

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой Геофизики



В. Н. Глазнев

15.04.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.16 Электроразведка

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: 05.03.01 Геология
2. Профиль подготовки/специализации: Геофизические методы поисков и разведки минеральных ресурсов
3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр
4. Форма образования: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: геофизики
6. Составители программы: Груздев Владислав Николаевич, к. ф.-м. н., доцент
7. Рекомендована: научно-методическим советом геологического факультета, протокол № 5 от 15.04.2022 г.
8. Учебный год: 2024-2025 Семестр: 5, 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Электроразведка» является:

- подготовка бакалавров – геофизиков, владеющих знаниями физико-математической теории электроразведки на постоянном и переменном токе и обладающих практическими навыками проведения исследований и интерпретации материалов электроразведки.

Задачи учебной дисциплины:

- освоение обучаемыми принципов работы современной электроразведочной аппаратуры;
- получение обучаемыми знаний о методике и технике выполнения полевых работ;
- приобретение обучаемыми знаний о способах обработки и интерпретации материалов полевых наблюдений.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Блок 1. Вариативная часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Требование к входным знаниям: базовые знания, умения и навыки по дисциплинам Математика, Физика, Химия, Информатика, Математическая статистика в геофизике, Методы компьютерной статистики в геофизике, Численные методы в геофизике, Методы компьютерной математики в геофизике, Минералогия с основами кристаллографии, Петрография, Геофизика, Дифференциальные уравнения в геофизике, Методы математической физики в геофизике, Геофизическая аппаратура, Интегральные преобразования в геофизике, Спектральный анализ в геофизике, Теория поля.

Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей: Геофизические исследования скважин, Научно-исследовательская работа, Индуктивная электроразведка, Методы рудной электроразведки, Скважинная геофизика, Промысловая геофизика, Методы решения обратных задач геофизики, Прямые и обратные задачи геофизики, Методы инженерной геофизики, Геофизические методы в гидрогеологических исследованиях, Магнитотеллурические методы, Методы структурной электроразведки, Организация и планирование геофизических работ, Менеджмент геофизических проектов, Комплексирование геофизических методов, Физика Земли, Геолого-геофизические модели.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен выполнять регистрацию геофизических данных в процессе полевых и лабораторных геофизических исследований	ПК-1.1	Выполняет регистрацию полевых и лабораторных геофизических наблюдений	Знать: устройство, назначение и основные функции современной электроразведочной аппаратуры и специального оборудования Уметь: использовать электроразведочную аппаратуру для решения практических задач Владеть: методикой и техникой выполнения полевых работ, способами интерпретации материалов полевых наблюдений электроразведки на постоянном и переменном токе

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час (в соответствии с учебным планом) — 5180.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен): зачёт, экзамен.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			5	6
Аудиторные занятия		84	48	36
В том числе:	лекции	28	16	12
	практические	28	16	12
	лабораторные	28	16	12
Самостоятельная работа		60	24	36
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)		36	-	36
Итого:		180	72	108

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Предмет электроразведки, ее роль в комплексе геофизических методов.	Классификация методов электроразведки. Геологические основы электроразведки. Электромагнитные свойства горных пород, их зависимость от физико-геологических параметров горных пород.	Электроразведка
1.2	Геологические и теоретические основы электроразведки	Решение прямых задач для точечного источника, системы точечных, дипольных и линейных источников постоянного тока. Понятие кажущегося удельного сопротивления. Методы возбуждения и измерения электрических полей. Влияние переходных сопротивлений заземлений на интенсивность первичного поля.	Электроразведка
1.3	Методы кажущихся сопротивлений	Методы электропрофилирования на постоянном токе. Расчет параметров установок, выбор рациональной методики полевых работ. Принципы обработки и результаты оформления полевых наблюдений. Решение прямых задач ЭП над контактом двух сред, вертикальным пластом, локальными объектами сферической формы. Интерпретация результатов электропрофилирования. Область применения ЭП. Метод вертикального электрического зондирования (ВЭЗ). Элементы теории поля точечного источника над горизонтально-слоистыми средами. Теоретические кривые зондирования, способы их изображения, асимптоты кривых. Типы горизонтально-слоистых разрезов. Параметры обобщенного геоэлектрического разреза. Виды зондирования, методика и техника их выполнения, помехи и способы их устранения. Методы обработки и интерпретации материалов полевых наблюдений графоаналитическими способами и на ЭВМ. Геологическое истолкование результатов зондирования, область применения. Метод заряда. Сущность метода. Прослеживание эквипотенциальных линий, градиентов потенциала магнитного поля над заряженным телом. Гидрогеологический вариант метода заряда. Применение метода заряда для корреляции разрезов по скважинам. Решение прямых и обратных задач в методе заряда. Область применения метода.	Электроразведка
1.4	Методы электрохимической поляризации	Метод естественного электрического поля. Природа естественных электрических полей. Методика и тех-	Электроразведка

