

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой Геофизики



В. Н. Глазнев

04.06.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.07.02 Геологическая интерпретация гравитационных аномалий

- 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:** Антонов Юрий Васильевич, д.т.н., профессор
- 7. Рекомендована:** научно-методическим советом геологического факультета,
протокол № 6 от 04.06.2020 г.
- 8. Учебный год:** 2021 **Семестр:** 7

9. Цели и задачи учебной дисциплины: Целью преподавания дисциплины «Геологическая интерпретация гравитационных аномалий» является подготовка бакалавров, компетентных в сфере интерпретации гравитационных аномалий применительно к решению геологических задач, владеющих знаниями теоретических и физических основ гравитационного метода, обладающих умениями и навыками обработки и интерпретации материалов гравитационных исследований.

Задачами преподавания дисциплины являются:

- получение обучающимися знаний о методиках проведения гравитационных исследований;
- приобретение обучающимися практических навыков обработки и интерпретации полученных материалов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: блок Б1, вариативная часть, дисциплины по выбору.

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, Геофизика, Магниторазведка, Интегральные преобразования в геофизике, Спектральный анализ в геофизике, Линейные обратные задачи в геофизике, Методы линейной алгебры в геофизике, Теория поля, Петрофизика.

Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей: Основы обработки геофизических данных, Методы обработки данных геофизики, Методы решения обратных задач геофизики, Прямые и обратные задачи геофизики, Обработка и интерпретация сейсмических данных, Комплексирование геофизических методов, 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-3	Способность в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций	Знать: возможности и роль геологической интерпретации гравитационных аномалий при решении геологических задач; физические основы гравиразведки. Уметь: использовать геологическую интерпретацию гравитационных аномалий в профессиональной деятельности; решать обратную задачу гравиметрии. Владеть (иметь навык(и)): геофизической и геологической интерпретацией гравитационного поля Земли и решением обратной задачи гравиметрии.
ПК-6	Готовность в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утвержденным формам	Знать: возможности и роль геологической интерпретации гравитационных аномалий при решении геологических задач; физические основы гравиразведки. Уметь: использовать геологическую интерпретацию гравитационных аномалий в профессиональной деятельности; решать обратную задачу гравиметрии Владеть (навык(и)): геофизической и геологической интерпретацией гравитационного поля Земли и решением обратной задачи гравиметрии.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час (в соответствии с учебным планом) — 3/108.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен): зачёт.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		7	№ семестра	...
Аудиторные занятия	48	48		
в том числе:				
лекции	16	16		
практические	16	16		
лабораторные	16	16		
Самостоятельная работа	60	60		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – 36 час.)	0	0		
Итого:	108	108		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Введение	Геологические модели в структурной геофизике
1.2	Краткие сведения по теории гармонических функций	Определение гармонических функций. Свойства гармонических функций. Нормальная производная и ее геометрическая интерпретация. Функция Грина.
1.3	Основные интегральные преобразования в трансформациях гравитационного поля	Решение прямой и обратной задачи Дирихле и аналитическое продолжение. Расчет аномалий силы тяжести в области аномальных источников на основе экстраполяции. Вычисление высших производных силы тяжести. Вычисление горизонтальной силы тяжести по распределению вертикальной составляющей
1.4	Оптимальные способы выделения локальных аномалий из наблюдаемого поля	Методы разделения сложных потенциальных полей. Физические предпосылки разделения гравитационных полей на составляющие. Региональные и локальные аномалии. Разделение полей как процесс частотной фильтрации. Основные способы разделения полей - геологическое редуцирование, осреднение, вычисление производных, продолжение поля и его производных в верхнее и нижнее полупространства, корреляционные методы разделения аномалий. Методы регуляризации в некорректных трансформациях поля.
1.5	Решение обратной задачи в структурной геофизике	Эквивалентность решений обратных задач в рудной и структурной геофизике. Решение обратной задачи гравиразведки для контактной задачи Подбор как задача оптимизации. О граничных условиях при решении структурных задач. Роль и место априорной информации при решении задачи о контактной поверхности. Решение обратной задачи для нескольких контактных поверхностей на основе методов регуляризации выметания масс и экстраполяции потенциальных полей.
2. Практические занятия		
2.1	Основные интегральные преобразования в трансформациях гравитационного поля	Расчет численных схем для трансформаций гравитационного поля. Частоанализ на основе формул Фурье. Обработка и построение карт и графиков трансформаций силы тяжести.
	Оптимальные способы выделения локальных аномалий из наблюдаемого поля	Расчет моделей для создания сложных полей силы тяжести. Расчет численных схем для экстраполяции силы тяжести.
	Решение обратной задачи в структурной геофизике	Метод осреднения. Метод вариаций. Анизотропные преобразования.
3. Лабораторные работы		
3.1	Основные интегральные преобразования в трансформациях гравитационного поля	Аналитическое продолжение в верхнее полупространство. Аналитическое продолжение в нижнее полупространство. Экстраполяция потенциальных полей.
	Оптимальные способы выделения локальных аномалий из наблюдаемого поля	Разделение сложных аномалий на основе экстраполяции. Вычисление производных силы тяжести. Интегральные методы интерпретации. Преобразование Гильберта.
	Решение обратной задачи в структурной геофизике	Решение обратной задачи для контактной поверхности.

