

**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 2026 г., протокол № 7

**Рабочая программа дисциплины**

**Кандидатский экзамен по специальности**

**Специальность:**

**1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика**

**Отрасль науки: физико-математические**

**Форма обучения: очная**

**Год начала подготовки - 2026**

Карачаевск, 2026

Составители: доцент Лайпанова З.М., 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 уч. год, протокол № 8 от 24.04.2026 г.

## Оглавление

|                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Наименование дисциплины (модуля): кандидатский экзамен по специальности.....                                                                                                                                                   | 4  |
| 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....                                                                            | 4  |
| 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....                                                                                                                                                                    | 5  |
| 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..... | 5  |
| 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....                                                               | 6  |
| 5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий для очной формы обучения (в академических часах).....                                                                                                             | 6  |
| 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) .....                                                                                                                                                           | 6  |
| 6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....                                                                                                                       | 8  |
| 6.1. Основная литература.....                                                                                                                                                                                                     | 8  |
| 6.2. Дополнительная литература .....                                                                                                                                                                                              | 8  |
| 7. Методические рекомендации для выполнения самостоятельной работы .....                                                                                                                                                          | 9  |
| 7.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям .....                                                                                                                                                             | 9  |
| 7.2. Перечень вопросов для самостоятельного изучения .....                                                                                                                                                                        | 10 |
| 7.3. Вопросы для подготовки к экзамену кандидатского минимума .....                                                                                                                                                               | 10 |
| 8. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля) .....                                                                                                                                                   | 13 |
| 8.1. Общесистемные требования.....                                                                                                                                                                                                | 13 |
| 8.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины .....                                                                                                                                                   | 14 |
| 8.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения .....                                                                                                                                                            | 14 |
| 8.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....                                                                                                                                            | 14 |
| 9. Особенности организации образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья .....                                                                                                                         | 14 |
| 10. Лист регистрации изменений .....                                                                                                                                                                                              | 15 |

## **1. Наименование дисциплины (модуля): кандидатский экзамен по специальности**

Целями освоения промежуточной аттестации по дисциплине «кандидатский экзамен по специальности» являются:

- изучение теории и практики применения современных идей математических областей связанных с дифференциальными уравнениями и математической физикой, которые способствуют развитию аспирантов в следующих направлениях: способности к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности;
- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований, математическими методами, вычислительной техникой и информационными технологиями в области дифференциальных уравнений и математической физики;
- способность представлять на высоком научном уровне полученные результаты в области дифференциальных уравнений и математической физики связанных с научными публикациями, на симпозиумах и конференциях, в том числе в преподавательской деятельности; способности к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

Итогом курса является подготовка аспирантов по основным разделам программы кандидатского экзамена специальности «Дифференциальные уравнения и математическая физика».

Для достижения цели ставятся **задачи**:

- расширить представления о возможностях дифференциальных уравнений и математической физики и областей их применимости;
- продемонстрировать, на какие принципиальные качественные вопросы может ответить данная область;
- выработать практические навыки декомпозиции, абстрагирования при решении задач в различных областях профессиональной деятельности.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- основные методы научно-исследовательской деятельности;
- некоторые этические нормы профессиональной деятельности;
- методологию и методы научного исследования; основные формы и методы научно-исследовательской деятельности, способы организации информационно-поисковой, экспериментальной и системно-аналитической деятельности;
- способы использования базовых теоретических знаний для решения профессиональных задач;
- методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- основы интеллектуальной собственности и международного права в области работы с информацией и математическими методами.

**Уметь:**

- выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач;
- несистематично следовать этическим нормам профессиональной деятельности;

- планировать и ставить цели проведения фундаментальных и прикладных научных исследований, разрабатывать схему и подбирать методы исследований, анализировать полученные результаты и делать выводы;
- разрабатывать компьютерно-ориентированные вычислительные алгоритмы решения прикладных задач;
- реализовывать математические методы на компьютере путем программирования;
- при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений.

