

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

Кафедра математического анализа



Р.А. Бостанов

04 июля 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Приложения дифференциальных уравнений**

*(наименование дисциплины (модуля))*

Направление подготовки

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

*(шифр, название направления)*

Направленность (профиль) подготовки

**Общий профиль: прикладная математика и  
информатика**

Квалификация выпускника

**бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Год начала подготовки - 2020

*(по учебному плану)*

Карачаевск, 2023

Составитель: к. ф.-м. н., доцент Лайпанова З.М..

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 № 9 с изменениями и дополнениями от 26.11.2020 г., №1456, 8.02.2021 г., №83, образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика; направленность (профиль): Общий профиль: прикладная математика и информатика, локальными актами КЧГУ.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры: математического анализа на 2022-2023 уч. год

Протокол № 10 от 30.06.2023 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  Лайпанова З.М.

## Содержание

1. Наименование дисциплины (модуля).....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	4
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	6
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	7
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	7
5.2. Тематика лабораторных занятий.....	8
5.3. Примерная тематика курсовых работ .....	8
6. Образовательные технологии.....	8
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).....	10
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы .....	10
7.2. Типовые контрольные задания или иные учебно-методические материалы, необходимые для оценивания степени сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины.....	16
7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов .....	16
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля). Информационное обеспечение образовательного процесса.....	25
8.1. Основная литература: .....	25
8.2. Дополнительная литература: .....	26
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	26
10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля) .....	27
10.1. Общесистемные требования .....	27
10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	27
11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	29
12. Лист регистрации изменений .....	30

## 1. Наименование дисциплины (модуля)

### Приложения дифференциальных уравнений

Целью изучения дисциплины является:

приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, содействие фундаментализации образования, формирование естественнонаучного мировоззрения и развитие системного мышления; ознакомление студентов с основными понятиями и методами решения дифференциальных уравнений, приобретение навыков использования знаний при решении задач прикладного характера.

Для достижения цели ставятся задачи:

- изучение постановки для обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, методов решения и исследования поставленных задач;
- развитие математического и алгоритмического мышления у студентов;
- овладение студентами основными методами исследования для решения математических задач, выработка навыков применения полученных теоретических знаний для решения прикладных задач;
- подготовка студентов к самостоятельному изучению тех разделов математики, которые применяются в практической и исследовательской работе специалистов-математиков;
- повышение уровня математических знаний и навыков у студентов с учетом их специализации.

Цели и задачи дисциплины определены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика; направленность (профиль): Общий профиль: прикладная математика и информатика; (квалификация – «бакалавр»).

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Приложения дифференциальных уравнений» (Б1.В.ДВ.02.01) относится к обязательной части, блока Б1.

Дисциплина (модуль) изучается на 4 курсе в 8 семестре.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП	
Индекс	Б1.В.ДВ.02.01
<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
Учебная дисциплина «Приложения дифференциальных уравнений» опирается на входные знания, умения и компетенции, полученные по дисциплинам: «Математический анализ I», «Математический анализ II», «Математический анализ III», «Алгебра и геометрия», «Дифференциальные уравнения» в объёме вузовской программы бакалавриата.	
<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
Изучение дисциплины «Приложения дифференциальных уравнений» необходимо для успешного освоения дисциплин формирующих компетенцию <b>УК-1, ПК-2.</b>	

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

Процесс изучения дисциплины «Приложения дифференциальных уравнений» направлен на формирование следующих компетенций обучающегося:

Код компетенции	Содержание компетенции в соответствии с ФГОС ВО/ ПООП/ ОП ВО	Индикаторы достижения компетенций	Декомпозиция компетенций (результаты обучения) в соответствии с установленными индикаторами
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<p>УК.Б-1.1 анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними</p> <p>УК.Б-1.2 определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, проектирует процессы по их устранению</p> <p>УК.Б-1.3 критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников</p> <p>УК.Б-1.4 разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов</p> <p>УК.Б-1.5 строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы предметной области: знать основные методы решения некорректных задач, применяемые для решения типовых задач;</li> <li>- знать методы, идеи и принципы некорректных задач, применяемых для решения творческих (исследовательских) задач.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать задачи предметной области: выбирать метод и алгоритм для решения конкретной типовой задачи;</li> <li>- демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в решении обратных некорректных задач и других смежных дисциплинах.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными терминами, понятиями, определениями разделов некорректных задач;</li> <li>- основными математическим языком предметной области: корректно представлять знания в математической форме;</li> <li>- математическим языком предметной области: записывать результаты проведенных исследований в терминах предметной области.</li> </ul>

<b>ПК-2</b>	Способность проводить научные исследования, на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	ПК.Б-2.1. Способен проводить научные исследования, на основе существующих методов математического и компьютерного моделирования	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современный математический аппарат решения некорректных задач и возможности его применения в исследовательской деятельности;</li> <li>- возможности применения в исследовательской деятельности обратные некорректные задачи;</li> <li>- решение некорректных задач и применять для решения различных задач прикладной направленности.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понимать и применять математический аппарат решения обратных некорректных задач в исследовательской и прикладной деятельности;</li> <li>- строить простые математические модели, определять цель задачи, выбирать метод решения, проводить анализ решения, делать практические выводы и обобщения;</li> <li>- показать связи решения некорректных задач с другими дисциплинами.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современным математическим аппаратом приближенного решения;</li> <li>- навыками применения и совершенствования в исследовательской и прикладной деятельности современного математического аппарата;</li> <li>- теорией приближенного решения интегральных уравнений.</li> </ul>
		ПК.Б-2.2. Умеет решать научные задачи в связи с поставленной целью на основе существующих и выбранных методов	
		ПК.Б-2.3. Умеет использовать результаты научных исследований для применения в выбранных областях профессиональной деятельности.	