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	Введение	2	-	-	-	-	2
2	Краткие сведения по теории гармонических функций	6	-	4	2	-	12
3	Основные интегральные преобразования в трансформациях гравитационного поля	8	-	4	18	-	30
4	Оптимальные способы выделения локальных аномалий из наблюденного поля	8	-	4	20	-	32
5	Решение обратной задачи гравиразведки в структурной геофизике	8	-	4	20	-	32
	Итого:	32	-	16	60	-	108

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 «Геологическая интерпретация магнитных аномалий» из списка литературы и презентационные материалы электронного курса лекций «Геологическая интерпретация магнитных аномалий» на Образовательном портале ВГУ – <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2635>.

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.
2	Петрищевский, А. М. Вероятностно-детерминистские методы интерпретации гравитационных аномалий : учебное пособие / А. М. Петрищевский, В. И. Исаев. — Томск : ТПУ, 2017. — 99 с. — ISBN 978-5-4387-0747-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106750

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Блох Ю.И. Интерпретация гравитационных и магнитных аномалий / Ю.И.Блох. – М. : РГГРУ, 2009. – 232 с.
4	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.
5	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
6	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.
7	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.
8	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.
9	Серкерев, Серкер Акберович. Гравиразведка и магниторазведка. Основные понятия, термины, определения : [учебное пособие для студ. вузов, обуч. по специальности "Геофиз. методы поисков и разведки месторождений полез. ископаемых" направления подгот. дипломиров. специалистов

	"Технология геол. разведки" / С. А. Серкеров .— М. : Недра-Бизнесцентр, 2006 .— 478, [1] с. : ил. ; 21 см. — Предм. указ.: с. 459-465 .— Библиогр.: с. 458 .— ISBN 5-8365-0179-3 ((в пер.)), 1000 экз.
10	Вычислительная математика и техника в разведочной геофизике. Справочник геофизика / М. : Недра, 1990, - 498 с.
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 курс лекций «Интерпретация данных магнитометрии» - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2635

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

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 «Интерпретация данных магнитометрии» - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2635

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 «Геологическая интерпретация магнитных аномалий» на Образовательном портале ВГУ – <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2635>.

