

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



Р.А. Бостанов

04 июля 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

**Приближенные методы решения интегральных  
и 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**

Карачаевск, 2023

Составитель: ст. преп. кафедры  
информатики и вычислительной математики Урусова А. С.

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  
информатики и вычислительной математики

Протокол № 11 от 03.07.2023 г.

Завкафедрой \_\_\_\_\_  Шунгаров Х.Д.

## 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 (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.....	6
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 (в академических часах).....	6
5.2. Тематика лекционных занятий .....	12
5.3. Примерная тематика курсовых работ .....	12
6. Образовательные технологии.....	13
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) .....	14
7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций .....	14
7.2. Типовые индивидуальные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы .....	19
7.2.1. Примерные вопросы к итоговой аттестации (зачёт) .....	19
7.2.2. Перечень примерных тем для рефератов.....	20
7.2.3. Типовые контрольные работы .....	20
7.3. Бально-рейтинговая система оценки знаний бакалавров .....	23
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	24
8.1. Основная литература: .....	24
8.2. Дополнительная литература: .....	25
9. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины (модуля).....	25
10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля) .....	26
10.1. Общесистемные требования .....	26
10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	27
10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения .....	29
10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы .....	29
11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	30
12. Лист регистрации изменений .....	31

## 1. Наименование дисциплины (модуля)

### *Приближенные методы решения интегральных и дифференциальных уравнений*

**Целью** изучения дисциплины является усвоение основных численных методов, особенностей областей применения и методик использования их как готового инструмента практической работы при проектировании разработке систем, математической обработке данных экономических и других задач, построении алгоритмов и организации вычислительных процессов на ПК. В курсе изучаются основные сведения о классических численных методах решения различных прикладных задач.

#### **Для достижения цели ставятся задачи:**

- освоения данной дисциплины является подготовка к работе с вычислительной техникой;
- умение применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач;
- ориентироваться в современном прикладном программном обеспечении ЭВМ.

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, профиль – Общий профиль: прикладная математика и информатика

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

Дисциплина «Приближенные методы решения интегральных и дифференциальных уравнений» (Б1.В.ДВ.07.01) относится к части, формулируемой участниками образовательных отношений.

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

<b>МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП</b>	
Индекс	Б1.В.ДВ.07.01
<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
Для освоения дисциплины «Приближенные методы решения интегральных и дифференциальных уравнений» студенты используют знания, умения, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения дисциплин: «Численные методы», «Уравнение математической физики» и «Дифференциальные уравнения».	
<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
Дисциплина (модуль) «Приближённые методы решения интегральных и дифференциальных уравнений» является базовой для успешного освоения дисциплины (модуля) «Краевые задачи и вариационное исчисление», «Математические модели в экономике». Изучение дисциплины необходимо для успешного освоения дисциплин профессионального цикла и практик	

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

Процесс изучения дисциплины «Приближенные методы решения интегральных и дифференциальных уравнений» направлен на формирование следующих компетенций обучающегося:

Код компетенций	Содержание компетенции в соответствии с ФГОС ВО/ ПООП/ ОП	Индикаторы достижения компетенций	Декомпозиция компетенций (результаты обучения) в соответствии с установленными индикаторами
-----------------	---	-----------------------------------	---

<p><b>УК-1</b></p>	<p>Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>УК. Б-1.1 анализирует задачу и её базовые составляющие в соответствии с заданными требованиями  УК. Б-1.2 осуществляет поиск информации, интерпретирует и ранжирует её для решения поставленной задачи по различным типам запросов  УК. Б-1.3 при обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения  УК. Б-1.4 выбирает методы и средства решения задачи и анализирует методологические проблемы, возникающие при решении задачи  УК. Б-1.5 рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки</p>	<p><b>Знать:</b> имеет представление о принципах сбора, отбора и обобщения информации для анализа проблемных ситуаций и особенности применения приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике  <b>Уметь:</b> применяет полученные знания для соотнесения разнородных явлений и систематизации их в рамках избранных видов профессиональной деятельности, а также вырабатывает стратегию выполнения поставленной задачи с помощью приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике  <b>Владеть:</b> навыками работы с компьютером и сетью Интернет, опыт научного поиска, опыт библиографического разыскания, разработки научного исследования как средством управления информацией для решения задач приближёнными методами решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике</p>
<p><b>ПК-2</b></p>	<p>Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</p>	<p>ПК.Б-2.1. Имеет целостное представление об основных понятиях дисциплины, ее методах и роли в решении научно-практических задач с использованием современного математического аппарата.  ПК.Б-2.2. Владеет инструментарием функционально-логической концепции математики для идеализации системного анализа связей при построении физических и математических моделей процессов и явлений.  ПК.Б-2.3. Применяет и совершенствует</p>	<p><b>Знать:</b> основные понятия дисциплины, ее методы и роли в решении научно-практических задач с использованием приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике  <b>Уметь:</b> применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач приближёнными методами решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике.  <b>Владеть:</b> способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат с помощью</p>

