразведки методом постоянного тока: понятие эффективной глубины зондирования, понятие кажущегося сопротивления, виды установок, электрическое поле в анизотропной и горизонтально-слоистой среде . <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать понятие кажущегося сопротивления, эффективной глубины зондирования. Знать виды установок, применяемых в электроразведке. Знать законы Ома и Кирхгофа в дифференциальной форме, уравнения Максвелла, материальные уравнения и их физический смысл. Знать формулы расчета и уметь вычислить потенциал точечного источника и диполя на поверхности однородной изотропной среды. Знать формулы расчета и уметь вычислить потенциал точечного источника на поверхности однородной анизотропной и горизонтально-слоистой среды. Знать понятие параметров слоистых толщ, асимптот кривых зондирования. Знать для решения каких геологических задач они применяются. Владеть приемами определения параметров слоистых толщ.</p>



Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p><b>ПК.1.2</b> Создает и исследует модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии</p>	<p>5. Вертикальное электрическое зондирование (методика полевых работ, основы обработки, качественной и количественной интерпретации).</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать основные блоки аппаратуры метода сопротивлений, их строение, функции, принцип работы. Знать примеры электроразведочной аппаратуры. Владеть навыками работы с аппаратурой метода сопротивлений.</p> <p>Знать теоретические основы метода электропрофилирования, виды ЭП, решаемые геологические задачи. Знать и владеть методикой полевых работ, техникой обработки и интерпретации материалов электропрофилирования.</p> <p>Знать теоретические основы метода вертикального электрического зондирования, понятие некорректности обратной задачи, методологию интерпретации, способы регуляризации.</p> <p>Знать и владеть методикой полевых работ, техникой обработки, качественной и количественной интерпретации материалов электрических зондирований. Знать примеры и уметь решать геолого-геофизические задачи.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### 1. Введение в электроразведку

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

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

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

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Проверка знаний основ геофизики.	5
Проверка знаний основ физики.	2.5
Проверка знаний основ математики.	2.5

#### 2. Петрофизические основы электроразведки

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

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

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

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Владеет навыками работы с зависимостями между используемыми величинами и петрофизическими параметрами	13
Знает известные зависимости между используемыми величинами и петрофизическими параметрами. Умеет провести количественную оценку петрофизических параметров	9
Знает основные физические величины, используемые в электроразведке. Знает от каких петрофизических параметров они зависят.	8

### **3. Теоретические основы электроразведки методом постоянного тока: понятие эффективной глубины зондирования, понятие кажущегося сопротивления, виды установок, электрическое поле в анизотропной и горизонтально-слоистой среде .**

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

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

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

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает формулы расчета и умеет вычислить потенциал точечного источника на поверхности однородной анизотропной и горизонтально-слоистой среды.	9
Знает понятие параметров слоистых толщ, асимптот кривых зондирования. Умеет их применить для решения геологических задач. Владеет приемами определения параметров слоистых толщ.	8
Знает законы Ома и Кирхгофа в дифференциальной форме, уравнения Максвелла, материальные уравнения и их физический смысл. Знает формулы расчета и умеет вычислить потенциал точечного источника и диполя на поверхности однородной изотропной среды.	7
Знает понятие кажущегося сопротивления, эффективной глубины зондирования. Владеет видами установок, применяемых в электроразведке.	6

### **5. Вертикальное электрическое зондирование (методика полевых работ, основы обработки, качественной и количественной интерпретации).**

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

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

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

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Знает основные блоки аппаратуры метода сопротивлений, их строение, функции, принцип работы. Знает примеры электроразведочной аппаратуры. Владеет навыками работы с аппаратурой метода сопротивлений.	12
Знает и владеет методикой полевых работ, техникой обработки, качественной и количественной интерпретации материалов электрических зондирований. Знает примеры и умеет решать геолого-геофизические задачи.	11
Знает теоретические основы метода вертикального электрического зондирования, понятие некорректности обратной задачи, методологию интерпретации, способы регуляризации.	9

Знает теоретические основы метода электропрофилеирования, виды ЭП, решаемые геологические задачи. Знает и владеет методикой полевых работ, техникой обработки и интерпретации материалов электропрофилеирования.	8

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

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

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
----------------------------	----------------------------------	---