		ника полевых работ. Обработка и оформление результатов полевых наблюдений. Решение прямых задач для естественно-поляризованных тел простой формы – сфера, цилиндр, пласт. Основы интерпретации, область применения. Метод вызванной поляризации. Природа поля вызванной поляризации горных пород. Основные способы измерений вызванной поляризации. Методика и техника полевых работ. Решение прямых и обратных задач в методе ВП. Скважинные варианты метода, контактный способ поляризационных кривых. Область применения метода.	
1.5	Методы электроразведки на переменном токе. Магнитотеллурические методы	Методы переменных электромагнитных полей. Разновидности электромагнитных полей, применяемых в электроразведке. Основные характеристики электромагнитных полей. Способы возбуждения и регистрации электромагнитных полей. Влияние покровных и вмещающих отложений, выбор частот для работы методом переменного тока. Магнитотеллурические методы. Общие сведения о магнитотеллурическом поле земли. Магнитотеллурическое зондирование, профилирование. Метод теллурических токов. Методика полевых работ, аппаратура. Обработка и интерпретация материалов полевых наблюдений. Область применения магнитотеллурических методов.	Электроразведка
1.6	Методы частотного зондирования и зондирования становлением поля	Зондирование гармоническими электромагнитными полями. Установки частотного зондирования. Методика полевых работ. Обработка и анализ материалов. Зондирования становлением поля. Разновидности зондирования, кривые кажущегося сопротивления и проводимости. Методика полевых работ, обработка и анализ результатов. Область применения.	Электроразведка
1.7	Индуктивные методы рудной электроразведки. Метод переходных процессов. Радиоволновые методы.	Общие сведения об индуктивных методах: незаземленной петли, длинного кабеля, дипольно-индуктивного профилирования. Методика и техника полевых работ. Методика обработки и интерпретации материалов полевых наблюдений. Метод переходных процессов. Сущность метода и основные модификации. Методика полевых работ. Анализ переходных процессов над телами простой формы. Обработка и интерпретация материалов полевых наблюдений. Радиоволновые методы. Общие сведения о радиоволновых методах, основные модификации радиоволновых методов. Методика полевых наблюдений. Вторичные поля над объектами простой формы. Обработка и интерпретации материалов полевых наблюдений. Область применения радиоволновых методов.	Электроразведка
2. Практические занятия			
2.1	Магнитотеллурические методы. Магнитотеллурическое профилирование	Обработка и интерпретация результатов магнитотеллурического профилирования.	Электроразведка
2.2	Магнитотеллурические методы. Магнитотеллурическое зондирование	Обработка и интерпретация результатов магнитотеллурического зондирования.	Электроразведка
2.3	Метод теллурических токов	Обработка и интерпретация результатов метода теллурических токов	Электроразведка
2.4	Метод переходных процессов	Обработка и интерпретация результатов полевых работ методом переходных процессов.	Электроразведка
3. Лабораторные работы			
3.1	Классификация методов	Электрические свойства горных пород и руд. Электри-	Электроразведка

	электроразведки. Электромагнитные свойства горных пород	ческие свойства природных растворов.	
3.2	Геологические и теоретические основы электроразведки	Нормальные электрические поля. Два разнополярных точечных источников. Дипольный источник. Точечный источник в однородной анизотропной среде.	Электроразведка
3.3	Методы кажущихся сопротивлений	Электропрофилирование. Интерпретация материалов электропрофилирования над контактом и пластом. Метод заряженного тела. Обработка результатов наблюдений и качественная интерпретация. Решение прямых и обратных задач МЗТ.	Электроразведка
3.4	Методы электрохимической поляризации	Метод естественного поля (ЕП). Интерпретация результатов метода естественного поля. Интерпретация результатов метода естественного поля, полученных над цилиндром. Метод ВП. Поле ВП в однородных и неоднородных средах. Методика и техника полевых работ. Основные способы измерений ВП. Обработка и интерпретация результатов наблюдений. Выделение аномалий ВП. Определение глубины залегания тел. Определение направления падения тел и их протяженность на глубину.	Электроразведка
3.5	Методы электроразведки на переменном токе	Построение и S-интерпретация кривых МЗТ. Сглаживающие кубические сплайны. Определение наименее искаженных кривых. Метод контролируемой трансформации. S-интерпретация кривых МЗТ. Прямой расчет импеданса на земной поверхности с использованием систем компьютерной математики. Обработка магнитовариационных данных. Метод Визе. Цифровая фильтрация.	Электроразведка
3.6	Методы частотных зондирований и методы становления поля	Обработка и интерпретация кривых зондирования становлением поля.	Электроразведка
3.7	Индуктивные методы рудной электроразведки	Интерпретация результатов наблюдений низкочастотными методами.	Электроразведка

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)					
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	Всего
1.1	Введение в электроразведку	2	2	-	2	-	6
1.2	Геологические и теоретические основы электроразведки.	4	4	3	8	6	25
1.3	Методы кажущихся сопротивлений	4	4	5	10	6	29
1.4	Методы электрохимической поляризации.	5	5	5	10	6	33
1.5	Методы электроразведки на переменном токе.	5	5	5	10	6	31
1.6	Методы зондирования частотных и становлением поля.	4	4	5	10	6	29
1.7	Индуктивные методы рудной электроразведки.	4	4	5	10	6	29
	Итого:	28	28	28	60	36	180

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с конспектами лекций, презентационным материалом, рекомендации по выполнению курсовой работы, по организации самостоятельной работы по дисциплине и др.)

Имеется электронный курс «Электроразведка» на образовательном портале, который содержит презентации лекций, ссылки на литературу, вопросы для самоконтроля,

методические указания для выполнения лабораторных работ и тесты:
<https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2751>.