#### **4. Объем дисциплины 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 ЗЕТ, 108 академических часов.

<b>Объём дисциплины</b>	<b>Всего часов</b>	
	<b>для очной формы обучения</b>	<b>для заочной формы обучения</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>108</b>	
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий)* (всего)</b>	<b>38</b>	

<b>Аудиторная работа (всего):</b>	<b>38</b>	
в том числе:		
лекции	26	
семинары, практические занятия	12	
практикумы	Не предусмотрено	Не предусмотрено
лабораторные работы	Не предусмотрено	Не предусмотрено
Внеаудиторная работа:		
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)	<b>70</b>	
<b>Контроль самостоятельной работы</b>		
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)	<b>зачет</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 (в академических часах)**

**Для очной формы**

№ п/п	Раздел, тема дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Планируемые результаты обучения	Формы текущего контроля
			Аудиторные уч. занятия			Сам. работа		
		Всего	Лек.	Пр.	Лабор.			
	<b>Раздел 1. Решение физических задач с помощью дифференциальных уравнений</b>		<b>34</b>	<b>8</b>	<b>2</b>		<b>24</b>	
1.	Тема: Приложение дифференциальных уравнений к физическим задачам		2	2		6	УК-1, ПК-2	Устный опрос
2.	Тема: Дифференциальные уравнения в классической механике		2			6	УК-1, ПК-2	Реферат
3.	Тема: Решение геометрических задач		2			6	УК-1, ПК-2	Типовые расчеты

4.	Тема: Решение задач по биологии		2			6	УК-1, ПК-2	
	<b>Раздел 2. Дифференциальныз уравнения в экономических моделях</b>	<b>46</b>	<b>10</b>	<b>6</b>		<b>30</b>		
22.	Тема: Равновесная цена в модели Вальраса		2			6	УК-1, ПК-2	Устный опрос
23.	Тема: Модель Солоу		2	2		6	УК-1, ПК-2	Реферат
24.	Тема: Модель управления ресурсами /Лекция - беседа/		2			6	УК-1, ПК-2	Типовые расчеты, тесты
25.	Тема: Модель деловых циклов Калдора <b>Пр. – анализ ситуации/</b>		2	2		6	УК-1, ПК-2	Устный опрос
26.	Тема: Упрощенная модель делового цикла Кейнса		2	2		6	УК-1, ПК-2	Реферат
	<b>Раздел 3. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ</b>	<b>28</b>	<b>8</b>	<b>4</b>		<b>16</b>		
33.	Тема: Динамический выбор вида транспорта. <b>/Пр. – анализ ситуации/</b>		4	2		8	УК-1, ПК-2	Блиц-опрос
34.	Тема: Модель Гудвина.		4	2		8	УК-1, ПК-2	Творческое задание
35.	Тема: Уравнения математической физики <b>/Пр. – анализ ситуации/</b>						УК-1, ПК-2	Устный опрос
	<b>ИТОГО:</b>	<b>108</b>	<b>26</b>	<b>12</b>		<b>70</b>		

### **5.2. Тематика лабораторных занятий**

Учебным планом не предусмотрены.

### **5.3. Примерная тематика курсовых работ**

Учебным планом не предусмотрены.

## **6. Образовательные технологии**

При проведении учебных занятий по дисциплине используются традиционные и инновационные, в том числе информационные образовательные технологии, включая при необходимости применение активных и интерактивных методов обучения.

Традиционные образовательные технологии реализуются, преимущественно, в процессе лекционных и практических занятий. Инновационные образовательные технологии используются в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов в виде применения активных и интерактивных методов обучения.

Информационные образовательные технологии реализуются в процессе использования электронно-библиотечных систем, электронных образовательных ресурсов и элементов электронного обучения в электронной информационно-



образовательной среде для активизации учебного процесса и самостоятельной работы студентов.

**Развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств при проведении учебных занятий.**

Практические занятия относятся к интерактивным методам обучения и обладают значительными преимуществами по сравнению с традиционными методами обучения, главным недостатком которых является известная изначальная пассивность субъекта и объекта обучения.

Практические занятия могут проводиться в форме групповой дискуссии, «мозговой атаки», разборка кейсов, решения практических задач, анализа ситуации и др. Прежде, чем дать группе информацию, важно подготовить участников, активизировать их ментальные процессы, включить их внимание, развивать кооперацию и сотрудничество при принятии решений.

Методические рекомендации по проведению различных видов практических (семинарских) занятий.

### **1. Обсуждение в группах.**

Групповое обсуждение какого-либо вопроса направлено на нахождение истины или достижение лучшего взаимопонимания, Групповые обсуждения способствуют лучшему усвоению изучаемого материала.

На первом этапе группового обсуждения перед обучающимися ставится проблема, выделяется определенное время, в течение которого обучающиеся должны подготовить аргументированный развернутый ответ.

Преподаватель может устанавливать определенные правила проведения группового обсуждения:

- задавать определенные рамки обсуждения (например, указать не менее 5... 10 ошибок);
- ввести алгоритм выработки общего мнения (решения);
- назначить модератора (ведущего), руководящего ходом группового обсуждения.

На втором этапе группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем (арбитром).

Разновидностью группового обсуждения является круглый стол, который проводится с целью поделиться проблемами, собственным видением вопроса, познакомиться с опытом, достижениями.

### **2. Публичная презентация проекта**

Презентация – самый эффективный способ донесения важной информации как в разговоре «один на один», так и при публичных выступлениях. Слайд-презентации с использованием мультимедийного оборудования позволяют эффективно и наглядно представить содержание изучаемого материала, выделить и проиллюстрировать сообщение, которое несет поучительную информацию, показать ее ключевые содержательные пункты. Использование интерактивных элементов позволяет усилить эффективность публичных выступлений.

### **3. Дискуссия**

Как интерактивный метод обучения означает исследование или разбор. Образовательной дискуссией называется целенаправленное, коллективное обсуждение конкретной проблемы (ситуации), сопровождающейся обменом идеями, опытом, суждениями, мнениями в составе группы обучающихся.

Как правило, дискуссия обычно проходит три стадии: ориентация, оценка и консолидация. Последовательное рассмотрение каждой стадии позволяет выделить следующие их особенности.

Стадия ориентации предполагает адаптацию участников дискуссии к самой проблеме, друг другу, что позволяет сформулировать проблему, цели дискуссии; установить правила, регламент дискуссии.

В стадии оценки происходит выступление участников дискуссии, их ответы на возникающие вопросы, сбор максимального объема идей (знаний), предложений, пресечение преподавателем (арбитром) личных амбиций отклонений от темы дискуссии.

Стадия консолидации заключается в анализе результатов дискуссии, согласовании мнений и позиций, совместном формулировании решений и их принятии.

