

МИНОБРАЗОВАНИЯ 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.06 Дифференциальные уравнения в геофизике

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: Груздев Владислав Николаевич, к. ф.-м. н., доцент
7. Рекомендована: научно-методическим советом геологического факультета,  
протокол № 7 от 29.05.2019 г.
8. Учебный год: 2020                      Семестр: 4

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:** Целью преподавания дисциплины «Дифференциальные уравнения в геофизике» является подготовка бакалавров – геофизиков компетентных в сфере теоретических основ и приемов использования дифференциальных уравнений при интерпретации данных геофизических исследований.

Задачами преподавания дисциплины являются:

- освоение обучающимися основных понятий и методов решений дифференциальных уравнений первого и второго порядков;
- приобретение обучающимися навыков решения систем дифференциальных уравнений;
- получение обучающимися основных приемов решения уравнений в частных производных.

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

Требование к входным знаниям: базовые знания, умения и навыки по дисциплинам Математика, Физика, Информатика, Введение в прикладную геофизику, Математическая статистика в геофизике, Методы компьютерной статистики в геофизике, Численные методы в геофизике, Методы компьютерной математики в геофизике.

Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей: Магнито-разведка, Гравиразведка, Методы математической физики в геофизике, Интегральные преобразования в геофизике, Спектральный анализ в геофизике, Системный анализ геофизических данных, Электроразведка, Геофизические исследования скважин, Сейсморазведка, Теория поля, Основы обработки геофизических данных, Методы обработки данных геофизики, Методы решения обратных задач геофизики, Прямые и обратные задачи геофизики, Обработка и интерпретация сейсмических данных, Физика Земли.

**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	
ОПК-3	Способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания математики и естественных наук	Знать: теории интерпретации геофизических исследований, основанные на использовании решений дифференциальных уравнений. Уметь: решать дифференциальные уравнения первого и второго порядков, систем дифференциальных уравнений, уравнений в частных производных. Владеть (иметь навык(и)): основными понятиями и методами решений дифференциальных уравнений первого и второго порядков, систем дифференциальных уравнений, уравнений в частных производных.

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

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

**13. Виды учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		4	№ семестра	...
Аудиторные занятия	50	50		
в том числе:				
лекции	12	12		
практические	12	12		
лабораторные	26	26		
Самостоятельная работа	22	22		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – 36 час.)	0	0		
Итого:	72	72		

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Задачи геофизики, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям.	Основные понятия о дифференциальных уравнениях в геофизике. Задача о движении материальной точки под действием силы тяжести и сопротивления среды. Задача о нахождении уравнения касательной, вдоль которой направлен вектор напряженности поля. Закон изменения массы радиоактивного элемента в зависимости от времени. Закон изменения температуры геологического объекта в зависимости от времени. Закон изменения давления в зависимости от высоты над уровнем моря.
1.2	Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка в геофизике	Геометрическое истолкование дифференциальных уравнений. Общее и частное решения ДУ. Задача Коши и ее применение в геофизике. ДУ с разделяющимися переменными и методы их решения. Однородные ДУ в геофизике и способы их решения. Линейные дифференциальные уравнения в геофизике. Методы Бернулли и Лагранжа при решении линейных ДУ. Уравнения в полных дифференциалах.
1.3	Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков в геофизике	Решение ДУ высших порядков. Задача Коши при решении дифференциальных уравнений высших порядков и ее применение в геофизике. Дифференциальные уравнения второго порядка, допускающие понижение порядка, и методы их решения. Линейные однородные и неоднородные дифференциальные уравнения в геофизике и методы их решения. Метод вариации произвольных постоянных. Интегрирование линейных неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами и специальной правой частью.
1.4	Системы обыкновенных дифференциальных уравнений в геофизике	Общий вид системы дифференциальных уравнений первого порядка. Задача Коши для системы дифференциальных уравнений и ее применение в геофизике. Интегрирование нормальных систем. Метод интегрируемых комбинаций. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами в геофизике и их решение. Характеристическое уравнение.
1.5	Дифференциальные уравнения в геофизике, содержащие частные производные	Дифференциальные уравнения с частными производными второго порядка и их основные типы. Интегральная поверхность. Задача Коши. Линейные дифференциальные уравнения с частными производными. Задачи геофизики, приводящие к линейным дифференциальным уравнениям в частных производных.
<b>2. Практические занятия</b>		
2.1	Задачи геофизики, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям. Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка в геофизике.	Решение дифференциальных уравнений первого порядка
2.2	Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков в геофизике.	Решение дифференциальных уравнений 2-го порядка, допускающих понижение порядка. Решение однородных и неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка.
2.3	Системы обыкновенных дифференциальных уравнений в геофизике.	Решение систем дифференциальных уравнений первого и второго, содержащих независимую переменную, искомые функции и их производные.
2.4	Дифференциальные уравнения для описания природных геофизических явлений.	Решение простейших дифференциальных уравнений первого порядка в частных производных, описывающих природные геофизические явления
<b>3. Лабораторные работы</b>		
3.1	Задачи геофизики, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям. Обыкновенные	Решение дифференциальных уравнений первого порядка

