

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.11 Магниторазведка

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: Глазнев Виктор Николаевич, д.ф.-м.н., профессор;
Воронова Татьяна Александровна, к.г.-м.н., доцент
7. Рекомендована: научно-методическим советом геологического факультета,
протокол № 5 от 15.04.2022 г.
8. Учебный год: 2024 Семестр(ы)/Триместр(ы): 4, 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Магниторазведка» является:

- подготовка бакалавров-геофизиков, владеющих знаниями теоретических физико-математических основ магнитометрического метода изучения геологического строения земной коры, обладающих умениями и навыками проведения полевых геомагнитных наблюдений, первичными навыками обработки и интерпретации материалов геомагнитных съёмок.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование у обучаемых представлений о геомагнитном поле геологической природы, источниках поля и условиях его формирования, принципах работы современной магнитометрической аппаратуры;
- получение обучаемыми знаний о технологии магнитных съёмок, способах обработки полевых наблюдений и первичной интерпретации получаемых материалов;
- приобретение обучаемыми практических навыков расчёта магнитных полей, обусловленных геологическими телами правильной формы;
- приобретение обучаемыми практических навыков проведения полевых магнитометрических наблюдений и первичной интерпретации получаемых материалов съёмок.

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, Введение в прикладную геофизику, Математическая статистика в геофизике, Методы компьютерной статистики в геофизике, Численные методы в геофизике, Методы компьютерной математики в геофизике, Дифференциальные уравнения в геофизике, Минералогия с основами кристаллографии, Петрография, Геофизика, Дифференциальные уравнения в геофизике.

Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей: Учебная практика по гравимагниторазведке, полевая, Системный анализ геофизических данных, Геофизические исследования скважин, Линейные обратные задачи в геофизике, Методы линейной алгебры в геофизике, Научно-исследовательская работа, Интерпретация данных магнитометрии, Геологическая интерпретация магнитных аномалий, Интерпретация данных гравиметрии, Геологическая интерпретация гравитационных аномалий, Основы обработки геофизических данных, Методы обработки данных геофизики, Методы решения обратных задач геофизики, Прямые и обратные задачи геофизики, 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: физико-геологические основы формирования магнитного поля природных объектов. Уметь: проводить полевые наблюдения магнитного поля природных объектов. Владеть: методами обработки полевых наблюдений и расчёта магнитных аномалий простых тел.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час (в соответствии с учебным планом) — 5/180.

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

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		4	5	№ семестра
Аудиторные занятия	100	52	48	
В том числе:	лекции	42	26	16
	практические	42	26	16
	лабораторные	16	-	16
Самостоятельная работа	44	20	24	
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	Определение и сущность методов магниторазведки	История изучения магнетизма и геомагнетизма. Роль отечественной магнитологии в изучении земного магнетизма. Использование магнитных съёмок при поисках месторождений полезных ископаемых. Применение магнитных методов для изучения внутреннего строения Земли и планет.	Магниторазведка
1.2	Физические основы магниторазведки	Природа магнитных явлений. Уравнения Максвелла. Законы магнитостатики. Закон Био-Савара. Граничные условия для магнитного поля. Уравнение Лапласа. Магнитный потенциал. Потенциал магнитного диполя. Напряжённость и магнитная индукция. Вектор намагничения. Потенциал намагниченного тела. Теорема Пуассона. Поле прямой токовой линии. Поле кругового тока. Поле соленоида. Поле колец Гельмгольца.	Магниторазведка
1.3	Магнитные свойства веществ и природных материалов	Классификация веществ. Диамагнетизм, парамагнетизм. Ферромагнетизм. Температура Кюри. Доменная структура. Анизотропия намагничения. Магнитный гистерезис. Процесс намагничения ферромагнетика. Антиферромагнетики. Магнитные характеристики веществ. Размагничивающий фактор. Магнитная анизотропия. Остаточная намагниченность и её виды. Индуктивная и остаточная намагниченность. Намагниченность горных пород и руд.	Магниторазведка
1.4	Магнитное поле Земли	Дипольное магнитное поле Земли. Компоненты магнитного поля Земли. Магнитосфера Земли. Природа геомагнитного поля. Основы МГД теории геомагнитного поля. Решение уравнения Лапласа в сферических координатах. Разложение потенциала намагниченного тела по полиномам Лежандра. Представление геомагнитного поля в виде ряда сферических функций. Нормальное и аномальное геомагнитное поле. Структура аномального магнитного поля. Характеристика вековых вариаций геомагнитного поля. Эпохи магнитного поля Земли. Изменения магнитного момента Земли. Спектр вековых вариаций поля. Западный дрейф геомагнитного поля. Классификация магнитных вариаций. Солнечно-суточные вариации	Магниторазведка

