

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ У.Д. АЛИЕВА»**

Физико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по УР

М. Х. Чанкаев

«29» апреля 2026г., протокол № 7

Рабочая программа дисциплины

**ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В
ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ I ПОРЯДКА**

(наименование дисциплины (модуля))

Специальность:

1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

Отрасль науки: физико-математические

Форма обучения: очная

Год начала подготовки - 2026

Карачаевск, 2026

Составитель: канд. физ.-мат. наук, доцент Мамчуев А. М.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 29 декабря 2012г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, утверждённым приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951 (Зарегистрировано в Минюсте России 23.11.2021 №65943), Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (Постановление Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 № 2122)

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры математического анализа на 2026-2027 учебный год, протокол № 8 от 24 апреля 2026г.

Оглавление

1. Наименование дисциплины (модуля)	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	4
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	4
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	5
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)	6
7. Фонд оценочных средств для проведения текущей промежуточной и итоговой аттестации.....	6
7.1. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы	6
7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	7
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)	7
8.1. Основная литература:	8
8.2. Дополнительная литература:	9
9. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля).....	9
9.1. Общесистемные требования	9
9.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины	9
9.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения	10
9.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	10
10. Особенности организации образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	10
11. Лист регистрации изменений.....	11

1. Наименование дисциплины (модуля)

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ I ПОРЯДКА

Целью освоения дисциплины является изучение методов исследования и решения дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих различные технологические процессы естествознания, техники и экономики.

Для достижения цели ставятся **задачи**:

- получить представление о солитонах, коммутативных кольцах дифференциальных операторов;
- изучить необходимый понятийный аппарат дисциплины;
- сформировать умения нахождения условий коммутирования дифференциальных операторов;
- получить представление о роли коммутативных колец дифференциальных операторов в нелинейной теории.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

знать:

- основные понятия и определения;
- теоремы существования и единственности;
- теоремы о свойствах решений дифференциальных уравнений, систем дифференциальных уравнений;
- уравнения в частных производных первого порядка и способы их решений.

уметь

- решать основные типы дифференциальных уравнений, такие как:
- уравнения первого порядка и уравнения, допускающие понижение порядка;
- линейные уравнения и системы дифференциальных уравнений;
- уравнения в частных производных первого порядка;
- находить общее и частное решения для различных типов и видов дифференциальных уравнений с начальными условиями;
- проводить доказательства основных теорем существования и единственности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Дифференциальные уравнения в частных производных I порядка» входит в образовательный компонент образовательной программы аспирантуры и является обязательной дисциплиной. Изучается в 1 семестре. Индекс в учебном плане 2.1.9

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 2 з.е.

Объём дисциплины	Всего часов
	для очной формы обучения
Общая трудоемкость дисциплины	72

Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36
Аудиторная работа (всего):	36
в том числе:	
лекции	18
семинары, практические занятия	18
практикумы	
лабораторные работы	
Внеаудиторная работа:	
Реферат	
консультация перед экзаменом	
Внеаудиторная работа также включает индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, групповые, индивидуальные консультации и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем), творческую работу (эссе), рефераты, контрольные работы и др.	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	36
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен)	зачет

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

ДЛЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ

Раздел, тема, содержание темы дисциплины		Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
			Аудиторные уч. занятия		Сам. раб.	Формы текущего контроля
			Лек.	Пр.		
1	Основные понятия. Уравнения, интегрируемые в квадратурах.	8	6	6	9	реферат
2	Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Уравнения, интегрируемые в квадратурах	8	6	2	9	реферат
3	Задача о траекториях	8	4	4	9	реферат
4	Задача Коши, достаточные условия существования и единственности решения задачи Коши, понятие о граничной задаче, общее решение, частное решение, особое решение	6	2	6	9	реферат
Всего по видам учебных занятий		72	18	18	36	зачет

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Помимо рекомендованной основной и дополнительной литературы, в процессе самостоятельной работы студенты могут пользоваться следующими методическими материалами, которые находятся в открытом доступе на кафедре математического анализа и в ауд. № 27.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущей промежуточной и итоговой аттестации

Текущий и промежуточный контроль качества усвоения знаний по дисциплине **«ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ I ПОРЯДКА»** проводится в форме опроса в процессе и в форме тестирования. Итоговый контроль проводится в форме зачета.