Вид работы	Методические указания
Подготовка к лекциям, работа с презентационным материалом и составление конспекта	Лекция является важнейшей составляющей учебного процесса, В ходе лекции обучающийся имеет возможность непосредственного, интерактивного контакта с преподавателем. Лектор знакомит обучающегося с новым материалом, разъясняет учебные элементы, трудные для самостоятельного понимания, систематизирует учебный материал и ориентирует в учебном процессе. В ходе лекционных занятий рекомендуется: а) вести конспектирование учебного материала, обращая при этом внимание на категории и формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт исследований; б) желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых, в последующем, делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, почерпнутых из рекомендованной литературы; в) задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений и разрешения противоречивых позиций; г) дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.
Лабораторные занятия	Лабораторные занятия допускают различные формы проведения и могут быть направленными на освоение современного оборудования, программных средств обработки данных, проведение экспериментальных исследований и пр. При подготовке к <u>лабораторному занятию</u> необходимо изучить теоретический материал, который будет использоваться в ходе выполнения лабораторной работы. Нужно внимательно прочитать методические указания (описание) к лабораторной работе и продумать план выполнения работы. Непосредственному выполнению лабораторной работы может предшествовать краткий опрос обучающихся преподавателем для оценки их готовности к занятию. При выполнении лабораторной работы, достаточно часто, выполняются следующие операции: а) измерение различных физических параметров; г) анализ, обработка данных и обобщение результатов; д) защита результатов. При защите результатов работы, преподаватель определяет степень понимания обучающимся смысла выполненной лабораторной работы и полученных им результатов.
Консультации	Консультации предполагают повторный разбор учебного материала, который либо слабо усвоен обучающимися, либо не усвоен совсем. Основная цель консультаций – восполнение пробелов в знаниях студентов. К такому виду консультаций относятся текущие индивидуальные и групповые консультации по учебному предмету и предэкзаменационные консультации. На консультациях преподаватель может разъяснить способы и приемы самостоятельной работы с конкретным материалом или при выполнении конкретного задания. К такому виду консультаций будут относиться консультации по курсовым и дипломным работам, консультации в период проведения учебных и производственных практик. Такие консультации могут проводиться и с помощью электронной почты. Для того, чтобы консультация прошла результативно, вопросы нужно готовить заранее.
Подготовка к текущей аттестации	Текущая аттестация – это контроль процесса освоения обучающимися содержания образовательных программ, формирования соответствующих компетенций, первичных профессиональных умений и навыков; оценка результатов самостоятельной деятельности обучающихся. Форма проведения текущей аттестации может быть устной или письменной, а также с использованием современных информационных технологий. Возможны следующие формы текущей аттестации: а) контрольная работа; б) круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты; в) проект; г) реферат; д) доклад, сообщение; ж) собеседование; з) творческое задание; и) тест; к) эссе и др. Текущая аттестация осуществляется с применением фонда оценочных средств (КИМы, комплекты разноуровневых заданий, задачи и т.п.). При подготовке к текущей аттестации необходимо, изучить конспект лекций, соответствующие разделы учебников и учебных пособий, проработать рекомендованную дополнительную литературу. Возможность использования обучающимися при проведении аттестации учебной литературы, справочных пособий и других вспомогательных материалов определяется преподавателем. По решению кафедры, результаты текущей аттестации могут учитываться при промежуточной аттестации обучающихся.
Выполнение тестов	Тестирование является одним из наиболее эффективных методов контроля знаний обучающихся. Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие либо конкретный, краткий, четкий ответ на вопрос, либо несколько вариантов ответа, если в во-

	<p>просе содержится множественная характеристика явления или факта. Подготовка обучающегося к тестированию предусматривает необходимость: а) проработать информационный материал по дисциплине; б) изучить терминологические аспекты дисциплины, иметь в виду возможное наличие различающихся определений одного и того же понятия в разных учебных источниках; в) если в дидактическом материале содержатся статистические данные, то их необходимо систематизировать, используя схемы и таблицы. Определившись с вариантом ответа на тестовое задание, необходимо выполнить проверку его правильности, мысленно повторив весь ход своего учебного поиска.</p>
Выполнение кейс-задания (ситуационная задача)	<p>Кейс (ситуационная задача) — это строящееся на реальных фактах описание проблемной ситуации, которая требует решения. Решить кейс – это значит исследовать предложенную ситуацию (кейс), собрать и проанализировать информацию, предложить возможные варианты решений и выбрать из них наиболее предпочтительный. Алгоритм решения кейс-задания: а) анализ кейса; б) выдвижение гипотезы; в) выбор оптимального варианта; г) прогнозирование; д) анализ предполагаемых результатов; е) оформление результатов решения кейса и его защита или презентация.</p>
Самостоятельная работа обучающегося	<p>Самостоятельная работа обучающегося является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Она может выполняться в библиотеке, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также – в домашних условиях. Материал учебной дисциплины, предусмотренный рабочим учебным планом для усвоения обучающимся в процессе самостоятельной работы, выносится на промежуточную аттестацию наряду с учебным материалом, который рассматривался при проведении учебных занятий. Самостоятельная работа обучающихся во внеаудиторное время может состоять из: а) повторения лекционного материала; б) подготовки к семинарам (практическим занятиям); в) изучения учебной и научной литературы; г) изучения нормативных материалов (в т.ч. в электронных базах данных); д) решения задач, выданных на практических занятиях; ж) подготовки к контрольным работам, тестированию и т.д.; з) подготовки к семинарам устных докладов (сообщений); и) подготовки рефератов, эссе и иных индивидуальных письменных работ по заданию преподавателя; к) выполнения курсовых работ, предусмотренных учебным планом; л) выполнения выпускных квалификационных работ и др.; м) выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями факультета в рамках их консультаций; н) проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах рабочей программы дисциплины задач, тестов, написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы.</p>
Подготовка к промежуточной аттестации: экзамен/зачет/зачет с оценкой	<p>Промежуточная аттестация направлена на проверку конечных результатов обучения, выявление степени усвоения обучающимися системы знаний, умений и навыков, полученных в результате изучения данной дисциплины.</p> <p>Подготовка к экзамену/зачету/зачету с оценкой включает в себя три этапа: а) самостоятельная работа в течение семестра; б) непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету/зачету с оценкой/экзамену по темам курса; в) подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах. В период подготовки, обучающийся повторно обращается к пройденному учебному материалу. Подготовка осуществляется на основании методических рекомендаций по дисциплине и списка вопросов изучаемой дисциплины, конспектов лекций, учебников и учебных пособий, научных статей, информации Интернет-среды. Для получения более полной и разносторонней информации рекомендуется использовать несколько учебников. Обучающийся вправе сам придерживаться любой из представленных в учебниках точек зрения по спорной проблеме (в том числе, отличной от мнения преподавателя), но при условии ее достаточной научной аргументации. Основным источником подготовки к зачету является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники. В ходе подготовки к экзамену, обучающимся необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем. Экзамен/зачет/зачет с оценкой проводится по вопросам, охватывающим весь пройденный в рамках дисциплины материал.</p>