		современный математический аппарат при решении научно-практических задач прикладной математики и информатики	приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике
--	--	--	--

**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 4 ЗЕТ, 144 академических часов.

Объём дисциплины	Всего часов	Всего часов
	для очной формы обучения	для заочной формы обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	144	
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий)* (всего)</b>		
<b>Аудиторная работа (всего):</b>	52	
в том числе:		
лекции	Не предусмотрено	
семинары, практические занятия	26	
практикумы	Не предусмотрено	
лабораторные работы	26	
<b>Внеаудиторная работа:</b>		
консультация перед зачетом		
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.		
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>	92	
<b>Контроль самостоятельной работы</b>		
<b>Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)</b>	зачёт	

**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 обучения

№ п/п	Курс/семестр	Раздел, тема, содержание темы дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля	
				всего	Аудиторные уч. занятия			Са м. работа		Планируемые результаты обучения
					Лек	Прак.	Лаб.			
<b>Раздел 1. Общие сведения и классификация уравнений в частных производных</b>			<b>12</b>	-	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>8</b>			
1.	4/8	<b>Тема: Общие сведения и классификация уравнений в частных производных</b>  Содержание: Определение. Примеры уравнений с частными производными. Методы решения уравнений с частными производными. Методы классификации уравнений в частных производных.	12	-	2	2	8			
<b>Раздел 2. Численные методы решения эллиптических уравнений</b>			<b>8</b>	-	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>			
2.	4/8	<b>Тема: Численные методы решения эллиптических</b>	8	-	2	2	4			

		<b>уравнений</b> <i>Содержание:</i> Решение задачи Дирихле уравнения Лапласа. Конечно-разностная частная производная. Конечно-разностная аппроксимация на частные производные.							
<b>Раздел 3. Явные разностные схемы уравнений параболического и эллиптического типов</b>			<b>6</b>	-	<b>2</b>	-	<b>4</b>		
3.	4/8	<b>Тема: Явные разностные схемы уравнений параболического и эллиптического типов</b> <i>Содержание:</i> Прямоугольная сетка. Алгоритм вычислений по явной схеме. Примеры решения задач в пакете Mathcad.	6	-	2	-	4		
<b>Раздел 4. Неявная разностная схема для уравнения параболического типа</b>			<b>6</b>	-	<b>2</b>	-	<b>4</b>		
4.	4/8	<b>Тема: Неявная разностная схема для уравнения параболического</b>	6	-	2	-	4		



		<b>о типа</b> <i>Содержание:</i> Неявно-разностная схема. Схема Кранка-Никольсона.							
<b>Раздел 5. Линейные многошаговые методы. Многошаговые методы Адамса</b>			<b>12</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>8</b>		
5.	4/8	<b>Тема: Линейные многошаговые методы. Многошаговые методы Адамса</b> <i>Содержание:</i> Экстраполяционные методы Адамса-Башфорта. Частные случаи метода Адамса-Башфорта. Интерполяционные методы Адамса-Моултона.	12	-	2	2	8		
<b>Раздел 6. Методы прогноза и коррекции. Предиктор - корректурные методы Адамса</b>			<b>8</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		
6.	4/8	<b>Тема: Методы прогноза и коррекции. Предиктор - корректурные методы Адамса</b> <i>Содержание:</i> Предиктор - корректурные методы Адамса: первого порядка, второго порядка, третьего порядка,	8	-	2	2	4		

		четвёртого порядка.							
<b>Раздел 7. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)</b>			<b>24</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>16</b>		
7.	4/8	<b>Тема:</b> <b>Численные методы решения обыкновенных дифференциаль ных уравнений (ОДУ)</b>  <i>Содержание:</i> Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Теорема о связи аппроксимации, устойчивости, сходимости (основная теорема вычислительной математики).	12	-	2	2	8		
8.	4/8	<b>Тема:</b> <b>Численные методы решения задачи Коши обыкновенных дифференциаль ных уравнений (ОДУ)</b>  <i>Содержание:</i> Простейшие численные методы решения задачи Коши для ОДУ. Методы Рунге–Кутты решения ОДУ.	12	-	2	2	8		
<b>Раздел 8. Методы приближённого решения краевых задач для ОДУ. Постановка задачи.</b>			<b>36</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>24</b>		

<b>Классификация приближённых методов</b>									
9.	4/8	<b>Тема: Краевая задача</b>  <i>Содержание:</i> Линейная краевая задача. Смешанная краевая задача. Классификация приближённых методов.	12	--	2	2	8		
10.	4/8	<b>Тема: Методы сведения краевых задач к начальным.</b>  <i>Содержание:</i> Метод пристрелки. Метод редукции. Метод дифференциальной прогонки.	12	-	2	2	8		
11.	4/8	<b>Тема: Методы приближённого решения краевых задач для ОДУ</b>  <i>Содержание:</i> Метод коллокации. Метод Галёркина. Метод конечных элементов.	12	-	2	2	8		
<b>Раздел 9. Численное решение интегральных уравнений. Некоторые общие сведения об интегральных уравнениях.</b>			<b>32</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>20</b>		
12.	4/8	<b>Тема: Некоторые общие сведения об интегральных уравнениях</b>	12	-	2	2	8		