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/USB 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-3</p> <p>Способность в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций</p>	<p>Знать: современные теоретические основы интерпретации данных наблюдений магнитного поля, возможности и роль магнитного метода при решении геологических задач.</p> <p>Уметь: использовать базисные теоретические знания о принципах математической интерпретации магниторазведки при решении типовых геологических задач.</p> <p>Владеть: основными методами интерпретации результатов полевых магниторазведочных работ и навыками геологической трактовки результатов магниторазведки.</p>	Трансформации магнитных аномалий.	<p>Практическое занятие № 1</p> <p>Лабораторная работа № 1-3</p> <p>Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ</p>
		Решение обратных задач магниторазведки.	<p>Практическое занятие № 2</p> <p>Лабораторная работа № 4</p> <p>Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ</p>
<p>ПК-6</p> <p>Обладать готовностью в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утвержденным формам.</p>	<p>Знать: современные теоретические основы интерпретации данных наблюдений магнитного поля, возможности и роль магнитного метода при решении геологических задач.</p> <p>Уметь: использовать базисные теоретические знания о принципах математической интерпретации магниторазведки при решении типовых геологических задач.</p> <p>Владеть: основными методами интерпретации результатов полевых магниторазведочных работ и навыками геологической трактовки результатов магниторазведки.</p>	Геологическая интерпретация региональных аномалий.	<p>Практическое занятие № 3-6</p> <p>Лабораторная работа № 5-7</p> <p>Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ</p>
<p>Промежуточная аттестация (зачёт)</p> <p>Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ</p>			<p>КИМ № 1</p>

* 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 геологической интерпретации магнитных аномалий	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 геологической интерпретации магнитных аномалий, 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 геологической интерпретации магнитных аномалий.	Пороговый уровень	Удовлетворительно (Зачтено)
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания в базовых положениях и теоретических основах дисциплины, допускает грубые ошибки в иллюстрировании результатов и применении геологической интерпретации магнитных аномалий	–	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 зачёту:

1. Модели нормального магнитного поля Земли.
2. Нормальное и аномальное геомагнитное поле.
3. Трансформации магнитного поля на основе спектрального представления потенциала.
4. Редуцирование наблюдаемых магнитных аномалий.
5. Методы построения магнитных моделей локальных объектов.
6. Расчет намагниченности простого эквивалентного слоя.
7. Оптимальная фильтрация.
8. Фильтрация магнитного поля с целью разделения аномалий различной природы.
9. Корреляция между магнитными и гравиметрическими аномалиями.
10. Корреляционная фильтрация.
11. Выделение магнитных аномалий заданного направления.
12. Выделение регулярных магнитных аномалий на фоне помех.
13. Формулировка прямой задачи для тела произвольной формы.
14. Классические квадратурные и кубатурные алгоритмы решения прямых задач.
15. Оптимизированные алгоритмы подбора: целевые функции и критерии оптимальности.
16. Региональные магнитные аномалии и их возможные источники.
17. Модели источников магнитных аномалий континентальной и океанической коры.
18. Магнитная съемка в геологическом картировании.
19. Использование магнитных съемок при структурных геологических исследованиях.
20. Решение обратных задач методом подбора.
21. Региональные магнитные аномалии и их возможные источники.
22. Основные алгоритмы решения обратных задач в методе подбора.
23. Намагниченность континентальной и океанической земной коры.
24. Применение магниторазведки для изучения строения земной коры.
25. Поиск и разведка месторождений полезных ископаемых с помощью магнитных исследований.
26. Магниторазведка при поисках цветных и благородных металлов.
27. Магнитные исследования при поисках неметаллических полезных ископаемых.

28. Магниторазведка при поисках цветных и благородных металлов.
29. Магнитные исследования при поисках неметаллических полезных ископаемых.
30. Специфика магнитных исследований при поиске слабомагнитных образований.
31. Особенности магнитных исследований при поиске железорудных месторождений.
32. Поиск и разведка месторождений полезных ископаемых с помощью магнитных исследований.

19.3.2 Перечень практических заданий

1. Лабораторная работа 1. Выделение локальных аномалий.
2. Лабораторная работа 2. Выделение аномалий заданного направления.
3. Лабораторная работа 3. Расчёт эквивалентной намагниченности горизонтального слоя.
4. Лабораторная работа 4. Решение обратной двумерной задачи методом подбора.
5. Лабораторная работа 5. Картировочная задача по данным магниторазведки.
6. Лабораторная работа 6. Оценка глубины положения источников магнитного поля.
7. Лабораторная работа 7. Моделирование источников магнитного поля.

19.3.3 Тестовые задания

19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ

19.3.5 Темы курсовых работ

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 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): практических заданий, лабораторных работах, тестирования. 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, позволяющих оценить степень сформированности умений и навыков деятельности геологической интерпретации магнитных аномалий

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