

МИНОБРНАУКИ 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.29 Магнитотеллурические методы

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: 2026 Семестр(ы)/Триместр(ы): 8

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Магнитотеллурические методы» является:

- подготовка бакалавров-геофизиков, владеющих теоретическими основами методов электроразведки, использующих переменные электромагнитные поля естественного происхождения.

Задачи учебной дисциплины:

- освоение обучаемыми принципов работы современной электроразведочной аппаратуры для регистрации переменных электромагнитных полей естественного происхождения;
- формирование понимания основ методики и техники проведения полевых наблюдений;
- приобретение обучаемыми навыков анализа полевых материалов, как на качественном уровне, так и при получении количественных данных о параметрах изучаемого разреза.

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

Требование к входным знаниям: базовые знания, умения и навыки по дисциплинам Математика, Физика, Математическая статистика в геофизике, Методы компьютерной статистики в геофизике, Численные методы в геофизике, Методы компьютерной математики в геофизике, Дифференциальные уравнения в геофизике, Методы математической физики в геофизике, Геофизическая аппаратура, Электроразведка, Теория поля, Основы обработки геофизических данных, Методы обработки данных геофизики, Методы решения обратных задач геофизики, Прямые и обратные задачи геофизики.

Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей: Физика Земли, Геолого-геофизические модели, Производственная преддипломная практика.

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-3	Способен выполнять обработку и интерпретацию полученных полевых геофизических данных	ПК-3.2	Проводит интерпретацию данных индивидуальных наземных и скважинных геофизических методов	Знать: физико-математическую теорию магнитотеллурической электроразведки на переменном токе, физико-математическую теорию, роль магнитотеллурических методов электроразведки при решении геологических задач. Уметь: анализировать полевой электроразведочный материал как на качественном уровне, так и при получении количественных данных о параметрах изучаемого разреза с помощью графических, аналитических методов и современных компьютеров Владеть: методикой и техникой использования современных программных технологий на компьютерах для решения конкретных геологических и геофизических задач.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час (в соответствии с учебным планом) — 2/72.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен): зачет.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		8	№ семестра	...
Аудиторные занятия	36	36		
В том числе:	лекции	12	12	
	практические	12	12	
	лабораторные	12	12	
Самостоятельная работа	36	36		
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)	-	-		
Итого:	72	72		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Физико-математические основы магнитотеллурических методов	Основные типы магнитных вариаций; модель Тихонова-Каньяра; плоские электромагнитные волны в горизонтально-слоистой среде, понятие магнитотеллурического импеданса; низкочастотная асимптотика входного импеданса; классификация частотных интервалов; понятие кажущегося сопротивления, предпосылки для магнитотеллурического зондирования.	Магнитотеллурические методы
1.2	Линейные соотношения между компонентами магнитотеллурического поля	Магнитотеллурические операторы (импеданса и адмитанса, теллурический и магнитный операторы); индукционные векторы; функции электропроводности.	Магнитотеллурические методы
1.3	Электромагнитное поле в горизонтально-слоистой и горизонтально-неоднородной средах	Спектральные представления электромагнитного поля в горизонтально-слоистой среде; теорема Липской (об импедансном соотношении); горизонтальная поляризация электрического поля в горизонтально-однородной земле, приведенный импеданс; спектральные импедансы; понятие о внешней и внутренней, нормальной и аномальной частях электромагнитного поля; неоднородные пленки Прайса-Шейнмана и Тихонова-Дмитриева; поле в двумерно-неоднородных средах; понятие E- и H-поляризации поля; математическое моделирование электромагнитных полей: методы интегральных уравнений, возмущений, конечных разностей.	Магнитотеллурические методы
1.4	Методика магнитотеллурических и магнитовариационных наблюдений, аппаратура для магнитотеллурических и магнитовариационных исследований	Магнитотеллурические методы: магнитотеллурическое зондирование, магнитотеллурическое профилирование, метод теллурических токов; магнитовариационные методы: магнитовариационное зондирование, магнитовариационное профилирование; глубинное электромагнитное зондирование; аппаратура для магнитотеллурических и магнитовариационных исследований: аналоговая аппаратура, цифровая аппаратура.	Магнитотеллурические методы
1.5	Обработка результатов наблюдений	Определение эффективных параметров теллурических и магнитных матриц методом эллипсов; корреляционный метод определения магнитотеллурических и индукционных мат-	Магнитотеллурические методы