**Владеть:**

- навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования;
- первично этическими нормами профессиональной деятельности;
- методами организации научного исследования; навыками планирования, организации и проведения фундаментальных и прикладных научно-исследовательских работ. применять на практике базовые профессиональные навыки;
- навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
- информацией по данной дисциплине на уровне умения вести дискуссию и отстаивать собственную точку зрения;
- навыками применения на практике базовых профессиональных навыков;
- способностью применять программные математические пакеты для реализации математических методов.

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Кандидатский экзамен по специальности относится к части программы аспирантуры 2.3., сдается в 7 семестре.

|                                                                                                                                            |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Индекс                                                                                                                                     | 2.3.3 |
| <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                                               |       |
| Для успешного прохождения кандидатского экзамена аспирант должен иметь подготовку по дисциплинам научного и образовательного компонентов.  |       |
| <b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>                               |       |
| Знания, умения и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при написании диссертации и ее подготовку к защите. |       |

**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 3 з.е., 108 академических часов.

| Объём дисциплины                                                                         | Всего часов              |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|                                                                                          | для очной формы обучения |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>                                                     | <b>108</b>               |
| <b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)</b> |                          |
| <b>Аудиторная работа (всего):</b>                                                        | <b>2</b>                 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| в том числе:                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |
| лекции                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |
| семинары, практические занятия                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2              |
| практикумы                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |
| лабораторные работы                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |
| <b>Внеаудиторная работа:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |
| 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 |                |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>106</b>     |
| <b>Контроль самостоятельной работы</b>                                                                                                                                                                                                                                                                |                |
| <b>Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)</b>                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Экзамен</b> |

**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 для очной формы обучения (в академических часах)**

| №  | Наименование разделов и тем занятий                                                                                                                                 | Лекц. | Практ. занятия | Самост. работа | Общая трудоемкость |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------|----------------|--------------------|
| 1. | Обыкновенные дифференциальные уравнения                                                                                                                             |       | 1              | 24             | 25                 |
| 2. | Уравнения математической физики                                                                                                                                     |       | 1              | 24             | 25                 |
| 3. | Теория динамических систем                                                                                                                                          |       |                | 16             | 16                 |
| 4. | Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Элементы многомерного статистического анализа |       |                | 8              | 8                  |
| 5. | Экстремальные задачи. Задачи на минимакс. Принцип динамического программирования                                                                                    |       |                | 6              | 6                  |
| 6. | Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации                                                                                            |       |                | 8              | 8                  |
| 7. | Метод последовательного принятия решения. Основы теории игр. Исследование операций                                                                                  |       |                | 8              | 8                  |
| 8. | Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей                                                                                                            |       |                | 12             | 12                 |
|    | <b>ИТОГО:</b>                                                                                                                                                       |       | <b>2</b>       | <b>106</b>     | <b>108</b>         |

