

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра геофизики

Авторы-составители: **Колесников Владимир Петрович**

Рабочая программа дисциплины

ЭЛЕКТРОМЕТРИЯ

Код УМК 69585

Утверждено
Протокол №10
от «15» июня 2021 г.

Пермь, 2021

1. Наименование дисциплины

Электрометрия

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **05.04.01** Геология

направленность Геофизические методы исследования земной коры

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

05.04.01 Геология (направленность : Геофизические методы исследования земной коры)

ОПК.3 Способен самостоятельно формулировать проблемы исследования, выбирать общенаучные методы в исследовательских целях и представлять результаты профессиональной деятельности

Индикаторы

ОПК.3.2 Осуществляет выбор общенаучных методов в исследовательских целях

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	05.04.01 Геология (направленность: Геофизические методы исследования земной коры)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	2
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	36
Проведение лекционных занятий	12
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	24
Самостоятельная работа (ак.час.)	72
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (2 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Электрметрия

1. Фундаментальные уравнения электродинамики, их физическая сущность. Природа электрического, магнитного и электромагнитного полей.

История создания фундаментальных основ методов электрметрии. Уравнение Максвелла. Материальные уравнения. Единственность решения уравнений Максвелла. Тока смещения. Время релаксации. Закона сохранения заряда. Физическое содержание основных электромагнитных характеристик материальной среды.

2. Петрофизические основы электрметрии

Обоснование применимости электрических и электромагнитных полей при изучении геологических сред. Факторы влияющие на удельное электрическое сопротивление горных пород, величину диэлектрической и магнитной проницаемости. Однозначность определения электрических свойств.

3. Источники электромагнитных полей. Суть метода комплексных амплитуд. Преобразование уравнений Максвелла для гармонически меняющегося поля
Способы излучения и регистрации электромагнитных полей. Общие принципы расчета полей источников произвольных размеров и конфигурации. Уравнения Максвелла для случая гармонически меняющегося поля. Метод комплексных амплитуд при решении прямых задач электрметрии.

4. Телеграфное уравнение. Типы моделей электромагнитных полей, используемых в электроразведке. Уравнение Гельмгольца. Физическое содержание волнового числа. Понятие ближней и дальней зон.

Телеграфное уравнение. Условие формирования и использования упрощенных типов моделей применительно к ряду базовых методов электрметрии. Уравнение Гельмгольца и его решение. Ближняя и дальняя зона. Оценка волнового числа.

5. Решение прямой задачи в случае квазистационарной модели электромагнитного поля для плоской волны, распространяющейся в однородной среде. Принцип частотного зондирования. Оценка эффективной глубины проникновения электромагнитного поля.

Уравнение Гельмгольца для случая квазистационарной модели электромагнитного поля для плоской волны, распространяющейся в однородной среде. Принцип частотного зондирования. Зависимость эффективной глубины зондирования от частотных характеристик электромагнитного поля и электрических свойств среды.

6. Решение прямой задачи в случае волновой модели электромагнитного поля для плоской волны, распространяющейся в однородной среде. Скорость распространения электромагнитных волн в геологической среде.

Уравнение Гельмгольца для случая волновой модели электромагнитного поля для плоской волны, распространяющейся в однородной среде. Скорость распространения электромагнитных волн в геологической среде.

7. Решение прямой задачи метода магнитотеллурического зондирования для модели Тихонова-Каньяра. Понятие импеданса и кажущегося сопротивления. Амплитудные и фазовые кривые зондирования.

Модель Тихонова-Каньяра. Решение прямой задачи метода магнитотеллурического зондирования на основе использования уравнения Гельмгольца и граничных условий для горизонтально-слоистой модели среды. Импеданс. Кажущееся сопротивление. Амплитудные и фазовые кривые зондирования.

8. Аппаратурно-программное обеспечение методов электрометрии

Аппаратура и программное обеспечение для выполнения полевой съемки методами, основанными на использовании различного рода электромагнитных полей. Принцип работы и функциональные возможности аппаратуры и программного обеспечения при решении различного рода задач.

9. Компьютерные технологии интерпретации результатов наблюдений, получаемых методами электрометрии.