		поля. Лунно-суточные вариации поля. Магнитные бури. Геомагнитные пульсации.	
1.5	Методы измерений геомагнитного поля	Принципы измерения магнитного поля. Оптико-механические магнитометры. Феррозондовые магнитометры. Протонные магнитометры. Квантовые магнитометры. Магниторезистивные магнитометры. Сравнительная характеристика современных магнитометров. Основные положения методики магнитных съёмок. Наземная магнитная съёмка. Аэромагнитная съёмка. Гидромагнитная съёмка. Материалы магнитных съёмок. Основные методы обработки съёмок. Визуализация результатов съёмок. Автоматизированные системы обработки съёмок.	Магниторазведка
1.6	Магнитные поля однородно намагниченных тел правильной формы	Выражения компонент индукции магнитного поля однородно намагниченного шара, тонкого вертикального цилиндра, тонкого горизонтального цилиндра, тонкого вертикального пласта, тонкого горизонтального пласта, мощного пласта, вертикального уступа. Графики и характерные точки на графиках этих компонент.	Магниторазведка
1.7	Методы решения прямых задач магниторазведки	Вычисление модуля полного вектора индукции магнитного поля. Приближенное представление приращения модуля вектора индукции магнитного поля. Вычисление приращения модуля вектора индукции магнитного поля. Связь между аномальными полями при вертикальном и наклонном намагничении. Аномальные магнитные поля наклонно ориентированных тел. Интегральные выражения для индукции магнитного поля. Принципы аппроксимации тел произвольной формы. Основные алгоритмы решения прямых задач магнитометрии. Основные этапы численного решения прямых задач.	Магниторазведка
1.8	Основы практической интерпретации магнитных аномалий	Качественный анализ аномалий магнитного поля. Классификация аномалий по амплитуде, размерам и форме. Принципы районирования территории по типам магнитных полей. Количественные оценки параметров источников магнитного поля. Изучение земной коры методами магниторазведки. Магнитные съёмки в геологическом картировании и разведке полезных ископаемых. Магниторазведка при поисках черных, цветных и благородных металлов. Магнитные исследования при поисках неметаллических полезных ископаемых.	Магниторазведка
2. Практические занятия			
2.1	Физические основы магнитометрии	Вектор намагничения. Потенциал намагниченного тела. Теорема Пуассона.	Магниторазведка
2.2	Магнитные свойства веществ и природных материалов	Индукционная и остаточная намагниченность. Виды остаточной намагниченности горных пород	Магниторазведка
2.3	Магнитное поле Земли	Нормальное магнитное поле Земли. Вековой ход и эпохи отсчета магнитного поля. Вариации магнитного поля Земли.	Магниторазведка
2.4	Методы измерений геомагнитного поля	Феррозондовые магнитометры. Протонные магнитометры. Квантовые магнитометры. Методические принципы и типы магнитных съёмок. Первичная обработка материалов магнитной съёмки.	Магниторазведка
2.5	Методы решения прямых задач магниторазведки	Интегральные выражения для индукции магнитного поля и принципы аппроксимации тел произвольной формы.	Магниторазведка
2.6	Основы практической интерпретации магнитных аномалий	Качественный анализ аномалий магнитного поля. Количественный анализ магнитных аномалий простых тел.	Магниторазведка
3. Лабораторные работы			
3.1	Физические основы магни-	Магнитные поля простых токовых систем.	Магниторазведка