**5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)**

| Наименование раздела, темы дисциплины (модуля)                                   | Содержание тем дисциплины (модуля)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Раздел 1.</b><br/><b>Обыкновенные дифференциальные уравнения</b></p>       | <p>1. Теоремы (Пикара, Пеано) существования и единственности решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений 1-го порядка и их систем.</p> <p>2. Непрерывная зависимость решения задачи Коши от начальных условий и параметра.</p> <p>3. Производная решения по параметру. Теоремы о продолжении решения задачи Коши</p> <p>4. Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Особые решения.</p> <p>5. Линейные уравнения высокого порядка. Структура общего решения линейных однородных и неоднородных уравнений. Формула Лиувилля – Остроградского, метод вариации постоянных. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами.</p> <p>6. Системы линейных уравнений. Экспонента матрицы. Матрица Коши, формула Лиувилля – Остроградского, методы интегрирования линейных систем с постоянными коэффициентами.</p> <p>7. Линейные системы с периодическими коэффициентами. Теория Флоке.</p> <p>8. Автономные системы линейных и нелинейных уравнений. Положения равновесия. Предельные циклы. Построение фазового портрета.</p> <p>9. Устойчивость по Ляпунову. Теорема Ляпунова об устойчивости положения равновесия по первому приближению.</p> <p>10. Краевая задача для линейного уравнения или системы уравнений. Функция Грина. Представление решения краевой задачи.</p> <p>11. Линейные уравнения второго порядка. Нули решений. Теорема сравнения. Теорема Штурма. Достаточные условия колеблемости решений.</p> <p>12. Задача Штурма–Лиувилля для уравнения второго порядка. Свойства собственных функций</p> <p>13. Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью. Теорема существования и единственности решения при условиях Каратеодори</p> <p>14. Линейные и квазилинейные уравнения с частными производными первого порядка. Характеристики. Задача Коши</p> |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/><b>Оптимальное управление. Динамические системы.</b></p> | <p>1. Теоремы отделимости, теорема Банаха об обратном операторе и следствия из них. Определение производных, основные теоремы дифференциального исчисления в функциональных пространствах. Теоремы о неявной функции и обратном отображении. Теорема Люстерника о касательном пространстве.</p> <p>2. Принцип Лагранжа для гладких задач. Случай бесконечномерных экстремальных задач с равенствами и неравенствами. Простейшая задача и задача Лагранжа в классическом вариационном исчислении; уравнения Эйлера и Эйлера-Лагранжа Простейшие вариационные неравенства</p> <p>3. Достаточные условия для бесконечномерных задач с равенствами и неравенствами. Простейшая задача вариационного исчисления: необходимые и достаточные условия экстремума второго порядка.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>4. Связь между лагранжианом и гамильтонианом. Уравнение Гамильтона-Якоби.</p> <p>5. Принцип максимума Понтрягина</p> <p>6. Решение конкретных задач вариационного исчисления и оптимального управления и экстремальных задач анализа, геометрии, теории аппроксимации.</p> <p>7. Основные понятия выпуклого анализа и формулы выпуклого исчисления. Теоремы о субдифференциале и об очистке. Принцип Лагранжа для выпуклых задач. Теорема Куна-Таккера</p> <p>8. Теоремы двойственности в выпуклом программировании Теоремы двойственности и симплекс метод в линейном программировании. Транспортная задача и задача о назначении</p> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## **6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **6.1. Основная литература:**

1. Дифференциальные уравнения: практикум / Л.А. Альсевич, С.А. Мазаник, Г.А. Расолько, Л.П. Черенкова. - Минск: Вышэйшая школа, 2012. - 384 с. - ISBN 978-985-06-2111-5; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135999> (22.11.2016).
2. Астахова, И.В. Дифференциальные уравнения / И.В. Астахова, В.А. Никишкин. - М.: Евразийский открытый институт, 2011. - Ч. 2. - 108 с. - ISBN 978-5-374-00487-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90342> (22.11.2016).
3. Коврижных, А.Ю. Дифференциальные и разностные уравнения / А.Ю. Коврижных, О.О. Коврижных; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. - 150 с. - ISBN 978-5-7996-1341-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275742> (22.11.2016).
4. Владимиров, В. С. Уравнения математической физики : учебник для вузов / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. - 2-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 400 с. - ISBN 978-5-9221-0310-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/169279> (дата обращения: с.ISBN 09.07.2024). – Режим доступа: по подписке.
5. Давыдов, А. П. Методы математической физики. Классификация уравнений и постановка задач. Метод Даламбера: Курс лекций / Давыдов А.П., Злыднева Т.П. - Москва :НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 100 978-5-16-105499-4 (online). - Текст : электронный. URL: <https://znanium.com/catalog/product/884637> (дата обращения: 09.07.2024). – Режим доступа: по подписке.
6. Ильин, А. М. Уравнения математической физики : учебное пособие / А. М. Ильин. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 192 с. - ISBN 978-5-9221-1036-5. - - URL: <https://znanium.com/catalog/product/544745> (дата обращения: 21.08.2020). – Режим доступа: по под писке. – Текст: электронный.