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.1.2</b> Создает и исследует модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии</p> <p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p><b>УК.2.1</b> Формулирует задачи, исходя из поставленной цели</p> <p><b>УК.4.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p>	<p>2. Метод вызванной поляризации (ВП)</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать теоретические основы метода естественного поля, механизмы образования ЕП, решаемые геологические задачи. Знать особенности и уметь работать с аппаратурой метода ЕП. Знать и владеть техникой полевых работ по методике потенциала/градиента потенциала, техникой обработки и интерпретации материалов ЕП. Знать теоретические основы метода заряженного тела, модификации метода, решаемые геологические задачи. Знать особенности и уметь работать с аппаратурой метода МЗТ. Знать и владеть техникой полевых работ МЗТ в электрической, магнитной модификации и гидрогеологическом варианте. Знать и владеть техникой обработки и интерпретации материалов МЗТ. Знать теоретические основы метода вызванной поляризации, модификации метода, решаемые геологические задачи. Знать особенности и уметь работать с аппаратурой метода ВП. Знать технику полевых работ методом ВП. Владеть приемами измерения поля ВП во временной, амплитудно-частотной и фазово-частотной области. Знать и владеть техникой обработки и интерпретации материалов метода ВП.</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.1.2</b> Создает и исследует модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии</p> <p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p><b>УК.2.1</b> Формулирует задачи, исходя из поставленной цели</p> <p><b>УК.4.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p>	<p>3. Электротомография (ЭТ) <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать особенности электроразведочных исследований по методике электротомографии в технике проведения полевых работ, обработке и интерпретации. Знать понятие 2D и 3D инверсии, аппаратуру, программное обеспечение. Владеть приемами полевых работ, обработки и интерпретации. Знать преимущества и недостатки ЭТ, решаемые задачи.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.1.2</b> Создает и исследует модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии</p> <p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p><b>УК.2.1</b> Формулирует задачи, исходя из поставленной цели</p> <p><b>УК.4.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p>	<p>7. Георадиолокация (ГРЛ)</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать теоретические основы магнитотеллурических методов, решаемые геологические задачи. Знать особенности аппаратуры МТЗ. Знать технику полевых работ МТЗ, МПТ. Владеть техникой обработки и интерпретации материалов МТЗ, МТП. Знать теоретические основы метода частотного зондирования, условия применения, понятие ассимптот ближней зоны, решаемые геологические задачи. Знать особенности аппаратуры ЧЗ. Знать технику полевых работ метода ЧЗ. Знать и владеть техникой обработки и интерпретации материалов частотного зондирования. Знать теоретические основы методов становления поля, модификации, решаемые геологические задачи. Знать особенности и основные характеристики аппаратуры метода ЗС. Знать технику полевых работ методом ЗСБ, ЗСД, МПП. Знать и владеть техникой обработки и интерпретации материалов метода ЗСБ. Знать теоретические основы метода георадиолокации, решаемые геологические и прикладные задачи. Знать особенности и уметь работать с аппаратурой ГРЛ. Знать и владеть техникой ведения полевых работ. Владеть техникой обработки и интерпретации материалов ГРЛ.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### 2. Метод вызванной поляризации (ВП)

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

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

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

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает теоретические основы метода вызванной поляризации, модификации метода,	

решаемые геологические задачи. Знает особенности и умеет работать с аппаратурой метода ВП. Знает технику полевых работ методом ВП. Владеет приемами измерения поля ВП во временной, амплитудно-частотной и фазово-частотной области. Знает и владеет техникой обработки и интерпретации материалов метода ВП.	13
Знает теоретические основы метода заряженного тела, модификации метода, решаемые геологические задачи. Знает особенности и уметь работать с аппаратурой метода МЗТ. Знает и владеет техникой полевых работ МЗТ в электрической, магнитной модификации и гидрогеологическом варианте. Знает и владеет техникой обработки и интерпретации материалов МЗТ.	9
Знает теоретические основы метода естественного поля, механизмы образования ЕП, решаемые геологические задачи. Знает особенности и уметь работать с аппаратурой метода ЕП. Знает и владеет техникой полевых работ по методике потенциала/градиента потенциала, техникой обработки и интерпретации материалов ЕП.	8

### 3. Электротомография (ЭТ)

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

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

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

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Владеет приемами полевых работ, обработки и интерпретации. Знает преимущества и недостатки ЭТ, решаемые задачи.	13
Знает особенности электроразведочных исследований по методике электротомографии в технике проведения полевых работ, обработке и интерпретации.	9
Знает понятие 2D и 3D инверсии, аппаратуру. Владеет программным обеспечением.	8

### 7. Георадиолокация (ГРЛ)

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

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

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

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Знать теоретические основы методов становления поля, модификации, решаемые геологические задачи. Знать особенности и основные характеристики аппаратуры метода ЗС. Знать технику полевых работ методом ЗСБ, ЗСД, МПП. Знать и владеть техникой обработки и интерпретации материалов метода ЗСБ.	12
Знает теоретические основы метода частотного зондирования, условия применения, понятие ассимптот ближней зоны, решаемые геологические задачи. Знает особенности аппаратуры ЧЗ. Знает технику полевых работ метода ЧЗ. Знает и владеет техникой обработки и интерпретации материалов частотного зондирования.	11
Знает теоретические основы магнитотеллурических методов, решаемые геологические задачи. Знать особенности аппаратуры МТЗ. Знает технику полевых работ МТЗ, МПТ.	9

Знает и владеет техникой обработки и интерпретации материалов МТЗ, МТП.	
Знает теоретические основы метода георадиолокации, решаемые геологические и прикладные задачи. Знает особенности и умеет работать с аппаратурой георадиолокации. Знает и владеет техникой ведения полевых работ. Знает и владеет техникой обработки и интерпретации получаемых материалов.	8