В зависимости от целей и задач занятия, возможно, использовать следующие виды дискуссий: классические дебаты, экспресс-дискуссия, текстовая дискуссия, проблемная дискуссия, ролевая (ситуационная) дискуссия.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Уровни сформированности компетенций	Индикаторы	Качественные критерии оценивания			
		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
<b>УК-1</b>					
Базовый	<b>Знать:</b> - основы предметной области: знать основные методы решения некорректных задач, применяемые для решения типовых задач; - знать методы, идеи и принципы решения обратных некорректно поставленных задач, применяемых для решения творческих (исследовательских) задач.	Не знает основы предметной области: знать основные методы решения некорректных задач, применяемые для решения типовых задач; - знать методы, идеи и принципы решения обратных некорректно поставленных задач, применяемых для решения творческих (исследовательских) задач..	В целом знает основы предметной области: знать основные методы решения некорректных задач, применяемые для решения типовых задач; - знать методы, идеи и принципы решения обратных некорректно поставленных задач, применяемых для решения творческих (исследовательских) задач.	Знает основы предметной области: знать основные методы решения некорректных задач, применяемые для решения типовых задач; - знать методы, идеи и принципы решения обратных некорректно поставленных задач, применяемых для решения творческих (исследовательских) задач.	

<p><b>Уметь:</b> - решать задачи предметной области: выбирать метод и алгоритм для решения конкретной типовой задачи; - демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в решении некорректно поставленных задач и других смежных дисциплинах.</p>	<p>Не умеет - решать задачи предметной области: выбирать метод и алгоритм для решения конкретной типовой задачи; - демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в решении некорректно поставленных задач и других смежных дисциплинах.</p>	<p>В целом умеет - решать задачи предметной области: выбирать метод и алгоритм для решения конкретной типовой задачи; - демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в решении некорректно поставленных задач и других смежных дисциплинах.</p>	<p>Умеет - решать задачи предметной области: выбирать метод и алгоритм для решения конкретной типовой задачи; - демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в решении некорректно поставленных задач и других смежных дисциплинах.</p>	
<p><b>Владеть:</b> - основными терминами, понятиями, определениями разделов некорректных задач; - основными математическим языком предметной области: корректно представлять знания математической форме; математическим языком предметной области: записывать результаты проведённых исследований терминах</p>	<p>Не владеет - основными терминами, понятиями, определениями разделов некорректных задач; - основными математическим языком предметной области: корректно представлять знания математической форме; математическим языком предметной области: записывать результаты проведённых исследований терминах</p>	<p>В целом владеет - основными терминами, понятиями, определениями разделов некорректных задач; - основными математическим языком предметной области: корректно представлять знания математической форме; математическим языком предметной области: записывать результаты проведённых исследований терминах</p>	<p>Владеет - основными терминами, понятиями, определениями разделов некорректных задач; - основными математическим языком предметной области: корректно представлять знания математической форме; математическим языком предметной области: записывать результаты проведённых исследований терминах</p>	

	предметной области.	предметной области.	предметной области.	предметной области..	
Повышенный	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы предметной области: знать основные методы решения, применяемые для решения типовых задач;</li> <li>- знать методы, идеи и принципы функционального анализа, применяемых для решения творческих (исследовательских) задач.</li> </ul>				<p>В полном объеме знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы предметной области: знать основные методы решения, применяемые для решения типовых задач;</li> <li>- знать методы, идеи и принципы функционального анализа, применяемых для решения творческих (исследовательских) задач.</li> </ul>
	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать задачи предметной области: выбирать метод и алгоритм для решения конкретной типовой задачи;</li> <li>- демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в</li> </ul>				<p>В полном объеме</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать задачи предметной области: выбирать метод и алгоритм для решения конкретной типовой задачи;</li> <li>- демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в решении</li> </ul>

	решении некорректных задач и других смежных дисциплинах.				некорректных задач и других смежных дисциплинах.
	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными терминами, понятиями, определениями разделов некорректных обратных задач;</li> <li>- основными математическим языком предметной области: корректно представлять знания в математической форме;</li> <li>- математическим языком предметной области: записывать результаты проведённых исследований в терминах предметной области.</li> </ul>				<p>В полном объеме</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными терминами, понятиями, определениями разделов некорректных обратных задач;</li> <li>- основными математическим языком предметной области: корректно представлять знания в математической форме;</li> <li>- математическим языком предметной области: записывать результаты проведённых исследований в терминах предметной области.</li> </ul>
<b>ПК-2</b>					
Базовый	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современный математический аппарат решения некорректно поставленных</li> </ul>	Не знает математический аппарат решения некорректно поставленных задач, границы	В целом знает математический аппарат решения некорректно поставленных задач, границы	Знает математический аппарат решения некорректно поставленных	

	<p>задач, границы и возможности его применения в исследовательской деятельности и решении научно-практических задач; - принцип сжатых отображений и применять для решения различных задач прикладной направленности.</p>	<p>возможности его применения в исследовательской деятельности и решении научно-практических задач; - принцип сжатых отображений и применять для решения различных задач прикладной направленности.</p>	<p>возможности его применения в исследовательской деятельности и решении научно-практических задач; - принцип сжатых отображений и применять для решения различных задач прикладной направленности.</p>	<p>задач, границы и возможности его применения в исследовательской деятельности и решении научно-практических задач; - принцип сжатых отображений и применять для решения различных задач прикладной направленности.</p>	
<p><b>Уметь:</b> - понимать и применять математический аппарат решения некорректно поставленных задач исследовательской и прикладной деятельности; - показать связи некорректных задач математическим анализом и другими дисциплинами.</p>	<p>Не умеет - понимать и применять математический аппарат решения некорректно поставленных задач исследовательской и прикладной деятельности; - показать связи некорректных задач математическим анализом и другими дисциплинами.</p>	<p>В целом умеет - понимать и применять математический аппарат решения некорректно поставленных задач исследовательской и прикладной деятельности; - показать связи некорректных задач математическим анализом и другими дисциплинами.</p>	<p>Умеет - понимать и применять математический аппарат решения некорректно поставленных задач исследовательской и прикладной деятельности; - показать связи некорректных задач с математическим анализом и другими дисциплинами.</p>		
<p><b>Владеть:</b> - современным математическим аппаратом решения обратных некорректных задач и навыками применения и совершенствования исследовательской и прикладной деятельности.</p>	<p>Не владеет - современным математическим аппаратом решения обратных некорректных задач и навыками применения и совершенствования исследовательской и прикладной деятельности.</p>	<p>В целом владеет - современным математическим аппаратом решения обратных некорректных задач и навыками применения и совершенствования исследовательской и прикладной деятельности.</p>	<p>Владеет - современным математическим аппаратом решения обратных некорректных задач и навыками применения и совершенствования исследовательской и прикладной деятельности.</p>		