	дифференциальные уравнения первого порядка в геофизике.	
3.2	Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков в геофизике.	Решение дифференциальных уравнений 2-го порядка, допускающих понижение порядка. Решение однородных и неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка.
3.3	Системы обыкновенных дифференциальных уравнений в геофизике.	Решение систем дифференциальных уравнений первого и второго, содержащих независимую переменную, искомые функции и их производные.
3.4	Дифференциальные уравнения для описания природных геофизических явлений.	Решение простейших дифференциальных уравнений первого порядка в частных производных, описывающих природные геофизические явления

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Введение	1	-	-	-	1
2	Географическая информация и ее представление в ГИС	1	2	4	2	9
3	Основы цифровой картографии.	2	2	4	4	12
4	Модели пространственных данных.	2	2	4	4	12
5	Базы данных	2	2	4	4	12
6	Геоанализ и моделирование	2	2	5	4	13
7	Инструментальные средства ГИС	2	2	5	4	13
	Итого:	12	12	26	22	72

### 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.)

Имеется электронный курс «Дифференциальные уравнения в геофизике» 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=2752>.

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Демидович, Борис Павлович. Краткий курс высшей математики : учебное пособие для вузов / Б.П. Демидович, В.А. Кудрявцев .— М. : Астрель : АСТ, 2008 .— 654, [1] с. : ил., табл. — Предм. указ.: с.639-649 .— ISBN 978-5-17-004601-0 .— ISBN 978-5-271-01318-8.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Письменный, Дмитрий Трофимович. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Дмитрий Письменный .— 7-е изд. — М. : Айрис-пресс, 2008 .— 602, [1] с. : ил., табл. — (Высшее образование) .— ISBN 978-5-8112-3118-8.
3	Сборник заданий по курсу "Уравнения с частными производными". Раздел: Приведение уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными к каноническому виду / Сост. В.П.Глушко, Ю.Б.Савченко, С.А.Ткачева .— Воронеж, 2002 .— 47 с. — Тираж 100. 2,9 п.л.
4	Шарма, Дж.Н. Уравнения в частных производных для инженеров / Дж.Н. Шарма, К. Сингх ; пер. с англ. Б.В. Карпова под ред. А.Г. Кюркчана .— М. : Техносфера, 2002 .— 318 с. : ил. — (Мир математики) .— ISBN 5-94836-004-0.
5	Методические указания по обыкновенным дифференциальным уравнениям для самостоятельной работы студентов : Для студ. 2 к. д/о и в/о / Воронеж. гос. ун-т. Каф. нелинейных колебаний; Сост.: Е. П. Белоусова, И. Д. Коструб, Т. И. Смагина .— Воронеж, 2002 .— 23, [1] с. — 8.00.
6	Бугров, Яков Семенович. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Ряды. Функции комплексного переменного : Учебник для студ. инженер.-техн. спец. вузов / Я.С. Бугров, С.М. Ни-

	кольский .— / 4-е изд., улучшенное .— Ростов н/Д : Феникс, 1997 .— 511 с. — (Высшая математика) .— ISBN 5-222-00215-2 : 29.40.
--	--

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

№ п/п	Ресурс
7	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
8	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
9	Электронно-библиотечная система «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
10	Электронно-библиотечная система «РУКОНТ» (ИТС Контекстум) <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>
11	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>
12	Электронный курс «Дифференциальные уравнения в геофизике» - <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2752">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2752</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Филиппов, Алексей Федорович. Сборник задач по дифференциальным уравнениям : [учебное пособие] / А.Ф. Филиппов .— Изд. 5-е .— Москва : Либроком : URSS, 2013 .— 235, [2] с. — (Классический учебник МГУ) .— ISBN 978-5-397-03636-8.
2	Электронный курс «Дифференциальные уравнения в геофизике» - <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2752">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2752</a>

## 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 «Дифференциальные уравнения в геофизике на Образовательном портале ВГУ – <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2752>.

Программа курса 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)
ОПК-3 Способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания математики и естественных наук	Знать: теории интерпретации геофизических исследований, основанные на использовании решений дифференциальных уравнений. Уметь: решать дифференциальные уравнения первого и второго порядков, систем дифференциальных уравнений, уравнений в частных производных. Владеть: основными понятиями и методами решений дифференциальных уравнений первого и второго порядков, систем дифференциальных уравнений, уравнений в частных производных.	Задачи геофизики, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям.	
		Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка в геофизике	Лабораторная работа № 1 Практическое задание № 1 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
		Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков в геофизике	Лабораторная работа № 2 Практическое задание № 2 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
		Системы обыкновенных дифференциальных уравнений в геофизике Операционный метод решения линейных дифференциальных уравнений и их систем.	Лабораторная работа № 3 Практическое задание № 3 Тест № 1 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
<b>Промежуточная аттестация (зачёт)</b> Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ			<b>КИМ № 1</b>