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Груздев, Владислав Николаевич. Электроразведка (МЗТ, ЕП, ЭП) [Электронный ресурс] : учебное пособие : [для студ. бакалавров геол. фак. направления 05.03.01 "Геология", для студ. 3 курса дневного отд-ния по профилю геофизика, направления "Геология" по дисциплине "Электроразведка"] / В.Н. Груздев ; Воронеж. гос. ун-т, Геол. фак., Каф. геофизики .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж, 2019 .— Загл. с титула экрана .— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— Текстовый файл .— <URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m19-153.pdf>.
2	Груздев, Владислав Николаевич. Электроразведка (ВЭЗ) [Электронный ресурс] : учебное пособие : [для студ. бакалавров геол. фак. направления 05.03.01 "Геология", для студ. 3 курса дневного отд-ния по профилю геофизика, направления "Геология" по дисциплине "Электроразведка"] / В.Н. Груздев ; Воронеж. гос. ун-т, Геол. фак., Каф. геофизики .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж, 2019 .— Загл. с титула экрана .— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— Текстовый файл .— <URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m19-152.pdf>.
3	Стогний, Валерий Васильевич. Электроразведка: принципы измерения и аппаратура : учебное пособие / В.В. Стогний ; Кубан. гос. ун-т .— Краснодар : Кубанский гос. ун-т, 2009 .— 246 с. : ил .— Библиогр.: с.238-239. - 2 экз.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Матвеев, Борис Константинович. Электроразведка при поисках месторождений полезных ископаемых : учебник для студ. вузов, обуч. по спец."Геофизические методы поисков и разведки полезных ископаемых" / Б.К. Матвеев .— М. : Недра, 1982 .— 376 с. : ил., табл.
5	Якубовский, Юрий Владимирович. Электроразведка : учебник для геофизических спец. вузов / Ю.В. Якубовский, И.В. Ренард .— 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Недра, 1991 .— 358,[1] с. : ил. — (Высшее образование).
6	Смирнов, Аркадий Алексеевич. Руководство по обработке и интерпретации результатов наземной электроразведки : учебное пособие для студ. геол. спец. вузов : [в 2 ч.] / А.А. Смирнов, С.Н. Закутский, И.В. Притыка .— Воронеж : Изд-во Воронежского ун-та, 1984-. Ч. 1: Электромагнитное зондирование .— 1984 .— 232 с. : ил.
7	Смирнов, Аркадий Алексеевич. Руководство по обработке и интерпретации результатов наземной электроразведки : учебное пособие для студ. геол. спец. вузов : [в 2 ч.] / А.А. Смирнов, С.Н. Закутский, И.В. Притыка .— Воронеж : Изд-во Воронежского ун-та, 1984-. Ч. 2: Электромагнитное профилирование .— 1985 .— 144 с. : ил.
8	Лузин А.К. Электроразведка (спецкурс по индуктивным и радиоволновым методам рудной электроразведки) / А.К. Лузин. - М.: Недра, 1973.
9	Матвеев Б.К. Электроразведка при поисках месторождений полезных ископаемых / Б.К. Матвеев. - М.: Недра, 1993.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
10	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» http://biblioclub.ru/
11	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» http://www.studmedlib.ru
12	Электронно-библиотечная система «Лань» https://e.lanbook.com/
13	Электронно-библиотечная система «РУКОНТ» (ИТС Контекстум) http://rucont.ru
14	Электронно-библиотечная система «Юрайт» https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru
15	Электронный курс «Электроразведка» - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2751

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы, онлайн-курсы, ЭУМК

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Электроразведка (МЗТ, ЕП, ЭП) : практикум для вузов / сост. : И.В. Притыка, С.Н. Закутский, В.Н. Груздев .— Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2010 .— 52 с. — Тираж 25. 3,3 п.л.
2	Геофизика (Электроразведка) : практикум для вузов / сост. : И.В. Притыка, В.Н. Груздев .— Воро-

	неж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2008 .— 50 с. — Тираж 55. 3.1 п.л.
3	Электронный курс «Электроразведка» - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2751

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

№ пп	Программное обеспечение
1	WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmс
2	OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmс
3	СПС "Консультант Плюс" для образования
4	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах
5	Университетская лицензия на программный комплекс для ЭВМ -MathWorks Total Academic Headcount – 25
6	Неисключительные права на ПО Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition

Электронный курс лекций "Электроразведка" на Образовательном портале ВГУ – <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2751>.

Программа курса реализуется с применением дистанционных технологий.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

№ пп	№ аудитории	Адрес	Название аудитории	Тип аудитории	Материально-техническое обеспечение
1	6	г. Воронеж, Университетская пл.1, первый корпус	Лаборатория электроразведки	лаборатория	АЭ-72 (2 комплекта), АНЧ-3 (2 комплекта), «Теллур» (2 комплекта), АИЭ-1 (1 комплект), Аппаратура ВЭЗ-ВП (1 комплект). Компьютеры Intel Celeron – 5 шт., мультимедийная система на ТВ
2	101п	г. Воронеж, Университетская пл.1, корпус 1Б	Лаборатория гравимагнитных методов	лаборатория	Компьютер Intel Atom, LCD-проектор BENQ MP 515
3	104п	г. Воронеж, Университетская пл.1, корпус 1Б	Лаборатория информационных технологий	лаборатория	Персональный компьютер Core i3-4130 3,4 GH 4GB RAM DDR3-1600 500GB HDD2+2 USB 2.0/2USB 3.0 Intel graphics 4400 VGA/HDMI Mouse+Key Board (15 шт.), TV LG 42"