				деятельности	
Повышенный	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современный математический аппарат решения некорректно поставленных задач, границы и возможности его применения в исследовательской деятельности и решении научно-практических задач;</li> <li>- принцип сжатых отображений и применять для решения различных задач прикладной направленности</li> </ul>				<p>В полном объеме знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современный математический аппарат решения некорректно поставленных задач, границы и возможности его применения в исследовательской деятельности и решении научно-практических задач;</li> <li>- принцип сжатых отображений и применять для решения различных задач прикладной направленности</li> </ul>
	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понимать и применять математический аппарат решения некорректно поставленных задач в исследовательской и прикладной деятельности;</li> <li>- показать связи некорректных задач с математическим анализом и другими дисциплинами.</li> </ul>				<p>В полном объеме умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понимать и применять математический аппарат решения некорректно поставленных задач в исследовательской и прикладной деятельности;</li> <li>- показать связи некорректных задач с математическим анализом и другими дисциплинами.</li> </ul>
	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современным математическим аппаратом решения обратных некорректных задач и навыками применения и совершенствования</li> </ul>				<p>В полном объеме владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современным математическим аппаратом решения обратных некорректных задач и навыками применения и совершенствования</li> </ul>

	вания в исследовательской и прикладной деятельности.				совершенствования в исследовательской и прикладной деятельности.
--	--	--	--	--	--

**7.2. Типовые контрольные задания или иные учебно-методические материалы, необходимые для оценивания степени сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины**  
**7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов**

**7.2.1 Примеры тестовых заданий для оценки сформированности компетенции УК-1, ПК-2**

1) Определить тип дифференциального уравнения.

$$x \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - 2\sqrt{xy} \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} + y \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{1}{2} \frac{\partial U}{\partial y} = 0$$

- |                    |                  |
|--------------------|------------------|
| 1) гиперболический | 3) эллиптический |
| 2) параболический  | 4) смешанный     |

2) Определить тип уравнения и вид краевой задачи.

$$\begin{cases} U_{tt} = a^2 U_{xx} \\ U(x,0) = \mu(x), U_t(x,0) = \nu(x) \\ U_x(0,t) = U_x(l,t) = 0 \end{cases}$$

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1) эллиптический, 1 краевая задача   | 3) параболический, 3 краевая задача  |
| 2) гиперболический, 2 краевая задача | 4) гиперболический, 1 краевая задача |

3) Определить тип уравнения  $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0$

- |                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1) волновое уравнение         | 3) уравнение Лапласа  |
| 2) уравнение теплопроводности | 4) уравнение Пуассона |

4) Собственные значения и собственные функции для следующей задачи на собственные значения имеют вид:

$$\begin{cases} X'' - \lambda X = 0 \\ X(0) = 0; X'(l) = 0 \end{cases}$$



$$1) \lambda_n = -\left(\frac{\pi n}{l}\right)^2 \quad 2) \lambda_n = \frac{\pi(2n+1)}{2l} \quad 3) \lambda_n = -\left(\frac{\pi(2n+1)}{2l}\right)^2$$

$$X_n = C_n \sin \frac{\pi n x}{l} \quad X_n = C_n \cos \frac{\pi(2n+1)x}{2l} \quad X_n = C_n \sin \frac{\pi(2n+1)}{2l}$$

5) Канонический вид уравнения какого типа приведён

$$\frac{\partial^2 U}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial \eta^2} + \frac{1}{3} \frac{\partial U}{\partial \eta} = 0$$

1) гиперболический

2) параболический

3) эллиптический

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

1. Основные понятия и примеры обратных задач.
2. Понятие о корректно и некорректно поставленных задачах.
3. Математическая обработка экспериментальных данных. Прямые и обратные задачи. Классификация обратных задач.
4. Обратные задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Обратная задача Штурма-Лиувилля, обратная задача электроразведки.
5. Обратные задачи математической физики. Ретроспективные и коэффициентные задачи математической физики.
6. Обратные задачи теории потенциала. Математические задачи компьютерной томографии. Задачи интегральной геометрии.
7. Понятие метода решения некорректно поставленной задачи. Регуляризующие алгоритмы. Общий прием построения регуляризующих алгоритмов. Примеры: метод проекционной регуляризации, метод А.Н.Тихонова, метод установления, итерационные методы.
8. Выбор параметра регуляризации. Принцип невязки выбора параметра регуляризации. Оценка погрешности метода решения. Понятие оптимального метода.
7. Методы решения интегральных уравнений Вольтерра. Метод А.М.Денисова, метод В.А. Апарцина.
9. Ретроспективные обратные задачи. Методы квазиобращения, вспомогательных граничных условий, Карассо.
10. Граничные обратные задачи и методы их решения. Коэффициентные обратные задачи, их исследование и методы решения.
11. Обратные задачи для полулинейных уравнений в частных производных, их исследование и методы решения.
12. Обратные задачи теории потенциала. Комбинированный метод решения нелинейных обратных задач. Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

#### Критерии оценки доклада, сообщения, реферата:

Отметка «отлично» за письменную работу, реферат, сообщение ставится, если изложенный в докладе материал:

- отличается глубиной и содержательностью, соответствует заявленной теме;
- четко структурирован, с выделением основных моментов;
- доклад сделан кратко, четко, с выделением основных данных;
- на вопросы по теме доклада получены полные исчерпывающие ответы.

Отметка «хорошо» ставится, если изложенный в докладе материал:

- характеризуется достаточным содержательным уровнем, но отличается недостаточной структурированностью;

- доклад длинный, не вполне четкий;

- на вопросы по теме доклада получены полные исчерпывающие ответы только после наводящих вопросов, или не на все вопросы.

Отметка «удовлетворительно» ставится, если изложенный в докладе материал:

- не достаточно раскрыт, носит фрагментарный характер, слабо структурирован;

- докладчик слабо ориентируется в излагаемом материале;

- на вопросы по теме доклада не были получены ответы или они не были правильными.

Отметка «неудовлетворительно» ставится, если:

- доклад не сделан;

- докладчик не ориентируется в излагаемом материале;

- на вопросы по выполненной работе не были получены ответы или они не были правильными.

### 7.2.3. Задачи для самостоятельного решения

(УК-1), (ПК-2)

Пусть имеем интегральное уравнение Вольтерра 2-го рода

$$\varphi(x) = f(x) + \lambda \int_0^x K(x,t)\varphi(t)dt . \quad (2.3.1)$$

Будем предполагать, что  $f(x)$  непрерывна в  $[0,a]$ , а ядро  $K(x,t)$  непрерывно при  $0 \leq x \leq a, 0 \leq t \leq x$ .