Компьютерные технологии интерпретации результатов электрического и электромагнитного зондирования и профилирования. Интерпретация результатов полевых наблюдений при решении различного рода геологоразведочных задач.

10. Метод частотного зондирования (ЧЗ). Методика наблюдений и способ интерпретации.

Условия применения и решаемые задачи.

Метод частотного зондирования (ЧЗ). Методики выполнения полевых измерений методом ЧЗ. Обработка и интерпретация результатов наблюдений. Условия применения метода ЧЗ и виды решаемых задач.

11. Метод зондирования становлением поля (ЗСБ, МПП). Методика наблюдений. Способы интерпретации результатов. Условия применения и решаемые задачи.

Метод становления поля в ближней зоне (ЗСБ). Метод переходных процессов (МПП). Методики выполнения полевых измерений методами ЗСБ и МПП. Обработка и интерпретация результатов наблюдений. Условия применения методов ЗСБ и МПП, их достоинства и недостатки

12. Метод дипольного индуктивного профилирования (ДИП). Методика наблюдений. Способ интерпретации. Условия применения и решаемые задачи.

Метод дипольного индуктивного профилирования (ДИП). Аппаратура и методики выполнения полевых измерений. Обработка и интерпретация результатов наблюдений. Достоинств и недостатки метода ДИП. Условия применения метода ДИП и виды решаемых задач.

13. Метод радиоволнового просвечивания (РВП). Обработка и интерпретация материалов.

Условия применения и решаемые задачи.

Метод радиоволнового просвечивания (РВП), используемая аппаратура и методики выполнения полевых измерений. Обработка и интерпретация результатов наблюдений. Достоинства и недостатки метода РВП, условия применения и виды решаемых задач.

14. Метод магнитотеллурического зондирования и профилирования (МТЗ, МТП). Методика полевых наблюдений, обработка и интерпретации результатов наблюдений. Условия применения и решаемые задачи.

Физические основы методов магнитотеллурического зондирования (МТЗ) и профилирования (МТП), используемая аппаратура и методики выполнения полевых измерений. Обработка и интерпретация результатов наблюдений. Достоинства и недостатки методов МТЗ и МТП, условий применения и виды решаемых задач.

15. Метод георадарных исследований. Область применения и решаемые задачи.

Физические основы метода георадарного зондирования. Используемая аппаратура и методики выполнения полевых измерений методом георадарного зондирования. Обработка и интерпретация результатов наблюдений. Достоинства и недостатки метода георадарного зондирования, условия его применения и виды решаемых задач.

16. Численное моделирование электрических и электромагнитных полей

Физико-геологические модели различных геологических образований. Численное моделирование. Оценка проявления различных геологических образований в электрических и электромагнитных полях.

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. Колесников В. П. Основы интерпретации электрических зондирований:[монография]/В. П. Колесников.-М.:Научный мир,2007, ISBN 978-589-176-41-63.-248.-Библиогр.: с. 231-247
2. Колесников В. П. Электрометрия. 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. Редозубов А. А.Электроразведка.учебное пособие для студентов специальности 130201 "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых" Ч.
- 2.Электроразведка переменным током/А. А. Редозубов ; Федеральное агентство по образованию, Уральский государственный горный университет.-Екатеринбург,2008, ISBN 978-5-8019-0203-6.-189.- Библиогр.: с. 184-185

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 **Электрометрия** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

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

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)

- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

1.Офисный пакет приложений;

2.Приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов;

3.Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель);

4.Офисный пакет приложений «LibreOffice»;

5. Программа для обработки и интерпретации результатов вертикального электрического зондирования «ЗОНД».