### 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 дифференциальных уравнений в геофизике	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 дифференциальных уравнений в геофизике, 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 спосо-	Пороговый уровень	Удовлетворительно

бен применять теоретические знания для решения практических задач в области дифференциальных уравнений в геофизике.		(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 дифференциальных уравнений в геофизике.	–	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. Основные понятия о дифференциальных уравнениях в геофизике.
2. Задача Коши при решении дифференциальных уравнений высших порядков и ее применение в геофизике.
3. Формула Римана-Меллина.
4. Задача о движении материальной точки под действием силы тяжести и сопротивления среды.
5. Дифференциальные уравнения второго допускающие понижение порядка ми методы их решения.
6. Операционный метод решения дифференциальных уравнений.
7. Задача о нахождении уравнения касательной, вдоль которой направлен вектор напряженности поля.
8. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков в геофизике.
9. Общий вид дифференциального уравнения с частными производными.
10. Закон изменения массы радиоактивного элемента в зависимости от времени.
11. Линейные однородные и неоднородные дифференциальные уравнения и методы их решения.
12. Дифференциальные уравнения второго порядка, содержащие частные производные.
13. Закон изменения температуры геологического объекта в зависимости от времени.
14. Метод вариации произвольных постоянных.
15. Основные типы дифференциальных уравнений.
16. Закон изменения давления в зависимости от высоты над уровнем моря.
17. Интегрирование линейных неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами и специальной правой частью.
18. Интегральная поверхность. Задача Коши.
19. Геометрическое истолкование дифференциальных уравнений. Изоклины.
20. Общий вид системы дифференциальных уравнений первого порядка.
21. Линейные дифференциальные уравнения с частными производными.
22. Формы записи дифференциальных уравнений.
23. Нормальная система. Задача Коши для системы дифференциальных уравнений и ее применение в геофизике.
24. Задачи геофизики, приводящие к линейным дифференциальным уравнениям в частных производных.
25. Общее и частное решения ДУ. Задача Коши и ее применение в геофизике. ДУ с разделяющимися переменными в геофизике и методы их решения.
26. Интегрирование нормальных систем. Метод интегрируемых комбинаций.
27. Электромагнитные поля на Земле.
28. Однородные ДУ в геофизике и способы их решения.
29. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами в геофизике и их решение.
30. Тороидальное поле.
31. Линейные дифференциальные уравнения в геофизике.
32. Характеристическое уравнение.
33. Дрейф континентов не возможен (доказательство).
34. Методы Бернулли и Лагранжа при решении линейных ДУ.
35. Преобразование Лапласа.
36. Расширение Земли возможно (доказательство).
37. Уравнения Бернулли, Лагранжа и Клеро.

38. Оригиналы и их изображения.
39. Дифференциальное уравнение очага в разномодульных средах.
40. Уравнения в полных дифференциалах.
41. Свойства преобразования Лапласа.
42. Механизм землетрясения.
43. Формы записи дифференциальных уравнений высших порядков.
44. Таблица оригиналов и изображений.
45. Дифференциальные уравнения для определения предвестников землетрясений.
46. Решение ДУ высших порядков. Интегральная кривая.
47. Обратное преобразование Лапласа.
48. Два этапа расширения Земли.

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

1. Решение дифференциальных уравнений первого порядка
2. Решение дифференциальных уравнений 2-го порядка, допускающих понижение порядка.
3. Решение однородных и неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка.
4. Решение систем дифференциальных уравнений первого и второго, содержащих независимую переменную, искомые функции и их производные.
5. Решение простейших дифференциальных уравнений первого порядка в частных производных, описывающих природные геофизические явления.

#### **19.3.3 Тестовые задания**

##### **Тест № 1**

1. Преобразование Лапласа.
2. Оригиналы и их изображения.
3. Свойства преобразования Лапласа.
4. Таблица оригиналов и изображений.
5. Обратное преобразование Лапласа.
6. Формула Римана-Меллина.
7. Операционный метод решения дифференциальных уравнений.
8. Технология выполнения преобразования Лапласа в СКМ MathCad.
9. Технология выполнения обратного преобразования Лапласа в СКМ MathCad..

##### **Тест № 2**

1. Электромагнитные поля на Земле.
2. Квазистационарная модель электромагнитного поля.
3. Природа электромагнитных полей.
4. Тороидальное поле и его описание с помощью дифференциальных уравнений..
5. Доказательство о невозможности дрейфа континентов с помощью дифференциальных уравнений.
6. Доказательство о возможности расширения Земли с помощью дифференциальных уравнений.
7. Два этапа расширения Земли.
8. Дифференциальное уравнение очага в разномодульных средах.
9. Механизм землетрясения.
10. Дифференциальные уравнения для определения предвестников землетрясений.

#### **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 Дифференциальные уравнения в геофизике 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 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 Дифференциальных уравнений в геофизике.

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