Возьмем какую-либо непрерывную в  $[0,a]$  функцию  $\varphi_0(x)$ . Подставляя в правую часть уравнения (2.3.1) вместо  $\varphi(x)$  функцию  $\varphi_0(x)$ , получаем

$$\varphi_1(x) = f(x) + \lambda \int_0^x K(x,t)\varphi_0(t)dt .$$

Определенная таким образом функция  $\varphi_1(x)$  также непрерывна на отрезке  $[0,a]$ .

Продолжая этот процесс, получим последовательность функций

$$\varphi_0(x), \varphi_1(x), \dots, \varphi_n(x), \dots,$$

где

$$\varphi_n(x) = f(x) + \lambda \int_0^x K(x,t)\varphi_{n-1}(t)dt .$$

При сделанных предположениях относительно  $f(x)$  и  $K(x, t)$  последовательность  $\{\varphi_n(x)\}$  сходится при  $n \rightarrow \infty$  к решению  $\varphi(x)$  интегрального уравнения (2.3.1).

**Пример 1. Методом последовательных приближений решить интегральное уравнение (УК-1), (ПК-2)**

$$\varphi(x) = 1 + \int_0^x \varphi(t) dt,$$

взяв  $\varphi_0(x) \equiv 0$ .

*Решение.* Так как  $\varphi_0(x) \equiv 0$ , то  $\varphi_1(x) = 1$ . Далее,

$$\varphi_2(x) = 1 + \int_0^x 1 \cdot dt = 1 + x,$$

$$\varphi_3(x) = 1 + \int_0^x (1+t) dt = 1 + x + \frac{x^2}{2},$$

$$\varphi_4(x) = 1 + \int_0^x \left(1+t + \frac{t^2}{2}\right) dt = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!}.$$

Очевидно,

$$\varphi_n(x) = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \dots + \frac{x^{n-1}}{(n-1)!}.$$

Таким образом,  $\varphi_n(x)$  есть  $n$ -я частичная сумма ряда  $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} = e^x$ . Отсюда следует, что  $\varphi_n(x) \rightarrow e^x$ . Нетрудно проверить, что функция  $\varphi(x) = e^x$  есть решение данного интегрального уравнения.

Метод последовательных приближений может быть применен и к решению нелинейных интегральных уравнений Вольтерра вида

$$y(x) = y_0 + \int_0^x F[t, y(t)] dt \quad (2.3.2)$$

или более общих

$$\varphi(x) = f(x) + \int_0^x F[x, t, \varphi(t)] dt \quad (2.3.3)$$

при весьма широких предположениях относительно функций  $F(x, t, z)$  и  $f(x)$ . К уравнению вида (2.3.2) приводится задача решения дифференциального уравнения

$$\frac{dy}{dx} = F(x, y), \quad y|_{x=0} = y_0.$$

Как и в случае линейных интегральных уравнений, будем искать решение уравнения (2.3.3) как предел последовательности  $\{\varphi_n(x)\}$ , где, например,  $\varphi_0(x) = f(x)$ , а следующие элементы  $\varphi_k(x)$  вычисляются последовательно по формуле

$$\varphi_k(x) = f(x) + \int_0^x F(x, t, \varphi_{k-1}(t)) dt \quad (k = 1, 2, \dots). \quad (2.3.4)$$

Если  $f(x)$  и  $F(x, t, z)$  суммируемы с квадратом и удовлетворяют условиям

$$\begin{aligned} |F(x, t, z_2) - F(x, t, z_1)| &\leq a(x, t)|z_2 - z_1|, \\ \left| \int_0^x F(x, t, f(t)) dt \right| &\leq n(x), \end{aligned} \quad (2.3.5)$$

где функции  $a(x, t)$  и  $n(x)$  таковы, что в основной области ( $0 \leq t \leq x \leq a$ )

$$\int_0^a n^2(x) dx \leq N^2, \quad \int_0^a dx \int_0^x a^2(x, t) dt \leq A^2,$$

то линейное интегральное уравнение Вольтерра 2-го рода (2.3.3) имеет, и притом единственное, решение  $\varphi(x) \in L_2(0, a)$ , которое определяется как предел  $\varphi_n(x)$  при  $n \rightarrow \infty$ :

$$\varphi(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} \varphi_n(x),$$

где функции  $\varphi_n(x)$  находятся по рекуррентным формулам (2.3.4). В качестве  $\varphi_0(x)$  можно взять любую функцию из  $L_2(0, a)$  (в частности, непрерывную функцию), для которой выполняется условие (2.3.5). Заметим, что удачный выбор нулевого приближения может облегчить решение интегрального уравнения.

**Пример 2. Методом последовательных приближений решить интегральное уравнение (УК-1), (ПК-2)**

$$\varphi(x) = \int_0^x \frac{1 + \varphi^2(t)}{1 + t^2} dt,$$

взяв в качестве нулевого приближения: 1)  $\varphi_0(x) = 0$ ; 2)  $\varphi_0(x) = x$ .

*Решение.* 1) Пусть  $\varphi_0(x) = 0$ . Тогда

$$\varphi_1(x) = \int_0^x \frac{dt}{1 + t^2} = \operatorname{arctg} x,$$

$$\varphi_2(x) = \int_0^x \frac{1 + \operatorname{arctg}^2 t}{1 + t^2} dt = \operatorname{arctg} x + \frac{1}{3} \operatorname{arctg}^3 x,$$

$$\begin{aligned} \varphi_3(x) &= \int_0^x \frac{1 + \left( \operatorname{arctg} x + \frac{1}{3} \operatorname{arctg}^3 t \right)^2}{1 + t^2} dt = \\ &= \operatorname{arctg} x + \frac{1}{3} \operatorname{arctg}^3 x + \frac{2}{3 \cdot 5} \operatorname{arctg}^5 x + \frac{1}{7 \cdot 9} \operatorname{arctg}^7 x, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varphi_4(x) &= \int_0^x \frac{1 + \varphi_3^2(t)}{1 + t^2} dt = \operatorname{arctg} x + \frac{1}{3} \operatorname{arctg}^3 x + \frac{2}{3 \cdot 5} \operatorname{arctg}^5 x + \\ &+ \frac{17}{5 \cdot 7 \cdot 9} \operatorname{arctg}^7 x + \frac{38}{5 \cdot 7 \cdot 9^2} \operatorname{arctg}^9 x + \frac{134}{9 \cdot 11 \cdot 21 \cdot 25} \operatorname{arctg}^{11} x + \\ &+ \frac{4}{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 13} \operatorname{arctg}^{13} x + \frac{1}{7^2 \cdot 9^2 \cdot 15} \operatorname{arctg}^{15} x, \end{aligned}$$

.....