		риц; обработка по методу цифровой узкополосной фильтрации; корреляционный метод с удаленной базой; графическое представление магнитотеллурических и индукционных матриц.	
1.6	Интерпретация магнитотеллурических данных	Основные параметры, получаемые по результатам обработки первичных материалов МТЗ; анализ искажений кривых МТЗ; приближенные методы экспресс-анализа кривых МТЗ; количественная интерпретация кривых МТЗ в рамках одномерных моделей; разделение поля на внутреннюю и внешнюю части; разделение поля на нормальную и аномальную части; методы решения обратных задач магнитотеллурики в моделях горизонтально-неоднородных сред.	Магнитотеллурические методы
1.7	Примеры практического использования магнитотеллурических и магнитовариационных исследований	Применение магнитотеллурических методов в нефтеперспективных районах; применения метода АМТЗ для решения поисково-картировочных задач на алмазоперспективных площадях в Якутии и Архангельской области; изучение методом МТЗ глубинной электропроводности (на примере Воронежского массива).	Магнитотеллурические методы
2. Практические занятия			
2.1	Линейные соотношения между компонентами магнитотеллурического поля.	Магнитотеллурические операторы (импеданса и адмитанса, теллурический и магнитный операторы); индукционные векторы; функции электропроводности.	Магнитотеллурические методы
2.2	Электромагнитное поле в горизонтально-слоистой и горизонтально-неоднородной среде.	Спектральные представления электромагнитного поля в горизонтально-слоистой среде	Магнитотеллурические методы
2.3	Методика магнитотеллурических и магнитовариационных наблюдений, аппаратура для магнитотеллурических и магнитовариационных исследований.	Магнитотеллурические методы: магнитотеллурическое зондирование, магнитотеллурическое профилирование, метод теллурических токов.	Магнитотеллурические методы
2.4	Обработка результатов наблюдений.	Определение эффективных параметров теллурических и магнитных матриц методом эллипсов	Магнитотеллурические методы
2.5	Интерпретация магнитотеллурических данных.	Основные параметры, получаемые по результатам обработки первичных материалов МТЗ.	Магнитотеллурические методы
2.6	Примеры практического использования магнитотеллурических и магнитовариационных исследований	Применение магнитотеллурических методов в нефтеперспективных районах.	Магнитотеллурические методы
3. Лабораторные работы			
2.1	Линейные соотношения между компонентами магнитотеллурического поля.	Расчет матриц магнитотеллурических операторов.	Магнитотеллурические методы
2.2	Электромагнитное поле в горизонтально-слоистой и горизонтально-неоднородной среде.	Математическое моделирование электромагнитных полей.	Магнитотеллурические методы
2.3	Методика магнитотеллурических и магнитовариационных наблюдений, аппаратура для магнитотеллурических и магнитовариационных исследований.	Магнитовариационное зондирование, магнитовариационное профилирование; глубинное электромагнитное зондирование.	Магнитотеллурические методы
2.4	Обработка результатов наблюдений.	Корреляционный метод определения магнитотеллурических и индукционных матриц	Магнитотеллурические методы

2.5	Интерпретация магнитотеллурических данных.	Количественная интерпретация кривых МТЗ в рамках одномерных моделей	Магнитотеллурические методы
2.6	Примеры практического использования магнитотеллурических и магнитовариационных исследований	Изучение методом МТЗ глубинной электропроводности (на примере Воронежского массива).	Магнитотеллурические методы

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	
1	Физико-математические основы магнитотеллурических методов	1	-	-	2	-	3
2	Линейные соотношения между компонентами магнитотеллурического поля	1	2	2	4	-	9
3	Электромагнитное поле в горизонтально-слоистой и горизонтально-неоднородной средах	2	2	2	6	-	12
4	Методика магнитотеллурических и магнитовариационных наблюдений, аппаратура для магнитотеллурических и магнитовариационных исследований	2	2	2	6	-	12
5	Обработка результатов наблюдений	2	2	2	8	-	14
6	Интерпретация магнитотеллурических данных	2	2	2	8	-	14
7	Примеры практического использования магнитотеллурических и магнитовариационных исследований	2	2	2	2	-	8
	Итого:	12	12	12	36	-	72

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 «Магнитотеллурические методы» 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=3232>.