### **6.2. Дополнительная литература:**

1. Васильева, А.Б. Дифференциальные и интегральные уравнения. Вариационное исчисление в примерах и задачах / А.Б. Васильева, Г.Н. Медведев, Н.А. Тихонов. - М. : Физматлит, 2005. - 214 с. - ISBN 5-9221-0628-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68123> (22.11.2016).

4. Кудряшов, С. Н. Кудряшов, С. Н. Основные методы решения практических задач в курсе «Уравнения математической физики» : учеб. пособие / С. Н. Кудряшов. - Ростов-на-Дону : Издательство ЮФУ, 2011. - 308 с. - ISBN 978-5-9275-0879-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/556282> (дата обращения: 09.07.2024). – Режим доступа: по подписке.

5. Лесин, В. В. Уравнения математической физики : учебное пособие / В. В. Лесин. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. - 240 с. - ISBN 978-5-906818-61-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/961832> (дата обращения: 09.07.2024). – Режим доступа: по подписке.

#### 8.2. Дополнительная литература:

1. Соболева, Е. С. Задачи и упражнения по уравнениям математической физики / Е.С. Соболева, Г.М. Фатеева. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 96 с. ISBN 978-5-9221-1053-2, 300 экз. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/392891> (дата обращения: 09.07.2024). – Режим доступа: по подписке.

2. Сухинов, А. И. Курс лекций по уравнениям математической физики с примерами и задачами: учебное пособие / А.И. Сухинов, В.Н. Зуев, В.В. Семенистый. - Ростов н/Д: Издательство ЮФУ, 2009. - 307 с. ISBN 978-5-9275-0669-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549839> (дата обращения: 09.07.2024). – Режим доступа: по подписке.

### 7. Методические рекомендации для выполнения самостоятельной работы

Целью самостоятельной работы является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, приобретение навыков работы с литературой, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений, подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий, выполняется по заданию преподавателя индивидуально и без его непосредственного участия. Виды самостоятельной работы: работа на лекциях; подготовка к практическим занятиям; подготовка к коллоквиумам по разделам изучаемой дисциплины; поисковая работа в Internet; написание рефератов и представление их результатов в презентациях, подготовка к экзамену.

Особое внимание следует уделять подготовке к практическим занятиям. Это форма учебного занятия, на которой организуется детальное рассмотрение отдельных теоретических положений учебной дисциплины и формирует умения и навыки их практического применения путем выполнения поставленных задач. При подготовке к практическим занятиям магистрант должен ознакомиться с конспектом лекции по данной теме и соответствующим разделом базовых учебников. Для подготовки развернутых ответов по поставленным вопросам необходимо использовать дополнительную литературу, в том числе периодические научные издания и электронные ресурсы.

В структуре практического занятия доминирует самостоятельная работа. Основное в самостоятельной работе – это работа над книгой, изучение первоисточников, выполнение различного рода практических заданий, разбор тестовых заданий и методических рекомендаций преподавателя. Тесты позволяют не только эффективно проверить прочность и глубину их усвоения, но и существенно их расширить при работе со словарем. Важно научиться составлять развернутый план выступления по каждому вопросу практического занятия.

#### 7.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям

1. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

2. Гладкость решения задачи Коши по начальным данным и параметрам, входящим в правые части системы уравнений. Продолжение решения.
3. Общая теория линейных уравнений и систем (область существования решения, фундаментальная матрица Коши, формула Лиувилля—Остроградского, метод вариации постоянных и др.).
4. Автономные системы уравнений. Положения равновесия. Предельные циклы.
5. Устойчивость по Ляпунову. Теорема Ляпунова об устойчивости положения равновесия по первому приближению.
6. Задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина (без доказательства), приложение к задачам быстрогодействия для линейных систем.
7. Краевая задача для линейного уравнения или системы уравнений. Функция Грина. Представление решения краевой задачи.
8. Задача Штурма—Лиувилля для уравнения второго порядка. Свойства собственных функций.
9. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений с комплексными аргументами. Доказательство теоремы существования и единственности аналитического решения методом мажорант.
10. Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью. Теорема существования и единственности решения при условиях Каратеодори.
11. Линейные и квазилинейные уравнения с частными производными первого порядка. Характеристики. Задача Коши. Теория Гамильтона—Якоби.