Обозначая  $\operatorname{arctg} x = u$  и сравнивая выражения для  $\varphi_n(x)$  с разложением

$$tgu = \sum_{v=1}^{\infty} (-1)^{v-1} \frac{2^{2v} (2^{2v} - 1)}{(2v)!} B_{2v} u^{2v-1}, \quad |u| < \frac{\pi}{2},$$

где  $B_v$  - числа Бернулли, замечаем, что

$$\varphi_n(x) \xrightarrow{n \rightarrow \infty} tg(\operatorname{arctg} x) = x.$$

Нетрудно проверить, что функция  $\varphi(x) = x$  есть решение данного интегрального уравнения.

2) Пусть  $\varphi_0(x) = 0$ . Тогда

$$\varphi_1(x) = \int_0^x \frac{1+t^2}{1+t^2} dt = x.$$

Аналогично находим  $\varphi_n(x) = x$  ( $n = 2, 3, \dots$ ).

Таким образом, последовательность  $\{\varphi_n(x)\}$  есть стационарная последовательность  $\{x\}$ , предел которой  $\varphi(x) = x$ . Решение данного интегрального уравнения получается сразу:

$$\varphi(x) = x.$$

**Задачи для самостоятельного решения по теме 1. (УК-1), (ПК-2)**

1.  $\varphi(x) = x - \int_0^x (x-t) \varphi(t) dt, \quad \varphi_0(x) \equiv 0.$

2.  $\varphi(x) = 1 - \int_0^x (x-t) \varphi(t) dt, \quad \varphi_0(x) \equiv 0.$

3.  $\varphi(x) = 1 + \int_0^x (x-t) \varphi(t) dt, \quad \varphi_0(x) = 1.$

4.  $\varphi(x) = x + 1 - \int_0^x \varphi(t) dt, \quad a) \varphi_0(x) = 1, \quad b) \varphi_0(x) = x + 1.$

5.  $\varphi(x) = \frac{x^2}{2} + x - \int_0^x \varphi(t) dt, \quad a) \varphi_0(x) = 1, \quad b) \varphi_0(x) = x, \quad c) \varphi_0(x) = \frac{x^2}{2} + x.$

6.  $\varphi(x) = 1 + x + \int_0^x (x-t) \varphi(t) dt, \quad \varphi_0(x) = 1.$

7.  $\varphi(x) = 2x + 2 - \int_0^x \varphi(t) dt, \quad a) \varphi_0(x) = 1, \quad b) \varphi_0(x) = 2.$

8.  $\varphi(x) = 2x^2 + 2 - \int_0^x x \varphi(t) dt, \quad a) \varphi_0(x) = 2, \quad b) \varphi_0(x) = 2x.$

9.  $\varphi(x) = \frac{x^3}{3} - 2x - \int_0^x \varphi(t) dt, \quad \varphi_0(x) = x^2$

## Задачи самостоятельного решения по теме 2.

1. Методом последовательного приближения решить интегральное уравнение (УК-1), (ПК-2)

$$\varphi(x) = \int_0^x \frac{t\varphi(t)}{1+t+\varphi(t)} dt$$

2. Методом последовательных приближений найти второе приближение  $\varphi_2(x)$  решения интегрального уравнения (УК-1), (ПК-2)

$$\varphi(x) = 1 + \int_0^x [\varphi^2(t) + t\varphi(t) + t^2] dt$$

3. Методом последовательных приближений найти третье приближение  $\varphi_3(x)$  решения интегрального уравнения (УК-1), (ПК-2)

$$\varphi(x) = \int_0^x [t\varphi^2(t) - 1] dt$$

4. Методом последовательных приближений решить уравнения: (УК-1), (ПК-2)

$$a) \varphi(x) = x + 4 \int_0^1 x^2 t^2 \varphi(t) dt$$

$$b) \varphi(x) = \frac{5}{6}x + \frac{1}{2} \int_0^1 xt\varphi(t) dt$$

**Шкала оценивания** (за правильный ответ дается 1 балл)

«неудовлетворительно» – 50% и менее

«удовлетворительно» – 51-80%

«хорошо» – 81-90%

«отлично» – 91-100%

**Критерии оценки тестового материала по дисциплине  
«Приложения дифференциальных уравнений»:**

✓ 5 баллов - выставляется студенту, если выполнены все задания варианта, продемонстрировано знание фактического материала (базовых понятий, алгоритма, факта).

✓ 4 балла - работа выполнена вполне квалифицированно в необходимом объеме; имеются незначительные методические недочеты и дидактические ошибки. Продемонстрировано умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; понятен творческий уровень и аргументация собственной точки зрения

✓ 3 балла – продемонстрировано умение синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей в рамках определенного раздела дисциплины;

✓ 2 балла - работа выполнена на неудовлетворительном уровне; не в полном объеме, требует доработки и исправлений и исправлений более чем половины объема.

#### **7.2.4. Балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся**

Согласно Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся баллы выставляются в соответствующих графах журнала (см. «Журнал учета балльно-рейтинговых показателей студенческой группы») в следующем порядке:

«Посещение» - 2 балла за присутствие на занятии без замечаний со стороны преподавателя; 1 балл за опоздание или иное незначительное нарушение дисциплины; 0 баллов за пропуск одного занятия (вне зависимости от уважительности пропуска) или опоздание более чем на 15 минут или иное нарушение дисциплины.

«Активность» - от 0 до 5 баллов выставляется преподавателем за демонстрацию студентом знаний во время занятия письменно или устно, за подготовку домашнего задания, участие в дискуссии на заданную тему и т.д., то есть за работу на занятии. При этом преподаватель должен опросить не менее 25% из числа студентов, присутствующих на практическом занятии.

«Контрольная работа» или «тестирование» - от 0 до 5 баллов выставляется преподавателем по результатам контрольной работы или тестирования группы, проведенных во внеаудиторное время. Предполагается, что преподаватель по согласованию с деканатом проводит подобные мероприятия по выявлению остаточных знаний студентов не реже одного раза на каждые 36 часов аудиторного времени.