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 выяснения 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

	<p>обработки данных, проведение экспериментальных исследований и пр.</p> <p>При подготовке к <i>лабораторному занятию</i> 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.</p>
Консультации	<p>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 разъяснять 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.</p>
Подготовка к текущей аттестации	<p>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.</p>
Выполнение тестов	<p>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 вопросе 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, кото-</p>

	<p>рый 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>
<p>Подготовка к промежуточной аттестации: экзамен/зачет/зачет с оценкой</p>	<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) : учебное пособие / В. Н. Груздев .— Воронеж : Воронежский государственный университет, 2019 .— 41 с. — 2,6 п.л. — <URL:http://lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m19-153.pdf>.
2	Груздев, Владислав Николаевич. Электроразведка (ВЭЗ) : учебное пособие / В. Н. Груздев .— Воронеж : Воронежский государственный университет, 2019 .— 41 с. — 2,6 п.л. — <URL:http://lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m19-152.pdf>.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Жданов, Михаил Семенович. Электроразведка : Учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых" / М.С. Жданов .— М. : Недра, 1986 .— 314,[2] с. : ил.
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	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.

6	Бердичевский, Марк Наумович. Электрическая разведка методом магнитотеллурического профилирования / М.Н. Бердичевский .— М. : Недра, 1968 .— 254,[1] с. : ил.
7	Бердичевский, Марк Наумович. Модели и методы магнитотеллурики = Models and methods of magnetotellurics / М.Н. Бердичевский, В.И. Дмитриев ; пер. с англ. М.О. Назаренко .— М. : Науч. мир, 2009 .— 679 с. : ил. — Библиогр.: с.659-674 .— Предм. указ.: с.657-677 .— ISBN 978-5-91522-087-3.
8	Инструкция по электроразведке. -М. : Недра, 1981.
9	Справочник геофизика. Электроразведка. - М. : Недра, 1980.
10	Современные методы измерения, обработки и интерпретации электромагнитных данных / Центр геоэлектромагнит. исслед. ин-та физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН , Секция по электромагнит. исслед. Земли науч. совета по проблемам физики Земли РАН ; под ред. В.В. Спичака .— М. : ЛИБРОКОМ, 2009 .— 284 с., [8] л. цв. ил. : ил. — Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-397-00577-7.

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

№ п/п	Ресурс
11	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» http://biblioclub.ru/
12	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» http://www.studmedlib.ru
13	Электронно-библиотечная система «Лань» https://e.lanbook.com/
14	Электронно-библиотечная система «РУКОНТ» (ИТС Контекстум) http://rucont.ru
15	Электронно-библиотечная система «Юрайт» https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru
16	Электронный курс «Магнитотеллурические методы» - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3232

* 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	Электронный курс «Магнитотеллурические методы» - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3232

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 Acdmc
2	OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc
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 «Магнитотеллурические методы» на Образовательном портале ВГУ – <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3232>.

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	Лаборатория гравимагнитных	лаборатория	Компьютер Intel Atom, LCD-проектор BENQ MP 515

		пл.1, корпус 1Б	методов		
--	--	-----------------	---------	--	--

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Физико-математические основы магнитотеллурических методов.	ПК-3.2	Проводит комплексную интерпретацию данных наземных и скважинных геофизических методов	Тест № 1 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на Образовательном портале ВГУ
2	Линейные соотношения между компонентами магнитотеллурического поля	ПК-3.2	Проводит комплексную интерпретацию данных наземных и скважинных геофизических методов	Тест № 1 Практическое задание № 1 Лабораторная работа № 1 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на Образовательном портале ВГУ
3	Электромагнитное поле в горизонтально-слоистой и горизонтально-неоднородной средах	ПК-3.2	Проводит комплексную интерпретацию данных наземных и скважинных геофизических методов	Тест № 2 Практическое задание № 2 Лабораторная работа № 2 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на Образовательном портале ВГУ
4	Методика магнитотеллурических и магнитовариационных наблюдений, аппаратура для магнитотеллурических и магнитовариационных исследований.	ПК-3.2	Проводит комплексную интерпретацию данных наземных и скважинных геофизических методов	Тест № 3 Практическое задание № 3 Лабораторная работа № 3 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на Образовательном портале ВГУ
5	Обработка результатов наблюдений	ПК-3.2	Проводит комплексную интерпретацию данных наземных и скважинных геофизических методов	Тест № 3 Практическое задание № 4 Лабораторная работа № 4 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на Образовательном портале ВГУ
6	Интерпретация магнитотеллурических данных.	ПК-3.2	Проводит комплексную интерпретацию данных наземных и скважинных геофизических методов	Тест № 4 Практическое задание № 5 Лабораторная работа № 5 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на Образовательном портале ВГУ
7	Примеры практического использования магнитотеллурических и магнитовариационных исследований	ПК-3.2	Проводит комплексную интерпретацию данных наземных и скважинных геофизических методов	Тест № 4 Практическое задание № 6 Лабораторная работа № 6 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 в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ				КИМ