## **7.2. Перечень вопросов для самостоятельного изучения**

1. Системы уравнений с частными производными типа Ковалевской. Аналитические решения. Теория Коши—Ковалевской.
2. Классификация линейных уравнений второго порядка на плоскости. Характеристики.
3. Задача Коши и начально-краевые задачи для волнового уравнения и методы их решения. Свойства решений (характеристический конус, конечность скорости распространения волн, характер переднего и заднего фронтов волны и др.)
4. Задачи Дирихле и Неймана для уравнения Пуассона и методы их решения. Свойства решений (принцип максимума, гладкость, теоремы о среднем и др.)
5. Задача Коши и начально-краевые задачи для уравнения теплопроводности и методы их решения. Свойства решений (принцип максимума, бесконечная скорость распространения, функция источника и др.)
6. Обобщенные функции. Свертка обобщенных функций, преобразование Фурье.
7. Пространства Соболева  $W_p^m$ . Теоремы вложения, следы функций из  $W_p^m$  на границе области.
8. Обобщенные решения краевых задач для эллиптического уравнения второго порядка. Задачи на собственные функции и собственные значения.
9. Псевдодифференциальные операторы (определение, основные свойства).
10. Нелинейные гиперболические уравнения. Основные свойства.
11. Монотонные нелинейные эллиптические уравнения. Основные свойства.
12. Монотонные нелинейные параболические уравнения. Основные свойства.

## **7.3. Вопросы для подготовки к экзамену кандидатского минимума**

### **Обыкновенные дифференциальные уравнения**

1. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
2. Гладкость решения задачи Коши по начальным данным и параметрам, входящим в правые части системы уравнений. Продолжение решения.
3. Общая теория линейных уравнений и систем (область существования решения,

фундаментальная матрица Коши, формула Лиувилля–Остроградского, метод вариации постоянных и др.).

4. Автономные системы уравнений. Положения равновесия. Предельные циклы.

5. Устойчивость по Ляпунову. Теорема Ляпунова об устойчивости положения равновесия по первому приближению.

6. Краевая задача для линейного уравнения или системы уравнений. Функция Грина. Представление решения краевой задачи.

7. Задача Штурма–Лиувилля для уравнения второго порядка. Свойства собственных функций.

8. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений с комплексными аргументами. Доказательство теоремы существования и единственности аналитического решения методом мажорант.

9. Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью. Теорема существования и единственности решения при условиях Каратеодори.

10. Линейные и квазILINEйные уравнения с частными производными первого порядка. Характеристики. Задача Коши. Теория Гамильтона–Якоби.

### **Динамические системы и оптимальное управление**

11. Динамические системы и их классификация. Непрерывные и дискретные модели.

12. Дискретные динамические системы. Точки равновесия и циклы ДДС. Устойчивость точек равновесия и циклов ДДС. Гиперболические и негиперболические точки равновесия и циклы.

13. Непрерывные динамические системы. Точки равновесия и циклы (периодические решения) НДС. Устойчивость точек равновесия и циклов НДС. Гиперболические и негиперболические точки равновесия и циклы.

14. Задачи оптимального управления. Задача оптимального быстрогодействия. Задача о брахистохроне.

15. Динамическое программирование. Принцип оптимальности. Уравнение Беллмана. Принцип максимума Понтрягина (без доказательства).

### **Математическая физика**

16. Системы уравнений с частными производными типа Ковалевской. Аналитические решения. Теория Коши–Ковалевской.

17. Классификация линейных уравнений второго порядка на плоскости. Характеристики.

18. Задача Коши и начально-краевые задачи для волнового уравнения и методы их решения. Свойства решений (характеристический конус, конечность скорости распространения волн, характер переднего и заднего фронтов волны и др.)