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Классификация методов электроразведки. Электромагнитные свойства горных пород	ПК-1.1	Выполняет регистрацию полевых и лабораторных геофизических наблюдений	Лабораторная работа № 1 Тест № 1 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на Образовательном портале ВГУ
2	Геологические и теоретические основы электроразведки	ПК-1.1	Выполняет регистрацию полевых и лабораторных геофизических наблюдений	Лабораторная работа № 2 Тест № 2 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на Образовательном портале ВГУ
3	Методы кажущихся сопротивлений	ПК-1.1	Выполняет регистрацию полевых и лабо-	Лабораторная работа № 3 Тест № 3

			раторных геофизических наблюдений	Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на Образовательном портале ВГУ	
4	Методы электрохимической поляризации	ПК-1.1	Выполняет регистрацию полевых и лабораторных геофизических наблюдений	Лабораторная работа № 4 Тест № 4 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на Образовательном портале ВГУ	
5	Методы электроразведки на переменном токе	ПК-1.1	Выполняет регистрацию полевых и лабораторных геофизических наблюдений	Лабораторная работа № 5 Практическое задание № 1 Тест № 5 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на Образовательном портале ВГУ	
6	Методы частотных зондирований и методы становления поля	ПК-1.1	Выполняет регистрацию полевых и лабораторных геофизических наблюдений	Лабораторная работа № 6 Практическое задание № 2-3 Тест № 6 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на Образовательном портале ВГУ	
7	Индуктивные методы рудной электроразведки	ПК-1.1	Выполняет регистрацию полевых и лабораторных геофизических наблюдений	Лабораторная работа № 7 Практическое задание № 4 Тест № 7 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на Образовательном портале ВГУ	
Промежуточная аттестация, форма контроля – зачёт. Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме на Образовательном портале ВГУ				КИМ № 1	
Промежуточная аттестация, форма контроля – экзамен. Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме на Образовательном портале ВГУ				КИМ № 2	

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Практические задания:

1. Обработка и интерпретация результатов магнитотеллурического профилирования.
2. Обработка и интерпретация результатов магнитотеллурического зондирования.
3. Обработка и интерпретация результатов метода теллурических токов.
4. Обработка и интерпретация результатов полевых работ методом переходных процессов.

Тестовые задания:

Тест № 1

1. Предмет электроразведки.
2. Роль электроразведки в комплексе геофизических методов.
3. Геологические основы электроразведки.
4. Электромагнитные свойства горных пород.
5. Зависимость электрических свойств горных пород от физико-геологических параметров.
6. Понятие геоэлектрического разреза.
7. Какое существует соответствие между геологическим разрезом и геоэлектрическим разрезом.
8. В чем заключается прямая задача электроразведки? Методы решения прямой задачи.
9. В чем заключается обратная задача электроразведки?
10. В чем заключается неоднозначность решения обратной задачи электроразведки? Как снизить степень неоднозначности решения обратной задачи?

11. Классификация электроразведочных методов по характеру исследуемых полей.
12. Классификация электроразведочных методов по характеру зависимости поля от времени.
13. Классификация электроразведочных методов в зависимости от расположения источников поля и точек наблюдения.
14. Классификация электроразведочных методов по характеру решаемых геологических задач
15. Что изучает структурная электроразведка?
16. Какие задачи решает инженерная электроразведка?
17. Что характеризует диэлектрическая проницаемость горных пород?
18. Что характеризует магнитная проницаемость горных пород?
19. Что характеризует электрохимическая активность горных пород?
20. Что характеризует поляризуемость горных пород?

Тест № 2

1. Общие сведения из теории постоянных полей.
2. Решение прямых задач для точечных источников постоянного тока.
3. Решение прямых задач для системы точечных источников постоянного тока.
4. Решение прямых задач для дипольных источников постоянного тока.
5. Решение прямых задач для линейных источников постоянного тока.
6. Эффективная глубина проникновения электрических токов.
7. Понятие кажущегося удельного сопротивления.
8. Методы возбуждения электромагнитных полей.
9. Методы измерения электромагнитных полей.
10. Влияние переходных сопротивлений заземлений на интенсивность первичного поля.
11. Как образуется двойной электрический слой на контакте жидкой и твердой фаз горной породы?
12. Что происходит с двойным электрическим слоем при отсутствии внешнего электрического поля? Что происходит с двойным электрическим слоем при наложении внешнего электрического поля?
13. Какое поле, создаваемое питающими заземлениями, называется нормальным?
14. От чего зависит глубинность исследования в методах сопротивления?
15. Какое поле создается питающими заземлениями в неоднородной среде?
16. Роль каких зарядов и как возрастает по мере удаления от питающих заземлений?
17. Для чего используются обобщенные параметры многослойного разреза? И от чего они зависят?
18. Что называется продольной проводимостью пласта?
19. Что такое суммарная продольная проводимость многослойного разреза?
20. Что такое суммарное поперечное сопротивление многослойного разреза?