При освоении материала и выполнения 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 компьютерами 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
Электрометрия**

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

ОПК.3

Способен самостоятельно формулировать проблемы исследования, выбирать общенаучные методы в исследовательских целях и представлять результаты профессиональной деятельности

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.3.2 Осуществляет выбор общенаучных методов в исследовательских целях</p>	<p>Знать фундаментальные основы электрометрии и области применения разных методов электрометрии, включая их возможности и ограничения для решения геологических задач, современные технологии ведения геологоразведочных работ методами электрометрии и их информационные возможности; физико-геологические основы, используемые при истолковании результатов электроразведочных наблюдений. Уметь грамотно формировать рациональный комплекс методов электрометрии и оценивать потенциальные возможности разных методов электрометрии для решения конкретных задач на основе теоретических представлений и анализа опыта выполненных работ, оценивать информационные возможности электроразведочных методов применительно к конкретным геоэлектрическим условиям. Владеть навыками организации и выполнения исследований методами электрометрии для решения конкретных задач и практического использования</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает фундаментальные основы электрометрии и области применения разных методов электрометрии, включая их возможности и ограничения для решения геологических задач, современные технологии ведения геологоразведочных работ методами электрометрии и их информационные возможности; физико-геологические основы, используемые при истолковании результатов электроразведочных наблюдений. Не умеет оценивать потенциальные возможности разных методов электрометрии для решения конкретных задач на основе теоретических представлений и анализа опыта выполненных работ, грамотно формировать рациональный комплекс методов электрометрии при решении конкретных задач, наиболее учитывающих информативность методов и экономическую эффективность выполнения работ; оценивать информационные возможности электроразведочных методов применительно к конкретным геоэлектрическим условиям. Не владеет навыками организации и выполнения исследований методами электрометрии для решения конкретных задач и практического использования современного аппаратурно-программного обеспечения при решении геологоразведочных задач; использования нормативных документов по проведению электроразведочных работ.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>современного аппаратурно-программного обеспечения при решении геологоразведочных задач.</p>	<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Знает фундаментальные основы электрометрии и области применения разных методов электрометрии, включая их возможности и ограничения для решения геологических задач, современные технологии ведения геологоразведочных работ методами электрометрии и их информационные возможности; физико-геологические основы, используемые при истолковании результатов электроразведочных наблюдений. Умеет оценивать потенциальные возможности разных методов электрометрии для решения конкретных задач на основе теоретических представлений и анализа опыта выполненных работ, грамотно формировать рациональный комплекс методов электрометрии при решении конкретных задач, наиболее учитывающих информативность методов и экономическую эффективность выполнения работ; оценивать информационные возможности электроразведочных методов применительно к конкретным геоэлектрическим условиям. Не владеет навыками организации и выполнения исследований методами электрометрии для решения конкретных задач и навыками: практического использования современного аппаратурно-программного обеспечения при решении геологоразведочных задач; использования нормативных документов по проведению электроразведочных работ.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Знает фундаментальные основы электрометрии и области применения разных методов электрометрии, включая их возможности и ограничения для решения геологических задач, современные технологии ведения геологоразведочных работ методами электрометрии и их информационные возможности; физико-геологические основы, используемые при истолковании результатов</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>электроразведочных наблюдений. Умеет оценивать потенциальные возможности разных методов электрометрии для решения конкретных задач на основе теоретических представлений и анализа опыта выполненных работ, формировать рациональный комплекс методов электрометрии при решении конкретных задач, наиболее учитывающих информативность методов и экономическую эффективность выполнения работ; оценивать информационные возможности электроразведочных методов применительно к конкретным геоэлектрическим условиям. Владеет частично навыками организации и выполнения исследований методами электрометрии для решения конкретных задач и практического использования современного аппаратурно-программного обеспечения при решении геологоразведочных задач; использования нормативных документов по проведению электроразведочных работ.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает фундаментальные основы электрометрии и области применения разных методов электрометрии, включая их возможности и ограничения для решения геологических задач, современные технологии ведения геологоразведочных работ методами электрометрии и их информационные возможности; физико-геологические основы, используемые при истолковании результатов электроразведочных наблюдений. Умеет оценивать потенциальные возможности разных методов электрометрии для решения конкретных задач на основе теоретических представлений и анализа опыта выполненных работ, грамотно формировать рациональный комплекс методов электрометрии при решении конкретных задач, наиболее учитывающих информативность методов и экономическую</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>эффективность выполнения работ; оценивать информационные возможности электроразведочных методов применительно к конкретным геоэлектрическим условиям. Владеет навыками организации и выполнения исследований методами электротометрии для решения конкретных задач и практического использования современного аппаратурно-программного обеспечения при решении геологоразведочных задач; использования нормативных документов по проведению электроразведочных работ.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : 9691