	тометрии		
3.2	Магнитное поле Земли	Главное геомагнитное поле.	
3.3	Методы измерений геомагнитного поля	Влияние вариаций геомагнитного поля на результаты магнитной съемки.	Магниторазведка
3.4	Магнитные поля однородно намагниченных тел правильной формы	Магнитное поле шара. Магнитное поле вертикального цилиндра. Магнитное поле горизонтального цилиндра. Магнитное поле вертикального тонкого пласта. Магнитное поле горизонтального тонкого пласта. Магнитное поле вертикального мощного пласта. Магнитное поле вертикального уступа.	Магниторазведка
3.5	Методы решения прямых задач магниторазведки	Магнитное поле наклонного тонкого пласта. Прямая 2D задача магнитометрии для сеточной модели	Магниторазведка

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	
1.1	Определение и сущность методов магниторазведки	2	-	-	2	2	6
1.2	Физические основы магниторазведки	4	4	2	4	2	16
1.3	Магнитные свойства веществ и природных материалов	4	4	-	4	2	14
1.4	Магнитное поле Земли	4	6	2	4	6	22
1.5	Методы измерений геомагнитного поля	4	6	4	10	6	30
1.6	Магнитные поля однородно намагниченных тел правильной формы	6	2	4	10	6	28
1.7	Методы решения прямых задач магниторазведки	8	10	4	5	6	33
1.8	Основы практической интерпретации магнитных аномалий	10	10	-	5	6	31
	Итого:	42	42	16	44	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.)

Обучающимся следует использовать опубликованные методические пособия по курсу «Магниторазведка» из списка литературы и презентационные материалы электронного учебного курса «Магниторазведка» на Образовательном портале ВГУ - <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2427>, содержащего презентации лекций, необходимую литературу и ссылки на электронные ресурсы, тесты по разделам курса, практические задания по темам, вопросы для самоконтроля.

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 уточня-

	<p>ющие 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.</p>
Лабораторные занятия	<p>Лабораторные занятия допускают различные формы проведения и могут быть направленными на освоение современного оборудования, программных средств обработки данных, проведение экспериментальных исследований и пр.</p> <p>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.</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	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.
Подготовка к промежуточной аттестации: экзамен/зачет/зачет с оценкой	Промежуточная аттестация направлена на проверку конечных результатов обучения, выявление степени усвоения обучающимися системы знаний, умений и навыков, полученных в результате изучения данной дисциплины. 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.

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	Гринкевич, Генрих Иосифович. Магниторазведка : Учебник для студ. вузов, обуч. по специальности "Геофиз. методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых" направления подгот. дипломиров. специалистов "Технология геол. разведки" / Г.И. Гринкевич ; Урал. гос. горно-геол. акад., Ин-т геологии и геофизики .— Екатеринбург, 2001 .— 306 с. : ил. — 105.00. – 22 экз.
2	Соколов, А. Г. Полевая геофизика : учебное пособие / А.Г. Соколов, О.В. Попова, Т.М. Кечина ; Министерство образования и науки Российской Федерации .— Оренбург : ОГУ, 2015 .— 160 с. : схем., ил. — Библиогр. в кн .— http://biblioclub.ru/ .— ISBN 978-5-7410-1182-9 .— <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330594 >.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Гладкий, Кирилл Вадимович. Гравиразведка и магниторазведка : Учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых" / К.В. Гладкий .— М. : Недра, 1967 .— 319 с. : ил.
4	Инструкция по магниторазведке: [Наземная магнитная съемка. Аэромагнитная съемка. Гидромаг-