Тест № 3

1. Методы электропрофилирования на постоянном токе.
2. Сущность методов, установки для работы методом сопротивлений.
3. Расчет параметров установок.
4. Выбор рациональной методики полевых работ.
5. Принципы обработки результатов полевых работ.
6. Порядок оформления результатов полевых работ.
7. Решение прямых задач ЭП над контактом двух сред.
8. Решение прямых задач ЭП над вертикальным пластом.
9. Решение прямых задач ЭП над локальными объектами сферической формы.
10. Интерпретация результатов электропрофилирования.
11. Область применения ЭП.
12. Метод вертикального электрического зондирования (ВЭЗ).
13. Элементы теории поля точечного источника над горизонтально-слоистыми средами.
14. Теоретические кривые зондирования, способы их изображения, асимптоты кривых.
15. Типы горизонтально-слоистых разрезов.
16. Параметры обобщенного геоэлектрического разреза.
17. Виды зондирования, методика и техника их выполнения, помехи и способы их устранения.
18. Методы обработки и интерпретации материалов полевых наблюдений графоаналитическими способами и на ЭВМ.
19. Геологическое истолкование результатов зондирования, область применения.
20. Метод заряда.

21. Прослеживание эквипотенциальных линий градиента потенциала над заряженным телом.
22. Гидрогеологический вариант метода заряда.
23. Применение метода заряда для корреляции разрезов по скважинам.
24. Решение прямых и обратных задач в методе заряда.
25. Область применения метода заряда.

Тест № 4

1. Метод естественного электрического поля.
2. Природа естественных электрических полей.
3. Методика и техника полевых работ методом ЕП.
4. Обработка и оформление результатов полевых наблюдений методом ЕП.
5. Решение прямых задач для естественно-поляризованной сферы.
6. Решение прямых задач для естественно-поляризованного цилиндра.
7. Решение прямых задач для естественно-поляризованного пласта.
8. Основы интерпретации в методе ЕП.
9. Область применения метода ЕП.
10. Метод вызванной поляризации.
11. Природа поля вызванной поляризации горных пород.
12. Основные способы измерения вызванной поляризации.
13. Методика и техника проведения полевых работ методом ВП.
14. Решение прямых задач в методе ВП.
15. Решение обратных задач в методе ВП.
16. Скважинные варианты метода ВП.
17. Контактный способ поляризации кривых.
18. Область применения метода ВП.

Тест № 5

1. Методы переменных электромагнитных полей.
2. Разновидности электромагнитных полей применяемых в электроразведке.
3. Основные характеристики электромагнитных полей.
4. Способы возбуждения электромагнитных полей.
5. Способы регистрации электромагнитных полей.
6. Влияние покровных и вмещающих отложений на электромагнитное поле.
7. Выбор частоты для работы методом переменного тока.
8. Магнитотеллурические методы.
9. Общие сведения о магнитотеллурическом поле Земли.
10. Магнитотеллурическое зондирование (МТЗ).
11. Магнитотеллурическое профилирование (МТП).
12. Метод теллурических токов (ТТ).
13. Магнитовариационное профилирование (МВП).
14. Магнитовариационное зондирование (МВЗ).
15. Глубинное электромагнитное зондирование (ГМТЗ).
16. Методика полевых работ магнитотеллурическими методами.
17. Методика обработки и интерпретации данным магнитотеллурических методов.
18. Искажения кривых МТЗ.
19. Область применения магнитотеллурических методов.
20. Понятие импеданса. Разновидности импедансов в случае горизонтально-неоднородных сред.

Тест № 6.

1. Зондирование гармоническими электромагнитными полями.
2. Установки частотного зондирования.
3. Методика полевых работ ЧЗ.
4. Обработка и анализ материалов ЧЗ.
5. Глубинность исследования дистанционными электромагнитными зондированиями.
6. Как при дистанционных зондированиях соотносятся максимальный разнос и глубина залегания опорного горизонта?
7. Условия выбора рабочей частоты при дистанционных зондированиях.
8. Размеры генераторной петли при дистанционных зондированиях.
9. Зондирование становлением поля (ЗС).
10. Разновидности ЗС.
11. Кривые кажущегося сопротивления и проводимости в методе ЗС.

12. Методика полевых работ методом ЗС.
13. Методика обработки и анализа результатов в методе ЗС.
14. Область применения метода ЗС.
15. Описать технические особенности метода ЗС по сравнению с методом ЧЗ.
16. Разнос между питающей и приемной линиями при ЗС в ближней зоне.
17. Требования к комплекту аппаратуры для работы методом ЗС.
18. Длина питающей и приемной линий при ЗСЭ и ЗСМ (дальняя зона).
19. Длина АВ и MN, а также сторона петли при ЗСТ (в ближней зоне).
20. Глубина изучения высокоомных экранирующих горизонтов в методе ЗС

Тест № 7.

1. Общие сведения об индуктивных методах.
2. Метод незаземленной петли (НП).
3. Метод длинного кабеля.
4. Метод дипольно-индуктивного профилирования (ДИП).
5. Методика и техника полевых работ методом незаземленной петли.
6. Методика и техника полевых работ длинного кабеля.
7. Методика и техника полевых работ методом ДИП.
8. Методика обработки и интерпретации материалов полевых наблюдений методом незаземленной петли.
9. Методика обработки и интерпретации материалов полевых наблюдений методом длинного кабеля.
10. Методика обработки и интерпретации материалов полевых наблюдений методом ДИП.
11. Метод переходных процессов (МПП).
12. Сущность МПП и основные его модификации.
13. Методика полевых работ методом переходных процессов.
14. Анализ переходных процессов над телами простой формы.
15. Обработка и интерпретации материалов полевых наблюдений МПП.
16. Радиоволновые методы.
17. Общие сведения о радиоволновых методах.
18. Основные модификации радиоволновых методов.
19. Методика полевых работ радиоволновыми методами.
20. Вторичные радиоволновые поля над объектами простой формы.
21. Обработка и интерпретация материалов полевых наблюдений радиоволновыми методами.
22. Область применения радиоволновых методов.

Темы курсовых работ

1. Метод симметричного профилирования.
2. Метод ВЭЗ.
3. Метод комбинированного профилирования.
4. Метод заряженного тела.
5. Метод дипольного электрического профилирования.
6. Метод естественного поля
7. Метод электротомографии.