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 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	1. Фундаментальные уравнения электродинамики, их физическая сущность. Природа электрического, магнитного и электромагнитного полей. Входное тестирование	Владение знаниями основ физики, математики, электроразведки, петрофизики
ОПК.3.2 Осуществляет выбор общенаучных методов в исследовательских целях	3. Источники электромагнитных полей. Суть метода комплексных амплитуд. Преобразование уравнений Максвелла для гармонически меняющегося поля Защищаемое контрольное мероприятие	ЗНАТЬ способы возбуждения и регистрации электрических и электромагнитных полей; суть и назначение метода комплексных амплитуд. УМЕТЬ осуществлять преобразование фундаментальных уравнений Максвелла для случая гармонически меняющегося поля. ВЛАДЕТЬ навыками использования основных уравнений теории поля при проведении

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.3.2 Осуществляет выбор общенаучных методов в исследовательских целях	5. Решение прямой задачи в случае квазистационарной модели электромагнитного поля для плоской волны, распространяющейся в однородной среде. Принцип частотного зондирования. Оценка эффективной глубины проникновения электромагнитного поля. Защищаемое контрольное мероприятие	ЗНАТЬ базовые основы решения прямых задач электрометрии, принципы частотного зондирования. УМЕТЬ осуществлять решение прямой задачи в случае однородной среды. ВЛАДЕТЬ способом оценки эффективной глубины зондирования для различных геологических условий при использовании электромагнитного полей различных частот.
ОПК.3.2 Осуществляет выбор общенаучных методов в исследовательских целях	14. Метод магнитотеллурического зондирования и профилирования (МТЗ, МТП). Методика полевых наблюдений, обработка и интерпретации результатов наблюдений. Условия применения и решаемые задачи. Итоговое контрольное мероприятие	ЗНАТЬ суть и методику методов МТЗ, МТП, условия их применения и решаемые задачи. УМЕТЬ выполнять обработку и интерпретацию результатов полевых наблюдений. ВЛАДЕТЬ компьютерными средствами для численного моделирования электромагнитных полей.

Спецификация мероприятий текущего контроля

1. Фундаментальные уравнения электродинамики, их физическая сущность. Природа электрического, магнитного и электромагнитного полей.

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
Знание основ петрофизики.	3
Знание основ электроразведки.	3
Знание основ математики.	2
Знание основ физики.	2

3. Источники электромагнитных полей. Суть метода комплексных амплитуд. Преобразование уравнений Максвелла для гармонически меняющегося поля

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**
 Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
ЗНАТЬ способы возбуждения и регистрации электрических и электромагнитных полей; суть и назначение метода комплексных амплитуд.	15
ВЛАДЕТЬ навыками использования основных уравнений теории поля при проведении численного анализа электромагнитных полей.	8
УМЕТЬ осуществлять преобразование фундаментальных уравнений Максвелла для случая гармонически меняющегося поля.	7

5. Решение прямой задачи в случае квазистационарной модели электромагнитного поля для плоской волны, распространяющейся в однородной среде. Принцип частотного зондирования. Оценка эффективной глубины проникновения электромагнитного поля.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**
 Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
ЗНАТЬ базовые основы решения прямых задач электротометрии, принципы частотного зондирования.	15
ВЛАДЕТЬ способом оценки эффективной глубины зондирования для различных геологических условий при использовании электромагнитного полей различных частот.	8
УМЕТЬ осуществлять решение прямой задачи в случае однородной среды.	7

**14. Метод магнитотеллурического зондирования и профилирования (МТЗ, МТП).
 Методика полевых наблюдений, обработка и интерпретации результатов наблюдений.
 Условия применения и решаемые задачи.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**
 Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
ВЛАДЕТЬ компьютерными средствами для численного моделирования электромагнитных полей.	10
УМЕТЬ выполнять обработку и интерпретацию результатов полевых наблюдений.	10
Знать условия применения методов и решаемые задачи.	10
ЗНАТЬ суть и методику методов МТЗ, МТП.	10