	нитная съемка] : утв. М-вом геологии СССР 23.03.79 / М-во геологии СССР; [сост. Г.С. Васюточкин, Ю.С. Глебовский, Г.К. Жиров и др.; науч. ред. Ю.С. Глебовский, В.Е. Никитский] .— Л. : Недра : Ленингр. отд-ние, 1981 .— 263 с. : ил.
5	Серкерев С.А. Гравиразведка и магниторазведка / С.А.Серкерев. - М.: Недра, 1999. - 437 с.
6	Кауфман А.А. Введение в теорию геофизических методов / А.А.Кауфман. - М.: Недра, 1997. - 519с.
7	Введение в теорию геофизических методов. Ч. 1 / Пер. с англ. М. Л. Бахмутского и др. под ред.М. Н. Бердичевского .— 1997 .— 518,[1] с. : ил. — ISBN 5-247-03776-6 : 35.00 .— ISBN 0-12-402041-0.
8	Введение в теорию геофизических методов / А. А. Кауфман; Пер. с англ. Ю. А. Дашевского. Ч.2: Электромагнитные поля .— 2000 .— 482,[2] с. : ил. — ISBN 5-8365-0051-7 : 80.00.
9	Логачев, Александр Андреевич. Магниторазведка : учебник для студ. вузов, обуч. по специальности "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых" / А.А. Логачев, В.П. Захаров .— 5-е изд., перераб. и доп. — Л. : Недра, 1979 .— 351 с. : ил., табл.
10	Магниторазведка : справочник геофизика / [В.Е. Никитский, Г.С. Васюточкин, В.Д. Ломаный и др.] ; под ред. В.Е. Никитского и Ю.С. Глебовского .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Недра, 1990 .— 469,[3] с. : ил., табл.
11	Яновский, Борис Михайлович. Земной магнетизм : учебное пособие для студ. физ. спец. вузов / Б.М. Яновский ; Ленинградский гос. ун-т им. А.А. Жданова .— Л. : Изд-во Ленинградского ун-та, 1978 .— 591 с., [1] л. ил. : ил.

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

№ п/п	Ресурс
12	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» http://biblioclub.ru/
13	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» http://www.studmedlib.ru
14	Электронно-библиотечная система «Лань» https://e.lanbook.com/
15	Электронно-библиотечная система «РУКОНТ» (ИТС Контекстум) http://rucont.ru
16	Электронно-библиотечная система «Юрайт» https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru
17	Электронный учебный курс «Магниторазведка» – https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2427

* 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 лекций «Магниторазведка» - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2427
2	Воронова Т.А. Решение прямых задач магниторазведки для произвольно намагниченных тел правильной формы. Практикум для вузов / Т.А. Воронова, В.Н. Глазнев. – Воронеж : ООО ИПЦ «Научная книга», 2012. – 38 с.

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 «Магниторазведка» на Образовательном портале ВГУ - <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2427>.

Программа реализуется с применением дистанционных технологий.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

№ пп	№ аудитории	Адрес	Название аудитории	Тип аудитории	Материально-техническое обеспечение
1	101п	г. Воронеж, Университетская пл.1, корпус 1Б	Лаборатория гравимагнитных методов	лаборатория	Компьютер Intel Atom, LCD- проектор BENQ MP 515
2	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
1.2	Физические основы магниторазведки	ПК-1.1	Выполняет регистрацию полевых и лабораторных геофизических наблюдений	Практическое задание № 1 Лабораторная работа № 1 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
1.3 1.4	Магнитные свойства веществ и природных материалов. Магнитное поле Земли	ПК-1.1	Выполняет регистрацию полевых и лабораторных геофизических наблюдений	Практическое задание № 2-3 Лабораторные работы № 2 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
1.6 1.7	Магнитные поля однородно намагниченных тел правильной формы. Методы решения прямых задач магниторазведки	ПК-1.1	Выполняет регистрацию полевых и лабораторных геофизических наблюдений	Практическое задание № 5 Лабораторные работы № 4-10 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ.
1.5 1.8	Методы измерений геомагнитного поля. Основы практической интерпретации магнитных аномалий	ПК-1.1	Выполняет регистрацию полевых и лабораторных геофизических наблюдений	Курсовая работа Практическое задание № 4, 6 Лабораторная работа № 11-12 Контрольная работа № 4-5 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
1.5	Методы измерений геомагнитного поля.	ПК-1.1	Выполняет регистрацию полевых и лабораторных геофизических наблюдений	Контрольные работы № 1-3 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:

Лабораторные работы:

- Лабораторная работа 1. Магнитные поля простых токовых систем.
- Лабораторная работа 2. Главное геомагнитное поле.
- Лабораторная работа 3. Влияние вариаций геомагнитного поля на результаты магнитной съёмки.
- Лабораторная работа 4. Магнитное поле шара.
- Лабораторная работа 5. Магнитное поле вертикального цилиндра.
- Лабораторная работа 6. Магнитное поле горизонтального цилиндра.
- Лабораторная работа 7. Магнитное поле вертикального тонкого пласта.
- Лабораторная работа 8. Магнитное поле горизонтального тонкого пласта.
- Лабораторная работа 9. Магнитное поле вертикального мощного пласта.
- Лабораторная работа 10. Магнитное поле вертикального уступа.
- Лабораторная работа 11. Магнитное поле наклонного тонкого пласта.
- Лабораторная работа 12. Прямая 2D задача магнитометрии для сеточной модели.