Курсовые работы выполняются в интернет-классе.

Описание технологии проведения

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах): выполнение лабораторных работ; тестирования. Критерии оценивания приведены ниже.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Контрольно-измерительные материалы текущей аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков, и(или) опыт деятельности в области электроразведки.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены ниже.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень вопросов к зачёту:

1. Предмет электроразведки. Роль электроразведки в комплексе геофизических методов. Геологические основы электроразведки.
2. Методы электропрофилирования на постоянном токе.
3. Метод естественного электрического поля.
4. Электромагнитные свойства горных пород. Зависимость электрических свойств горных пород от физико-геологических параметров.
5. Сущность методов сопротивлений, установки для работы методом сопротивлений.
6. Природа естественных электрических полей.
7. Понятие геоэлектрического разреза. Какое существует соответствие между геологическим разрезом и геоэлектрическим разрезом.
8. Расчет параметров установок в методах сопротивлений.
9. Методика и техника полевых работ методом ЕП.
10. В чем заключается прямая задача электроразведки? Методы решения прямой задачи.
11. Выбор рациональной методики полевых работ. Принципы обработки результатов полевых работ методами сопротивлений.
12. Обработка и оформление результатов полевых наблюдений методом ЕП.
13. В чем заключается обратная задача электроразведки, неоднозначность решения обратной задачи электроразведки? Как снизить степень неоднозначности решения обратной задачи?
14. Решение прямых задач ЭП над контактом двух сред и над вертикальным пластом.
15. Решение прямых задач для естественно-поляризованной сферы и для естественно-поляризованного цилиндра.
16. Решение прямых задач для точечных источников постоянного тока.
17. Интерпретация результатов электропрофилирования.
18. Решение прямых задач для естественно-поляризованного пласта.
19. Решение прямых задач для системы точечных источников постоянного тока.
20. Область применения ЭП.
21. Основы интерпретации в методе ЕП. Область применения метода ЕП.
22. Решение прямых задач для дипольных источников постоянного тока.
23. Метод вертикального электрического зондирования (ВЭЗ).
24. Метод вызванной поляризации.
25. Решение прямых задач для линейных источников постоянного тока.
26. Элементы теории поля точечного источника над горизонтально-слоистыми средами.
27. Природа поля вызванной поляризации горных пород. Основные способы измерения вызванной поляризации.
28. Эффективная глубина проникновения электрических токов. Понятие кажущегося удельного сопротивления.
29. Теоретические кривые зондирования, способы их изображения, асимптоты кривых.
30. Методика и техника проведения полевых работ методом ВП.
31. Методы возбуждения и измерения электрических полей.
32. Типы горизонтально-слоистых разрезов. Параметры обобщенного геоэлектрического разреза.
33. Решение прямых задач в методе ВП.
34. Как образуется двойной электрический слой на контакте жидкой и твердой фаз горной породы? Что происходит с двойным электрическим слоем при отсутствии внешнего электрического поля и при его наложении?
35. Виды зондирования, методика и техника их выполнения, помехи и способы их устранения.
36. Скважинные варианты метода ВП.
37. Какое поле создается питающими заземлениями в неоднородной среде?
38. Методы обработки и интерпретации материалов полевых наблюдений графоаналитическими способами и на ЭВМ. Геологическое истолкование результатов зондирования, область применения.
39. Контактный способ поляризации кривых в методе ВП.
40. Роль каких зарядов и как возрастает по мере удаления от питающих заземлений?

41. Метод заряда. Прослеживание эквипотенциальных линий градиента потенциала над заряженным телом.
42. Область применения метода ВП.
43. Электромагнитные свойства горных пород.
44. Влияние переходных сопротивлений заземлений на интенсивность первичного поля.
45. Решение обратных задач в методе ВП.

Перечень вопросов к экзамену:

1. Методы переменных электромагнитных полей.
2. Зондирование гармоническими электромагнитными полями.
3. Общие сведения об индуктивных методах.
4. Разновидности электромагнитных полей применяемых в электроразведке.
5. Установки частотного зондирования. Методика полевых работ ЧЗ.
6. Метод незаземленной петли (НП). Метод длинного кабеля.
7. Основные характеристики электромагнитных полей.
8. Обработка и анализ материалов ЧЗ. Глубинность исследования дистанционными электромагнитными зондированиями.
9. Метод дипольно-индуктивного профилирования (ДИП).
10. Способы возбуждения электромагнитных полей.
11. Как при дистанционных зондированиях соотносятся максимальный разнос и глубина залегания опорного горизонта? Условия выбора рабочей частоты при дистанционных зондированиях.
12. Методика и техника полевых работ методом незаземленной петли и длинного кабеля.
13. Способы регистрации электромагнитных полей.
14. Размеры генераторной петли при дистанционных зондированиях.
15. Методика и техника полевых работ методом ДИП.
16. Влияние покровных и вмещающих отложений на электромагнитное поле.
17. Зондирование становлением поля (ЗС). Разновидности ЗС.
18. Методика обработки и интерпретации материалов полевых наблюдений методом незаземленной петли и длинного кабеля.
19. Выбор частоты для работы методом переменного тока.
20. Кривые кажущегося сопротивления и проводимости в методе ЗС. Методика полевых работ методом ЗС.
21. Методика обработки и интерпретации материалов полевых наблюдений методом ДИП.
22. Общие сведения о магнитотеллурическом поле Земли. Магнитотеллурическое зондирование (МТЗ).
23. Методика обработки и анализа результатов в методе ЗС.
24. Метод переходных процессов (МПП). Основные его модификации.
25. Магнитотеллурическое профилирование (МТП). Метод теллурических токов (ТТ).
26. Область применения метода ЗС.
27. Методика полевых работ методом переходных процессов.
28. Магнитовариационное профилирование (МВП). Магнитовариационное зондирование (МВЗ).
29. Описать технические особенности метода ЗС по сравнению с методом ЧЗ. Разнос между питающей и приемной линиями при ЗС в ближней зоне.
30. Анализ переходных процессов над телами простой формы. Обработка и интерпретации материалов полевых наблюдений МПП.
31. Глубинное электромагнитное зондирование (ГМТЗ). Методика полевых работ магнитотеллурическими методами.
32. Требования к комплекту аппаратуры для работы методом ЗС. Длина питающей и приемной линий при ЗСЭ и ЗСМ (дальняя зона).
33. Общие сведения о радиоволновых методах. Основные модификации радиоволновых методов.
34. Методика обработки и интерпретации данным магнитотеллурических методов. Искажения кривых МТЗ.
35. Длина АВ и MN, а также сторона петли при ЗСТ (в ближней зоне). Глубина изучения высокоомных экранирующих горизонтов в методе ЗС.
36. Методика полевых работ радиоволновыми методами. Обработка и интерпретация материалов полевых наблюдений радиоволновыми методами.