19. Задачи Дирихле и Неймана для уравнения Пуассона и методы их решения. Свойства решений (принцип максимума, гладкость, теоремы о среднем и др.)

20. Задача Коши и начально-краевые задачи для уравнения теплопроводности и методы их решения. Свойства решений (принцип максимума, бесконечная скорость распространения, функция источника и др.)

21. Обобщенные функции. Свертка обобщенных функций, преобразование Фурье.

Реферат представляет собой осмысленное изложение в письменном виде или в форме публичного доклада содержания главного и наиболее важного в научной литературе по определенной теме. Такой обзор должен давать представление о современном состоянии изученности той или иной научной проблемы, включая сопоставление точек зрения специалистов, и сопровождаться собственной оценкой их достоверности и убедительности.

В отличие от научных статей, диссертаций, монографий, имеющих целью получения нового знания в ходе самостоятельного исследования и введение его в научный

оборот посредством опубликования, реферат не предполагает изложения самостоятельных научных результатов. Рефераты бывают обзорные (созданные на основе нескольких первоисточников) и монографические (созданные на основе одного первоисточника).

Реферат включает следующие аспекты содержания исходного научного текста (оптимальная последовательность аспектов зависит от назначения этого вида работы):

- предмет, тема, цель работы (указываются в том случае, если они не ясны из заглавия документа);

- метод или методология проведения работы (целесообразно описывать в том случае, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения данной работы. Широко известные методы только называются);

- результаты работы (описываются предельно точно и информативно. Приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. При этом отдается предпочтение новым результатам и данным долгосрочного значения, важным открытиям, выводам, которые опровергают существующие теории, а также данным, которые, по мнению автора научного текста, имеют практическое значение. Следует указывать пределы точности и надежности данных, а также степень их обоснованности);

- выводы (могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предложениями, гипотезами, описанными в исходном документе);

- дополнительная информация (включает данные, не существенные для основной цели исследования, но имеющие значение вне его основной темы. Можно указывать название организации, в которой выполнена работа, сведения об авторе исходного документа, ссылки на ранее опубликованные документы и т. п. При наличии в исходном документе серьезных ошибок и противоречий могут даваться примечания автора реферата).

Подготовленный и оформленный в соответствии с требованиями реферат оценивается по следующим критериям:

- достижение поставленной цели и задач исследования;

- уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов исследований);

- личные заслуги автора реферата (новые знания, которые получены помимо образовательной программы, новизна материала и рассмотренной проблемы, научное значение исследуемого вопроса);

- культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора);

- культура оформления материалов работы (соответствие реферата всем стандартным требованиям);

- степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всесторонность раскрытия темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению);

- использование литературных источников.

Преподаватель принимает окончательное решение о степени успешности реферата. «Зачтено» выставляется в случае, когда объем реферата составляет 8–10 страниц, текст напечатан аккуратно, в соответствии с требованиями, полностью раскрыта тема реферата, отражена точка зрения автора на рассматриваемую проблему, реферат написан грамотно, без ошибок. При защите реферата студент продемонстрировал отличное знание материала работы, приводил соответствующие доводы, давал полные развернутые ответы на вопросы и аргументировал их.

«Не зачтено» – в случае, когда объем реферата составляет менее 8 страниц, текст напечатан неаккуратно, много опечаток, тема реферата не раскрыта, не отражена точка зрения автора на рассматриваемую проблему, много ошибок в построении предложений. При защите реферата студент продемонстрировал слабое знание материала работы, не смог раскрыть тему не отвечал на вопросы.

Объективность оценки работы преподавателем заключается в определении ее положительных и отрицательных сторон, по совокупности которых он окончательно оценивает представленную работу. При отрицательной рецензии работа возвращается на доработку с последующим представлением на повторную проверку с приложением замечаний, сделанных преподавателем.

## **8. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)**

### **8.1. 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)**

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

## **8.2. 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/>

## **8.3. 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.

## **8.4. 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>.

## **9. 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>.

## 10. Лист регистрации изменений

В рабочей программе внесены следующие изменения:

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