«Отработка» - от 0 до 2 баллов выставляется за отработку каждого пропущенного лекционного занятия и от 0 до 4 баллов может быть поставлено преподавателем за отработку студентом пропуска одного практического занятия или практикума. За один раз можно отработать не более шести пропусков (т.е., студенту выставляется не более 18 баллов, если все пропущенные шесть занятий являлись практическими) вне зависимости от уважительности пропусков занятий.

«Пропуски в часах всего» - количество пропущенных занятий за отчетный период умножается на два (1 занятие=2 часам) (заполняется делопроизводителем деканата).

«Пропуски по неуважительной причине» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Поуски по уважительной причине» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Корректировка баллов за пропуски» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Итого баллов за отчетный период» - сумма всех выставленных баллов за данный период (графа заполняется делопроизводителем деканата).

#### **Таблица перевода балльно-рейтинговых показателей в отметки традиционной системы оценивания**

Соотношение часов	0/2	1/3	1/2	2/3	1/1	3/2	2/1	3/1	2/0	Соответствие отметки
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----------------------



лекционных и практических занятий										коэффициенту
Коэффициент соответствия	1,5	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	«зачтено»
балльных показателей	1	1	1	1	1	1	1	1	1	«удовлетворительно»
традиционной отметке	2	1,75	1,65	1,6	1,5	1,4	1,35	1,25	-	«хорошо»
	3	2,5	2,3	2,2	2	1,8	1,7	1,5	-	«отлично»

Необходимое количество баллов для выставления отметок («зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично») определяется произведением реально проведенных аудиторных часов (n) за отчетный период на коэффициент соответствия в зависимости от соотношения часов лекционных и практических занятий согласно приведенной таблице.

«Журнал учета балльно-рейтинговых показателей студенческой группы» заполняется преподавателем на каждом занятии.

В случае болезни или другой уважительной причины отсутствия студента на занятиях, ему предоставляется право отработать занятия по индивидуальному графику.

Студенту, набравшему количество баллов менее определенного порогового уровня, выставляется оценка "неудовлетворительно" или "не зачтено". Порядок ликвидации задолженностей и прохождения дальнейшего обучения регулируется на основе действующего законодательства РФ и локальных актов КЧГУ.

Текущий контроль по лекционному материалу проводит лектор, по практическим занятиям – преподаватель, проводивший эти занятия. Контроль может проводиться и совместно.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля). Информационное обеспечение образовательного процесса**

### **8.1. Основная литература:**

1. 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. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/169279> (дата обращения: 21.08.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
2. Давыдов, А. П. Методы математической физики. Классификация уравнений и постановка задач. Метод Даламбера: Курс лекций / А.П. Давыдов , Т.П. Злыднева . - Москва :ИНФРА-М, 2017. - 100 с.-ISBN 978-5-16- 105499-4 (online). - URL: <https://znanium.com/catalog/product /884637> (дата обращения: 21.08.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
3. 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 подписке. – Текст: электронный.
4. Кудряшов, С. Н. Основные методы решения практических задач в курсе «Уравнения математической физики»: учебное пособие / С. Н. Кудряшов. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2011. - 308 с. - ISBN 978-5-9275-0879- 2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/556282> (дата обращения: 21.08.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
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. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/961832> (дата обращения: 21.08.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

### 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. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/392891> (дата обращения: 21.08.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
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 на-Дону: Издательство ЮФУ, 2009. - 307 с. ISBN 978-5- 9275-0669-9. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549839> (дата обращения: 21.08.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
3. Титов, К. В. Уравнения математической физики. Практикум. Компьютерные технологии решения задач : учеб. пособие / К.В. Титов.— Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2019. - 262 с. - ISBN 978-5-369-01812-5. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1023989> (дата обращения: 21.08.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Виды учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: краткое, схематичное, последовательное фиксирование основных положений, выводов, формулировок, обобщений; выделение ключевых слов, терминов. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросы, терминов, материала, вызывающего трудности. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом.
Контрольная работа/ индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Реферат	Реферат: Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Самостоятельная работа	Проработка учебного материала занятий лекционного и семинарского типа. Изучение нового материала до его изложения на занятиях. Поиск, изучение и презентация информации по заданной теме, анализ научных источников. Самостоятельное изучение отдельных вопросов тем дисциплины, не рассматриваемых на занятиях лекционного и семинарского типа. Подготовка к текущему контролю, к промежуточной аттестации.
Подготовка	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты

к экзамену	лекций, рекомендуемую литературу и др.
------------	--

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

### 10.1. Общесистемные требования

*Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «КЧГУ»*

<http://kchgu.ru> - адрес официального сайта университета

<https://do.kchgu.ru> - электронная информационно-образовательная среда КЧГУ

*Электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки)*

Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
Электронно-библиотечная система ООО «Знаниум». Договор № 915 от 12.05.2023.	с 12.05.2023 г по 15.05.2024 г.
Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № СЭБ НВ-294 от 1 декабря 2020 года.	Бессрочный
Электронная библиотека КЧГУ (Э.Б.). Положение об ЭБ утверждено Ученым советом от 30.09.2015г. Протокол № 1. Электронный адрес: <a href="https://kchgu.ru/biblioteka">https://kchgu.ru/biblioteka</a> - <a href="https://kchgu.ru/biblioteka">kchgu/</a>	Бессрочный
Электронно-библиотечные системы: Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU» - <a href="https://www.elibrary.ru">https://www.elibrary.ru</a> . Лицензионное соглашение №15646 от 01.08.2014г. Бесплатно. Национальная электронная библиотека (НЭБ) – <a href="https://rusneb.ru">https://rusneb.ru</a> . Договор №101/НЭБ/1391 от 22.03.2016г. Бесплатно. Электронный ресурс «Polred.com Обзор СМИ» – <a href="https://polpred.com">https://polpred.com</a> . Соглашение. Бесплатно.	Бессрочно

### 10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

При необходимости для проведения занятий используется аудитория, оборудованная компьютером с доступом к сети Интернет с установленным на нем необходимым программным обеспечением и браузером, проектор (интерактивная доска) для демонстрации презентаций и мультимедийного материала.

В соответствии с содержанием практических (лабораторных) занятий при их проведении используется аудитория, рабочие места обучающихся в которой оснащены компьютерной техникой, имеют широкополосный доступ в сеть Интернет и программное обеспечение, соответствующее решаемым задачам.

Рабочие места для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети Интернет и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Занятия проходят в учебной аудитории № 27.