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков, и(или) опыт деятельности в области электроразведки.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены ниже.

Критерии оценивания результатов обучения при текущей и промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических задач в области электроразведки.	Повышенный уровень	Отлично (Зачтено)
Обучающийся владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических задач в области электроразведки, но при этом допускает отдельные ошибки при ответах на вопросы.	Базовый уровень	Хорошо (Зачтено)
Обучающийся владеет, частично, понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, фрагментарно способен применять теоретические знания для решения практических задач в области электроразведки.	Пороговый уровень	Удовлетворительно (Зачтено)
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания в базовых положениях и теоретических основах дисциплины, допускает грубые ошибки в иллюстрировании результатов и применении изученных методов при решении задач электроразведки.	–	Неудовлетворительно (Не зачтено)

Фонд оценочных средств сформированности компетенций

ПК-1 Способен выполнять регистрацию геофизических данных в процессе полевых и лабораторных геофизических исследований

1) Закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Вид токовых линий и эквипотенциальных поверхностей от точечного источника поля.

- **токовые линии прямые, а эквипотенциальные поверхности представляют собой систему полусфер с центром в точке расположения точечного источника;**
- токовые поверхности прямые, а эквипотенциальные линии представляют собой систему полусфер с центром в точке расположения точечного источника;
- токовые линии представляют систему полусфер, а эквипотенциальные поверхности представляют собой систему сфер с центром в точке расположения точечного источника;
- токовые линии представляют систему полусфер, а эквипотенциальные поверхности представляют собой систему эллипсов сжатых в точке расположения точечного источника.

ЗАДАНИЕ 2. Классификация электроразведочных методов по характеру зависимости поля от времени.

- **методы постоянного электрического поля и переменного электромагнитного поля;**
- методы постоянных естественных и искусственных электрических, а также электромагнитных полей;
- методы переменных естественных, искусственных электрических и электромагнитных полей;
- методы постоянных естественных и искусственных электрических полей.

ЗАДАНИЕ 3. Дать описание электроразведочной четырёхточечной установки прямолинейной модификации.

- **питающие заземления АВ и приёмные заземления MN находятся на одной линии, при этом измерительные заземления MN размещают в пределах средней трети отрезка АВ;**

- питающие заземления MN и приёмные заземления АВ находятся на одной линии, при этом измерительные заземления MN размещают в пределах средней трети отрезка АВ;
- питающие заземления АВ и приёмные заземления MN находятся на параллельных линиях, при этом измерительные заземления размещают в пределах средней трети отрезка АВ;
- питающие заземления АВ и приёмные заземления MN находятся на одной линии, при этом питающие заземления АВ размещают в пределах средней трети отрезка MN.

2) Открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности, короткий ответ: Да/Нет)

ЗАДАНИЕ 1. В электроразведочной установке Веннера для профилирования расстояния между питающими и приёмными заземлениями одинаковые.

Ответ: **Да**

ЗАДАНИЕ 2. При электрическом зондировании дипольными установками изучают зависимость кажущегося сопротивления от расстояния между центрами питающего и измерительного диполей.

Ответ: **Да**

3) Открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности)

ЗАДАНИЕ 1. Как в методах электрических зондирований определяется зависимость глубинности исследований от расстояния между источником поля и точкой его измерения?

Ответ (5 баллов): Поле, создаваемое питающими заземлениями А и В, является нормальным, при этом глубинность исследований возрастает с увеличением расстояния между источником поля и точками наблюдения. Поле, создаваемое питающими заземлениями А и В в неоднородной среде, является суммой полей от зарядов на контакте заземлений с вмещающей их средой и зарядов, индуцированных на поверхности разделов сред с различной электропроводностью. По мере удаления от питающих заземлений возрастает роль зарядов, индуцированных за счёт неоднородности среды и, соответственно, возрастает глубинность исследования. Зависимость глубинности исследований от расстояния между источником поля и точкой его измерения используется в тех методах сопротивлений, которые называются электрические зондирования. Сущность электрических зондирований заключается в исследовании зависимости между кажущимся сопротивлением среды и расстоянием от точки наблюдения поля до источника.

Ответ (2 балла): Поле, создаваемое питающими заземлениями А и В, является нормальным, при этом глубинность исследований возрастает с увеличением расстояния между источником поля и точками наблюдения. Поле, создаваемое питающими заземлениями А и В в неоднородной среде, является суммой полей от зарядов на контакте заземлений с вмещающей их средой и зарядов, индуцированных на поверхности разделов сред с различной электропроводностью. По мере удаления от питающих заземлений возрастает роль зарядов, индуцированных за счёт неоднородности среды и, соответственно, возрастает глубинность исследования.