

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой Геофизики



В. Н. Глазнев

29.05.2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.08 Магниторазведка

- 1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:**  
05.03.01 Геология
- 2. Профиль подготовки/специализации:** Геофизика
- 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 № 7 от 29.05.2019 г.
- 8. Учебный год:** 2020 **Семестр:** 4, 5

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:** Целью преподавания дисциплины «Магнито-разведка» 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.

Задачами преподавания дисциплины являются:

- 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 Б1, вариативная часть.

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 гравимагнито-разведке, 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, Комплексование 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 выпускников):**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-2	Обладать способностью самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных геологических исследований в области геофизики	Знать: современные теоретические основы магнитометрического метода изучения геологического строения земной коры. Уметь: использовать базисные знания о физических основах магнито-разведки и технологии измерения магнитного поля Земли для получения геологической информации. Владеть: базисными практическими навыками расчёта магнитных полей, обусловленных геологическими телами правильной формы.
ПК-5	Обладать готовностью к работе на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании в области геофизики	Уметь: использовать базисные знания о существующей аппаратуре и методиках полевых магнито-разведочных работ при решении геологических задач. Владеть: базисными практическими навыками проведения полевых магнитометрических наблюдений и первичной обработки получаемых материалов магнитных съёмок.

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

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

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		4	5	...
Аудиторные занятия	84	36	48	
в том числе:				
лекции	28	12	16	
практические	28	12	16	
лабораторные	28	12	16	
Самостоятельная работа	60	36	24	
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час./экзамен – 36 час.)	36	0	36	
Итого:	180	72	108	

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
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.
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.
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.
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 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. Гидромаг-

		нитная съёмка. Материалы магнитных съёмок. Основные методы обработки съёмок. Визуализация результатов съёмок. Автоматизированные системы обработки съёмок.
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.
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.
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.
<b>2. Практические занятия</b>		
2.1	Физические основы магнитометрии	Вектор намагничения. Потенциал намагниченного тела. Теорема Пуассона.
2.2	Магнитные свойства веществ и природных материалов	Индукционная и остаточная намагниченность. Виды остаточной намагниченности горных пород
2.3	Магнитное поле Земли	Нормальное магнитное поле Земли. Вековой ход и эпохи отсчета магнитного поля. Вариации магнитного поля Земли.
2.4	Методы измерений геомагнитного поля	Феррозондовые магнитометры. Протонные магнитометры. Квантовые магнитометры. Методические принципы и типы магнитных съёмок. Первичная обработка материалов магнитной съёмки.
2.5	Методы решения прямых задач магниторазведки	Интегральные выражения для индукции магнитного поля и принципы аппроксимации тел произвольной формы.
2.6	Основы практической интерпретации магнитных аномалий	Качественный анализ аномалий магнитного поля. Количественный анализ магнитных аномалий простых тел.
<b>3. Лабораторные работы</b>		
3.1	Физические основы магнитометрии	Магнитные поля простых токовых систем.
3.2	Магнитное поле Земли	Главное геомагнитное поле.
3.3	Методы измерений геомагнитного поля	Влияние вариаций геомагнитного поля на результаты магнитной съёмки.
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.
3.5	Методы решения прямых задач магниторазведки	Магнитное поле наклонного тонкого пласта. Прямая 2D задача магнитометрии для сеточной модели

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	
1	Определение и сущность методов магниторазведки	1	-	-	2	-	3
2	Физические основы магниторазведки	2	2	4	6	-	14

3	Магнитные свойства веществ и природных материалов	4	2	-	6	-	12
4	Магнитное поле Земли	4	4	4	6	-	18
5	Методы измерений геомагнитного поля	2	4	4	14	-	24
6	Магнитные поля однородно намагниченных тел правильной формы	10	-	12	12	-	34
7	Методы решения прямых задач магниторазведки	4	6	4	6	-	20
8	Основы практической интерпретации магнитных аномалий	2	10	-	6	-	18
	Итого:	28	28	28	60	36	180

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

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.

#### 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. дипломир. специалистов "Технология геол. разведки" / Г.И. Гринкевич ; Урал. гос. горно-геол. акад., Ин-т геологии и геофизики .— Екатеринбург, 2001 .— 306 с. : ил. — 105.00.
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 .— <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> .— ISBN 978-5-7410-1182-9 .— <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=330594">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=330594</a> >.

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. Гидромагнитная 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» <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
13	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
14	Электронно-библиотечная система «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
15	Электронно-библиотечная система «РУКОНТ» (ИТС Контекстум) <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>
16	Электронно-библиотечная система «Юрайт» <a href="https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru">https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru</a>
17	Электронный учебный курс «Магниторазведка» – <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2427">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2427</a>

## 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» - <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2427">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2427</a>
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. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

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

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:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

№ 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. Фонд оценочных средств:

### 19.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
<p>ПК-2</p> <p>Обладать способностью самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных геологических исследований в области геофизики</p>	<p>Знать: современные теоретические основы магнитометрического метода изучения геологического строения земной коры.</p> <p>Уметь: использовать базисные знания о физических основах магниторазведки и технологии измерения магнитного поля Земли для получения геологической информации.</p> <p>Владеть: базисными практическими навыками расчёта магнитных полей, обусловленных геологическими телами правильной формы.</p>	<p>Физические основы магниторазведки.</p>	<p>Практическое задание № 1 Лабораторная работа № 1 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ</p>
		<p>Магнитные свойства веществ и природных материалов. Магнитное поле Земли.</p>	<p>Практическое задание № 2-3 Лабораторные работы № 2 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ</p>
		<p>Магнитные поля однородно намагниченных тел правильной формы. Методы решения прямых задач магниторазведки.</p>	<p>Практическое задание № 5 Лабораторные работы № 4-10 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ.</p>
<p>ПК-5</p> <p>Обладать готовностью к работе на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании в области геофизики</p>	<p>Уметь: использовать базисные знания о существующей аппаратуре и методиках полевых магниторазведочных работ при решении геологических задач.</p> <p>Владеть: базисными практическими навыками проведения полевых магнитометрических наблюдений и первичной обработки получаемых материалов магнитных съёмки.</p>	<p>Методы измерений геомагнитного поля. Основы практической интерпретации магнитных аномалий.</p>	<p>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</p>
		<p>Методы измерений геомагнитного поля.</p>	<p>Контрольные работы № 1-3 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем</p>

			курсе на образовательном портале ВГУ
<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b> Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ			<b>КИМ № 1</b>

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

### 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при 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)

### 19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 19.3.1 Перечень вопросов к экзамену (зачету): (нужное выбрать)

##### Перечень вопросов к зачету:

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.

**Перечень вопросов 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  $\Delta B_a$  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.

#### **19.3.2 Перечень практических заданий**

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

#### **19.3.4 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.

#### **19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ**

#### **19.3.5 Темы курсовых работ**

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

*Курсовые работы выполняются в интернет-классе.*

#### **19.3.6 Темы рефератов**

### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины Магниторазведка 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; курсовая работа. Критерии оценивания приведены выше.

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

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний, позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков деятельности в области Магниторазведки.

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