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Для проведения конференций

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья, стол преподавателя, доска меловая.

*Технические средства обучения:* персональный компьютер с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, звуковые колонки, проектор.

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная

Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная

ABBYY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная

Calculate Linux (внесён в ЕРРП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная

Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная

Антивирус Касперского (Договор №56/2023 от 25.01.2023 г.) Действует до 03.03.2025 г.

2. Читальный зал: для самостоятельной работы обучающихся; 80 мест, 10 компьютеров.

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья.

*Технические средства обучения:* Дисплей Брайля ALVA с программой экранного увеличителя MAGic Pro; стационарный видеозумитель Clear View с монитором; 2 компьютерных роллера USB&PS/2; клавиатура с накладкой (ДЦП); акустическая система свободного звукового поля Front Row to Go/\$; персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная

Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная

ABBYY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная

Calculate Linux (внесён в ЕРРП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная

Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная

Антивирус Касперского (Договор №56/2023 от 25.01.2023 г.) Действует до 03.03.2025 г.

3. Научный зал: для самостоятельной работы, для научно-исследовательской работы обучающихся; 20 мест, 10 компьютеров

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья.

*Технические средства обучения:* персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная

Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная

ABBYY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная

Calculate Linux (внесён в ЕРРП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная

Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная

Антивирус Касперского (Договор №56/2023 от 25.01.2023 г.) Действует до 03.03.2025 г.

### ***10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения***

1. ABBY FineReader (лицензия №FCRP-1100-1002-3937), бессрочная.
2. Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная.
3. GNU Image Manipulation Program (GIMP) (лицензия: №GNU GPLv3), бессрочная.
4. Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная.
5. Kaspersky Endpoint Security (лицензия №280E2102100934034202061), с 03.03.2021 по 04.03.2023 г.
6. Microsoft Office (лицензия №60127446), бессрочная.
7. Microsoft Windows (лицензия №60290784), бессрочная.

### ***10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы***

#### **Современные профессиональные базы данных**

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 Elsevir  
<http://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>.

#### **Информационные справочные системы**

1. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования - <http://fgosvo.ru>.
2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) – <http://edu.ru>.
3. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru>.
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») – <http://window/edu.ru>.
5. Информационная система «Информио».

## **11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

В группах, в состав которых входят студенты с ОВЗ, в процессе проведения учебных занятий создается гибкая, вариативная организационно-методическая система обучения, адекватная образовательным потребностям данной категории обучающихся, которая позволяет не только обеспечить преимущество систем общего (инклюзивного) и высшего образования, но и будет способствовать формированию у них компетенций, предусмотренных ФГОС ВО, ускорит темпы профессионального становления, а также будет способствовать их социальной адаптации.

В процессе преподавания учебной дисциплины создается на каждом занятии толерантная социокультурная среда, необходимая для формирования у всех обучающихся гражданской, правовой и профессиональной позиции соучастия, готовности к полноценному общению, сотрудничеству, способности толерантно воспринимать социальные, личностные и культурные различия, в том числе и характерные для обучающихся с ОВЗ.

Посредством совместной, индивидуальной и групповой работы формируется у всех обучающихся активная жизненная позиция и развитие способности жить в мире разных

людей и идей, а также обеспечивается соблюдение обучающимися их прав и свобод и признание права другого человека, в том числе и обучающихся с ОВЗ на такие же права.

В группах, в состав которых входят обучающиеся с ОВЗ, в процессе учебных занятий используются технологии, направленные на диагностику уровня и темпов профессионального становления обучающихся с ОВЗ, а также технологии мониторинга степени успешности формирования у них компетенций, предусмотренных ФГОС ВО при изучении данной учебной дисциплины, используя с этой целью специальные оценочные материалы и формы проведения промежуточной и итоговой аттестации, специальные технические средства, предоставляя обучающимся с ОВЗ дополнительное время для подготовки ответов, привлекая тьютеров).

Материально-техническая база для реализации программы:

1. Мультимедийные средства:

- интерактивные доски «Smart Board», «Toshiba»;
- экраны проекционные на штативе 280\*120;
- мультимедиа-проекторы Epson, Benq, Mitsubishi, Aser.

2. Презентационное оборудование:

- радиосистемы AKG, Shure, Quik;
- видеоконфликты Microsoft, Logitech;
- микрофоны беспроводные;
- класс компьютерный мультимедийный на 21 мест;
- ноутбуки Aser, Toshiba, Asus, HP.

Наличие компьютерной техники и специального программного обеспечения: имеются рабочие места, оборудованные рельефно-точечными клавиатурами (шрифт Брайля), программное обеспечение NVDA с функцией синтезатора речи, видеувеличителем, клавиатурой для лиц с ДЦП, роллером. Распределение специализированного оборудования.

## 12. Лист регистрации изменений

Изменение	Дата и номер протокола	Дата и номер протокола	Дата введения
-----------	------------------------	------------------------	---------------

	<b>ученого совета факультета/института, на котором были рассмотрены вопросы о необходимости внесения изменений в ОП ВО</b>	<b>ученого совета Университета, на котором были утверждены изменения в ОП ВО</b>	<b>изменений</b>
Включить в РПД договор на электронно-библиотечную систему «Лань». (Договор № сэб нв – 294 от 1 декабря 2020г.). Бессрочный.		03.12.2020 г., протокол № 2	03.12.2020г.
Обновлены указанные в РПД и РПП, программах ГИА договоры: 1. на предоставление доступа к электронно-библиотечным системам: Электронно-библиотечная система «Знаниум», договор № 5184 эбс от 25марта 2021г. (срок действия с 30 марта 2021г. по 30 марта 2022г); 2. на лицензионное программное обеспечение –Kaspersky Endpoint Secunity (лицензия № 280E2102100934034202061), с 10.02.2021 по 03.03.2023 г.		31.03.2021г., протокол № 6	31.03.2021г.
Обновлен договор на предоставление доступа к Электронно-библиотечной системе ООО «Знаниум». Договор №179 ЭБС от 22.03.2022 г. (срок действия с 30.03.2022г. до 30.03.2023г.)		30.03.2022г., протокол№10	30.03.2022г.
Обновлены договоры: 1) Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025 г. (Договор №56/2023 от 25 января 2023 г.); 2) Договор №915 эбс ООО «Знаниум» от 12.05.2023 г. Действует до 15.05.2024 г.		29.06.2023 г., протокол №8	