Тестовые задания:

- Тест № 1. Физические основы магниторазведки.
- Тест № 2. Магнитные свойства вещества и природных материалов.
- Тест № 3. Магнитное поле Земли.
- Тест № 4. Методы измерений геомагнитного поля.

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 магниторазведки..

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

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Вопросы к зачёту:

- 1. Законы магнитостатики.
- 2. Закон Био-Савара.
- 3. Граничные условия для магнитного поля.
- 4. Магнитный потенциал.
- 5. Потенциал магнитного диполя.
- 6. Напряжённость и магнитная индукция.
- 7. Вектор намагничения.
- 8. Потенциал намагниченного тела.
- 9. Теорема Пуассона.
- 10. Поле прямой токовой линии.
- 11. Поле кругового тока.
- 12. Поле соленоида.

13. Поле колец Гельмгольца.
14. Классификация веществ по магнитным свойствам.
15. Диамагнетизм, парамагнетизм.
16. Ферромагнетизм.
17. Температура Кюри.
18. Доменная структура.
19. Анизотропия намагничения.
20. Процесс намагничения ферромагнетика (магнитный гистерезис).
21. Антиферромагнетики.
22. Магнитные характеристики веществ.
23. Размагничивающий фактор.
24. Магнитная анизотропия.
25. Остаточная намагниченность и её виды.
26. Индуктивная и остаточная намагниченность.
27. Намагниченность горных пород и руд.
28. Дипольное магнитное поле Земли и его компоненты.
29. Магнитосфера Земли.
30. Природа геомагнитного поля.
31. Основы МГД теории геомагнитного поля.
32. Представление геомагнитного поля в виде ряда сферических функций.
33. Нормальное и аномальное геомагнитное поле.
34. Структура аномального магнитного поля.
35. Характеристика вековых вариаций геомагнитного поля.
36. Эпохи магнитного поля Земли.
37. Изменения магнитного момента Земли.
38. Спектр вековых вариаций поля и западный дрейф геомагнитного поля.
39. Классификация магнитных вариаций.
40. Солнечно-суточные вариации поля.
41. Лунно-суточные вариации поля.
42. Магнитные бури.
43. Геомагнитные пульсации.
44. Принципы измерения магнитного поля.
45. Феррозондовые магнитометры.
46. Протонные магнитометры.
47. Квантовые магнитометры.
48. Магниторезистивные магнитометры.
49. Сравнительная характеристика современных магнитометров.
50. Основные положения методики магнитных съёмок.
51. Наземная магнитная съёмка.
52. Аэромагнитная съёмка.
53. Гидромагнитная съёмка.
54. Материалы магнитных съёмок.
55. Основные методы обработки съёмок.
56. Автоматизированные системы обработки съёмок.

Вопросы к экзамену:

1. Теория магнитного потенциала (поле магнитного диполя).
2. Связь магнитного и гравитационного потенциала (теорема Пуассона).
3. Общие формулы расчёта магнитного поля (интегральные выражения).
4. Магнитное поле шара при произвольном намагничении.
5. Магнитное поле горизонтального цилиндра при произвольном намагничении.
6. Магнитное поле вертикального цилиндра при произвольном намагничении.
7. Магнитное поле тонкого пласта при произвольном намагничении.
8. Магнитное поле мощного пласта при произвольном намагничении.
9. Магнитное поле вертикального уступа при произвольном намагничении.
10. Связь между компонентами магнитного поля двумерных тел при вертикальном и наклонном намагничении.
11. Принципы вычисления компонент поля для правильных двумерных наклонных объектов.
12. Выражение аномалий ΔB_a через составляющие B_{xa} и B_{za} .