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. Магнитотеллурические операторы (импеданса и адмитанса, теллурический и магнитный операторы); индукционные векторы; функции электропроводности.
2. Спектральные представления электромагнитного поля в горизонтально-слоистой среде
3. Магнитотеллурические методы: магнитотеллурическое зондирование, магнитотеллурическое профилирование, метод теллурических токов.
4. Определение эффективных параметров теллурических и магнитных матриц методом эллипсов.
5. Основные параметры, получаемые по результатам обработки первичных материалов МТЗ.
6. Применение магнитотеллурических методов в нефтеперспективных районах.

Тестовые задания:

Тест № 1

1. Основные типы магнитных вариаций.
2. Модель Тихонова-Каньяра.
3. Плоские электромагнитные волны в горизонтально-слоистой среде.
4. Понятие магнитотеллурического импеданса.
5. Низкочастотная асимптотика входного импеданса.
6. Классификация частотных интервалов.
7. Понятие кажущегося сопротивления.
8. Предпосылки для магнитотеллурического зондирования.
9. Магнитотеллурические операторы (импеданс и адмитанс, теллурический и магнитный операторы).
10. Индукционные векторы, функции электропроводности.

Тест № 2

1. Спектральные представления электромагнитного поля в горизонтально-слоистой среде.
2. Теорема Липской (об импедансном соотношении).
3. Горизонтальная поляризация электрического поля в горизонтально-однородной земле
4. Приведенный импеданс.
5. Спектральные импедансы.
6. Понятие о внешней и внутренней, нормальной и аномальной частях электромагнитного поля.
7. Неоднородные пленки Прайса-Шейнмана и Тихонова-Дмитриева.
8. Поле в двумерно-неоднородных средах.
9. Понятие E- и H- поляризации поля.
10. Математическое моделирование электромагнитных полей.
11. Метод интегральных уравнений.
12. Метод возмущений.
13. Метод конечных разностей.

Тест № 3

1. Магнитотеллурические методы.
2. Магнитотеллурическое зондирование.
3. Магнитотеллурическое профилирование.
4. Метод теллурических токов.
5. Магнитовариационные методы.
6. Магнитовариационное зондирование.
7. Магнитовариационное профилирование.
8. Глубинное электромагнитное зондирование.
9. Аппаратура для магнитотеллурических и магнитовариационных исследований.
10. Аналоговая аппаратура, цифровая аппаратура.
11. Определение эффективных параметров теллурических и магнитных матриц методом эллипсов.
12. Корреляционный метод определения магнитотеллурических и индукционных матриц.
13. Обработка по методу цифровой узкополосной фильтрации.
14. Корреляционный метод с удаленной базой.
15. Графическое представление магнитотеллурических и индукционных матриц..

Тест № 4

1. Основные параметры, получаемые по результатам обработки первичных материалов МТЗ.
2. Анализ искажений кривых МТЗ.
3. Приближенные методы экспресс-анализа кривых МТЗ.
4. Количественная интерпретация кривых МТЗ в рамках одномерных моделей.
5. Разделение поля на внутреннюю и внешнюю части.
6. Разделение поля на нормальную и аномальную части.
7. Методы решения обратных задач магнитотеллурики в моделях горизонтально-неоднородных сред.
8. Применение магнитотеллурических методов в нефтеперспективных районах.
9. Применения метода АМТЗ для решения поисково-картировочных задач на алмазоперспективных площадях в Якутии и Архангельской области.
10. Изучение методом МТЗ глубинной электропроводности (на примере Воронежского массива).