7.1. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

1. Уравнения в частных производных первого порядка. Построение общего решения линейных однородных уравнений.
2. Уравнения в частных производных первого порядка. Построение общего решения линейных неоднородных и квазилинейных уравнений.
3. Уравнение переноса вещества потоком воздуха.
4. Классификация уравнений в частных производных второго порядка (случай двух независимых переменных, $n = 2$). Приведение уравнения к каноническому виду. Уравнение характеристик.
5. Канонический вид уравнения гиперболического типа ($n = 2$).
6. Канонический вид уравнения параболического типа ($n = 2$).
7. Канонический вид уравнения эллиптического типа ($n = 2$).
8. Канонические формы уравнений с постоянными коэффициентами ($n = 2$).
9. Вывод уравнения малых поперечных колебаний струны. Постановка краевых условий. Вывод граничных условий, описывающих упругое закрепление концов струны (стержня).
10. Свободные колебания неограниченной струны. Формула Даламбера. Свойства решений волнового уравнения на прямой.
11. Вынужденные колебания неограниченной струны.
12. Волновое уравнение на полупрямой. Метод продолжения. Однородное условие Дирихле (условие Неймана, условие 3 рода) границе $x=0$.
13. Задача Штурма-Лиувилля. Свойства собственных чисел и собственных функций.
14. Задача Штурма-Лиувилля, одномерный случай: $X''(x) + cX(x) = 0$, $0 < x < l$, $X(0) = X(l) = 0$.
15. Решение задачи о свободных колебаниях ограниченной струны с жестко закрепленными концами (первая краевая задача) методом Фурье. Условия существования классического решения.
16. Вынужденные колебания ограниченной струны с жестко закрепленными концами.
17. Единственность классического решения смешанной краевой задачи для волнового уравнения.
18. Вывод уравнения распространения тепла в стержне. Постановка краевых задач.
19. Вывод граничных условий на концах стержня, описывающих режим конвективного теплообмена со средой заданной температуры.
20. Распространение тепла в неограниченном стержне. Построение решения с помощью метода разделения переменных (интеграл Фурье).
21. Представление решения задачи Коши для уравнения теплопроводности на прямой с помощью интеграла Пуассона.
22. Свойства решений задачи Коши для уравнения теплопроводности на прямой.

23. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности на прямой (функция Грина).
24. Неоднородное уравнение теплопроводности на прямой.
25. Понятие точечного источника тепла. Функция Дирака. Температурное поле на прямой, создаваемое точечным источником тепла.
26. Уравнение теплопроводности на полупрямой. Однородные граничные условия общего вида. Решение краевых задач на полупрямой методом продолжения.
27. Решение однородного уравнения теплопроводности на отрезке $[0,1]$ с граничными условиями Дирихле методом Фурье.
28. Решение неоднородного уравнения теплопроводности на отрезке $[0,1]$ с граничными условиями Дирихле методом Фурье.
29. Преобразование краевых задач с неоднородными граничными условиями.
30. Задача на собственные значения и функции с периодическими условиями: $X''(x) + cX(x) = 0$, $x \in R$, $X(x) = X(x+2\pi) = 0$.

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

Вопросы для подготовки к зачету:

1. Решите задачу Коши $y' = 12x(y^2 + 16)$, $y(0) = -4$ и укажите промежуток наибольшей длины, на котором решение этой задачи определено.
2. Решите задачу Коши $y' = \frac{9y}{(15-2x)(x-9)}$, $y(6) = 8$ и вычислите для решения этой задачи значение $y(3)$.
3. Найдите решение $x = x(y)$ уравнения $(x-2y)dx + (10y-2y^3-2x)dy = 0$, удовлетворяющее условию $x(2) = 3$. Вычислите для этого решения значение $x(3)$.
4. Вычислите действительную часть числа $\left(\frac{2+3i}{1-5i}\right)^{2003}$.
5. Найдите все решения уравнения $y' = -\frac{3}{x}y + \frac{4-12x^{21}}{x^9}$.
6. Решите задачу Коши $y'' - 6y' + 5y = 0$, $y(0) = 0$, $y'(0) = 8$ и вычислите для решения этой задачи значение $y(1)$.
7. Для последовательности $\{y_k\}$, удовлетворяющей рекуррентному уравнению $y_{k+1} = 4y_k - 9k^2 + 5$; $k = 0, 1, 2, \dots$ и условию $y_0 = 0$, вычислите величину y_{16}/y_{10} .
8. Укажите все возможные значения дроби y_6/y_9 для всех тех решений рекуррентного уравнения $y_{k+2} + 3y_{k+1} + 9y_k = 0$; $k = 0, 1, 2, \dots$, для которых она определена.
9. Решите систему уравнений
$$\begin{cases} x_{k+1} = 3x_k - y_k, \\ y_{k+1} = 2x_k + 6y_k; \end{cases} \quad k = 0, 1, 2, \dots$$
10. Решите неоднородную систему уравнений
$$\begin{cases} dx/dt = 3x - y + 12e^{7t} \\ dy/dt = 2x + 6y \end{cases}$$

и изобразите фазовый портрет однородной системы.

11. Найдите все значения параметра b , при которых нулевое решение уравнения $y''' + (6+b)y'' + 5y' - by = 0$ асимптотически устойчиво.

12. Укажите все возможные значения дроби $\frac{y(x - (\pi/3))}{y(x)}$ для всех тех решений уравнения $y'' - 4y' + 13y = 0$, для которых она определена.

13. Решите уравнение $(x + 2y + 4)dx + (2y - 5x + 16)dy = 0$.

14. Решите уравнение $y' = 2y \operatorname{ctg} x + 12 \sin 4x \cdot \sin^2 x$.

15. Решите уравнение $y_{k+1} = \left(\frac{k+3}{k+2}\right)^2 y_k + (k+3)^2 \cdot 2^k; \quad k = 0, 1, 2, \dots$

16. Решите одну из систем уравнений ($\lambda_1 = 2$?)

$$\begin{cases} dx/dt = 3x - 2y + z, \\ dy/dt = 2x - 2y + 2z, \\ dz/dt = -x + 2y + z. \end{cases} \quad \text{или} \quad \begin{cases} x_{k+1} = 3x_k - 2y_k + z_k, \\ y_{k+1} = 2x_k - 2y_k + 2z_k, \\ z_{k+1} = -x_k + 2y_k + z_k; \end{cases} \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

17. Решите уравнение $y'' + 6y' + 9y = \frac{6e^{-3x}}{x^3}$.

18. Решите уравнение $y' = \frac{3y}{x} - 4y^5 x^3$.

19. Решите задачу Коши $yy'' + 4y^4 (y')^6 = 3(y')^2, \quad y(1) = -1, \quad y'(1) = 1$.

20. Решите задачу Коши $xy^4 y'' + 4x^4 (y')^5 = xy^3 (y')^2 + 3y^4 y', \quad y(1) = -1, \quad y'(1) = 1$.

21. Решите уравнение $y_{k+3} - 2y_{k+1} - 4y_k = 51 \cdot 3^k + 2^{k+1}(20k + 14); \quad k = 0, 1, 2, \dots$

22. Решите уравнение $y''' - 2y' - 4y = 75 \sin x \quad (\lambda_1 = 2)$.

23. Решите уравнение $(4x^2 - y^2)dx + (6x^2 + 3xy)dy = 0$.

24. Найдите положения равновесия системы уравнений $\begin{cases} dx/dt = x^2 - e^{y-x}, \\ dy/dt = x^3 - x, \end{cases}$

определите их характер и начертите фазовые траектории соответствующих линеаризованных систем.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература:

1. Дифференциальные уравнения в частных производных/ Михайлов В.П.М.: Наука, 2006 г.
2. Обыкновенные дифференциальные уравнения/ Понтрягин Л.С.М.: Наука, 2008г.
3. Математическая теория оптимальных процессов. /Понтрягин Л.С, Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. М.: Наука, 2007 г.
4. Дифференциальные уравнения /Трикоми Ф. М.;УРСС, 2007 г.
5. Обыкновенные дифференциальные уравнения. /Федорюк М.В. М.: Наука, 2006 г.

6. Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью./Филиппов А.Ф. М.: Издательство физ.-мат. литературы, 2005 г.
7. Уравнения математической физики./Тихонов А.Н., Самарский А.А. М.: Наука, 2007г.

8.2. Дополнительная литература:

1. Лекции об уравнениях с частными производными/ Петровский И.Г. М.: Наука, 2009 г.
2. Дифференциальные уравнения /Тихонов А. Н., Васильева А. Б., Свешников А. Г.М.: Наука, 2005 г.
3. Обыкновенные дифференциальные уравнения. /Арнольд В.И. М.: Наука, 2008 г.

9. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)

9.1. Общесистемные требования

Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «КЧГУ»

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) Университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории Университета, так и вне ее.

Функционирование ЭИОС обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование ЭИОС соответствует законодательству Российской Федерации.

Адрес официального сайта университета: <http://kchgu.ru>.

Адрес размещения ЭИОС ФГБОУ ВО «КЧГУ»: <https://do.kchgu.ru>.

Электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки)

Учебный год	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
2026-2027 учебный год	Электронно-библиотечная система ООО «Знаниум». Договор № 332 эбс с 02.06.2026г. Электронный адрес: https://znanium.com	С 02.06.2026г. до 01.06.2027г.
2026-2027 учебный год	Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № 12 от 26.02.26г. Электронный адрес: https://e.lanbook.com	от 26.02.2026г. до 31.01.2027г.
2026-2027 учебный год	Электронно-библиотечная система КЧГУ. Положение об ЭБ утверждено Ученым советом от 30.09.2015г. Протокол № 1. Электронный адрес: http://lib.kchgu.ru	Бессрочный
2026-2027 учебный год	Национальная электронная библиотека (НЭБ). Договор №101/НЭБ/1391-п от 22. 02. 2023 г. Электронный адрес: http://rusneb.ru	Бессрочный
2026-2027 учебный год	Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU». Лицензионное соглашение №15646 от 21.10.2016 г. Электронный адрес: http://elibrary.ru	Бессрочный
2026-2027 учебный год	Электронный ресурс Polpred.com Обзор СМИ. Соглашение. Бесплатно. Электронный адрес: http://polpred.com	Бессрочный

9.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

Занятия проводятся в учебных аудиториях, предназначенных для проведения занятий лекционного и практического типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ),

групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в соответствии с расписанием занятий по образовательной программе. С описанием оснащённости аудиторий можно ознакомиться на сайте университета, в разделе материально-технического обеспечения и оснащённости образовательного процесса по адресу: <https://kchgu.ru/sveden/objects/>

9.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения

- Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная
- Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная
- ABBY FineReader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная
- CalculateLinux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная
- Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная
- Kaspersky Endpoint Security. Договор №0379400000325000001/1 от 28.02.2025г. Срок действия лицензии с 27.02.2025г. по 07.03.2027г.

9.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Федеральный портал «Российское образование» - <https://edu.ru/documents/>
2. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru/>
3. Базы данных Scopus издательства Elsevier <http://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>.
4. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования - <http://fgosvo.ru>.
5. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) – <http://edu.ru>.
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru>.
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») – <http://window/edu.ru>.

10. Особенности организации образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья

В ФГБОУ ВО «Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева» созданы условия для получения высшего образования по образовательным программам обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

Специальные условия для получения образования по ОПВО обучающимися с ограниченными возможностями здоровья определены «[Положением об обучении лиц с ОВЗ](#) в КЧГУ», размещенным на сайте Университета по адресу: <http://kchgu.ru>.

11. Лист регистрации изменений

В рабочей программе внесены следующие изменения:

Изменение	Дата и номер протокола ученого совета факультета/ института, на котором были рассмотрены вопросы о необходимости внесения изменений в ОПВО	Дата и номер протокола ученого совета Университета, на котором были утверждены изменения в ОПВО
Переутверждена ОП ВО. Обновлено: учебный план, календарный учебный график, РПД, РПП, программы ГИА, воспитания календарный план воспитательной работы. Обновлен договор №332 эбс ООО «Знаниум» от 02.06.2026г. Действует с 02.06.2026г. до 01.06.2027г.	27.04.2026г., протокол № 8	29.04.2026г., протокол № 7 03.06.2026г., протокол № 8