13. Численные сеточные методы решения прямых задач магнитометрии.
14. Основные принципы геологической интерпретации магнитных аномалий.
15. Качественный анализ аномалий магнитного поля.
16. Классификация аномалий по амплитуде, размерам и форме.
17. Принципы районирования территории по типам магнитных полей.
18. Количественные оценки параметров источников магнитного поля.
19. Изучение земной коры методами магниторазведки.
20. Магнитные съёмки в геологическом картировании и разведке полезных ископаемых.
21. Магниторазведка при поисках черных, цветных и благородных металлов.
22. Магнитные исследования при поисках неметаллических полезных ископаемых.

Тема курсовой работы:

Расчёт суммарного гравитационного и магнитного полей для заданной совокупности тел правильной формы.

Курсовая работа выполняется 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.

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 магниторазведки.

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 магниторазведки	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 магниторазведки, 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 магниторазведки.	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 магниторазведки.	–	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, множественный выбор, на соответствие, выбор пропущенных слов):
ЗАДАНИЕ 1. Какие поправки вводятся в наблюденные данные магнитной съёмки?

1. За "быстрые" вариации поля.
2. За "медленные" вековые изменения главного поля Земли.
3. За высоту точки наблюдения.
4. За тип используемого магнитометра.
5. За характер изучаемой среды.

Варианты выбора ответов (проценты точности):

- | | |
|---|------------|
| 1. За "быстрые" вариации поля | – 50 %. |
| 2. За "медленные" вековые изменения главного поля Земли | – 50 %. |
| 3. За высоту точки наблюдения | – 33.33 %. |
| 4. За тип используемого магнитометра | – 33.33 %. |
| 5. За характер изучаемой среды | – 33.33 %. |

ЗАДАНИЕ 2. Укажите магнитометры для векторных и скалярных (модуль вектора) измерений индукции магнитного поля:

- | | |
|------------------------------|---------|
| 1. Феррозондовый магнитометр | – [[2]] |
| 2. Протонный магнитометр | – [[1]] |
| 3. Квантовый магнитометр | – [[1]] |
| 4. Механический магнитометр | – [[2]] |

Варианты выбора ответов (из группы):

- | | |
|--------------|---|
| 1. Модульный | А |
| 2. Векторный | А |

ЗАДАНИЕ 3. Аномалия магнитного поля – это [[1]] измеренного значения соответствующей компоненты магнитной индукции и значения нормальной величины индукции данной компоненты, определяемой для модели главного геомагнитного поля.

Варианты выбора ответов (из группы):

- | | |
|-----------------|---|
| 1. Разность | А |
| 2. Сумма | А |
| 3. Произведение | А |
| 4. Частное | А |

ЗАДАНИЕ 4. Какие варианты магнитных съёмок наиболее эффективны при решении геологических задач в условиях:

- | | |
|--------------------------|---------|
| 1. Кристаллических щитов | – [[1]] |
| 2. Осадочных платформ | – [[2]] |
| 3. Складчатых областей | – [[3]] |
| 4. Шельфовых областей | – [[4]] |
| 5. Абиссальных котловин | – [[5]] |

Ответы (из группы):

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. Наземные | А |
| 2. Аэромагнитные | А |
| 3. Аэромагнитные с обтеканием рельефа | А |
| 4. Гидромагнитные | А |
| 5. Придонные магнитные | А |
| 6. Высотные аэромагнитные | А |

2) Открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности, короткий ответ: Верно/Неверно)

ЗАДАНИЕ 1. Верно ли утверждение, что природа наблюдаемых магнитных аномалий обусловлена, в основном, наличием магнитных неоднородностей пород земной коры?

Ответ: **Верно**

ЗАДАНИЕ 2. Верно ли утверждение, что остаточная намагниченность пород слабо влияет на измеряемую амплитуду аномалии модуля вектора индукции?

Ответ: **Неверно**

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

ЗАДАНИЕ 1. Опишите основные геологические задачи, решаемые с помощью методов магниторазведки.

Ответ (5 баллов): **Картирование территорий, поиски и разведка месторождений, решение инженерных задач.**

Ответ (2 балла): Пропущена одна или более позиция из указанных задач.