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 магнитотеллурических методов.

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 зачету:

1. Основные типы геомагнитных вариаций.
2. Математическое моделирование электромагнитных полей.
3. Определение эффективных параметров теллурических и магнитных матриц методом эллипсов.
4. Модель Тихонова-Каньяра.
5. Метод интегральных уравнений.
6. Корреляционный метод определения магнитотеллурических и индукционных матриц.
7. Плоские электромагнитные волны в горизонтально-слоистой среде.
8. Метод возмущений
9. Обработка по методу цифровой узкополосной фильтрации.
10. Понятие магнитотеллурического импеданса.
11. Метод конечных разностей.
12. Обработка по методу цифровой узкополосной фильтрации.
13. Низкочастотная асимптотика входного импеданса.
14. Магнитотеллурические методы.
15. Корреляционный метод с удаленной базой.
16. Классификация частотных интервалов.
17. Магнитотеллурическое зондирование.
18. Графическое представление магнитотеллурических и индукционных матриц.
19. Понятие кажущегося сопротивления.
20. Магнитотеллурическое профилирование.
21. Основные параметры, получаемые по результатам обработки первичных материалов МТЗ.
22. Предпосылки для магнитотеллурического зондирования.
23. Метод теллурических токов.
24. Анализ искажений кривых МТЗ.

25. Магнитотеллурические операторы (импеданс и адмитанс, теллурический и магнитный операторы).
26. Магнитовариационные методы.
27. Приближенные методы экспресс-анализа кривых МТЗ.
28. Индукционные векторы, функции электропроводности.
29. Магнитовариационное зондирование.
30. Количественная интерпретация кривых МТЗ в рамках одномерных моделей.
31. Спектральные представления электромагнитного поля в горизонтально-слоистой среде.
32. Магнитовариационное профилирование.
33. Разделение поля на внутреннюю и внешнюю части.
34. Теорема Липской (об импедансном соотношении).
35. Глубинное электромагнитное зондирование.
36. Разделение поля на нормальную и аномальную части.
37. Горизонтальная поляризация электрического поля в горизонтально-однородной земле
38. Аппаратура для магнитотеллурических и магнитовариационных исследований.
39. Методы решения обратных задач магнитотеллурики в моделях горизонтально-неоднородных сред.
40. Приведенный импеданс.
41. Аналоговая аппаратура, цифровая аппаратура.
42. Применение магнитотеллурических методов в нефтеперспективных районах.

Описание технологии проведения

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 магнитотеллурических методов.

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 магнитотеллурических методов.	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 магнитотеллурических методов, 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 магнитотеллурических методов.	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 магнитотеллурических методов.	–	Неудовлетворительно (Не зачтено)

Фонд оценочных средств сформированности компетенций

ПК-3 Способен выполнять обработку и интерпретацию полученных полевых геофизических данных

Б1.В.29 Магнитотеллурические методы

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

ЗАДАНИЕ 1. На чем основаны упрощённые методы разделения геомагнитного поля на нормальную и аномальную части?

- на различии в пространственной структуре нормального и аномального полей, т. е. быстрые изменения аномального поля наложены на медленные изменения нормального поля;
- на различии частотной структуры нормального и аномального полей, т. е. быстрые изменения структуры аномального поля наложены на медленные изменения структуры нормального поля;
- на различии во временной структуре нормального и аномального полей, т. е. быстрые изменения аномального поля наложены на медленные изменения нормального поля;
- на различии во временной структуре нормального и аномального полей, т. е. медленные изменения аномального поля наложены на быстрые изменения нормального поля.

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

ЗАДАНИЕ 1. Дать краткое представление о трёх этапах интерпретации глубинных аномалий.

Ответ (5 баллов): **Первый этап интерпретации данных МВП и ГЭМЗ заключается в разделении наблюдаемого электромагнитного поля на внешнюю и внутреннюю, нормальную и аномальную части и выделении поверхностных и глубинных аномалий. Второй этап интерпретации данных МВП и ГЭМЗ заключается в решении обратных геоэлектрических задач.**

Ответ (2 балла): Разделении наблюдаемого электромагнитного поля на внешнюю и внутреннюю, нормальную и аномальную части и выделении поверхностных и глубинных аномалий. Решение обратных геоэлектрических задач.