		<i>Содержание:</i> Понятия интегрального уравнения. Задача Абеля. Метод замены ядра на вырожденное. Квадратурные методы.							
13.	4/8	<b>Тема:</b> <b>Численное решение интегральных уравнений Фредгольма</b>  <i>Содержание:</i> Квадратурный метод решения интегральных уравнений Фредгольма. Каркас приближённого решения.	10	-	2	2	6		
14.	4/8	<b>Тема:</b> <b>Численное решение интегральных уравнений Вольтерра</b>  <i>Содержание:</i> Квадратурный метод решения интегральных уравнений Вольтерра.	10	-	2	2	6		
15.	<b>Итого</b>		<b>144</b>	<b>-</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>92</b>		

#### ДЛЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Обучение по заочной форме в рамках данного направления подготовки отсутствует.

#### 5.2. Тематика лекционных 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 (семинарских, лабораторных) 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 (семинарские 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 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 текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций	Индикаторы	Качественные критерии оценивание				
		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов	
<b>УК-1</b>						
Базовый	<b>Знать:</b> имеет представление о принципах сбора, отбора и обобщения информации для анализа проблемных ситуаций и особенности применения приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике	Не знает принципах сбора, отбора и обобщения информации для анализа проблемных ситуаций и особенности применения приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике	В целом знает принципы сбора, отбора и обобщения информации для анализа проблемных ситуаций и особенности применения приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике	Знает принципах сбора, отбора и обобщения информации для анализа проблемных ситуаций и особенности применения приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике		
	<b>Уметь:</b> применяет полученные знания для соотнесения разнородных явлений и систематизации их в	Не умеет применять полученные знания для соотнесения разнородных	В целом умеет применять полученные знания для соотнесения разнородных	Умеет реализовывать свои применять полученные знания для соотнесения		

<p>Повышенны й</p>	<p>рамках избранных видов профессиональной деятельности, а также вырабатывает стратегию выполнения поставленной задачи с помощью приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с компьютером и сетью Интернет, опыт научного поиска, опыт библиографического разыскания, разработки научного исследования как средством управления информацией для решения задач приближёнными методами решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике</p> <p><b>Знать:</b> имеет представление о принципах сбора, отбора и обобщения информации для анализа проблемных ситуаций и особенности применения приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике</p>	<p>явлений и систематизации их в рамках избранных видов профессиональной деятельности, а также вырабатывает стратегию выполнения поставленной задачи с помощью приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике</p> <p>Не владеет навыками работы с компьютером и сетью Интернет, опыт научного поиска, опыт библиографического разыскания, разработки научного исследования как средством управления информацией для решения задач приближёнными методами решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике</p>	<p>явлений и систематизации их в рамках избранных видов профессиональной деятельности, а также вырабатывает стратегию выполнения поставленной задачи с помощью приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике</p> <p>В целом владеет Навыками работы с компьютером и сетью Интернет, опыт научного поиска, опыт библиографического разыскания, разработки научного исследования как средством управления информацией для решения задач приближёнными методами решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике</p>	<p>разнородных явлений и систематизации их в рамках избранных видов профессиональной деятельности, а также вырабатывает стратегию выполнения поставленной задачи с помощью приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике</p> <p>Владеет Навыками работы с компьютером и сетью Интернет, опыт научного поиска, опыт библиографического разыскания, разработки научного исследования как средством управления информацией для решения задач приближёнными методами решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике</p>	<p>В полном объеме имеет представление о принципах сбора, отбора и обобщения информации для анализа проблемных ситуаций и особенности применения приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в</p>
------------------------	---	--	---	---	---

					современной науке и технике
	<p><b>Уметь:</b> применяет полученные знания для соотнесения разнородных явлений и систематизации их в рамках избранных видов профессиональной деятельности, а также вырабатывает стратегию выполнения поставленной задачи с помощью приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике</p>				<p>Умеет в полном объеме применять полученные знания для соотнесения разнородных явлений и систематизации их в рамках избранных видов профессиональной деятельности, а также вырабатывает стратегию выполнения поставленной задачи с помощью приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике</p>
	<p><b>Владеть:</b> навыками работы с компьютером и сетью Интернет, опыт научного поиска, опыт библиографического разыскания, разработки научного исследования как средством управления информацией для решения задач приближёнными методами решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке</p>				<p>В полном объеме владеет навыками работы с компьютером и сетью Интернет, опыт научного поиска, опыт библиографического разыскания, разработки научного исследования как средством управления информацией для решения</p>



	и технике				приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике
--	-----------	--	--	--	--

**ПК-2**

Базовый	<b>Знать:</b> основные понятия дисциплины, ее методы и роли в решении научно-практических задач с использованием приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике	Не знает основные понятия дисциплины, ее методы и роли в решении научно-практических задач с использованием приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике	В целом знает основные понятия дисциплины, ее методы и роли в решении научно-практических задач с использованием приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике	Знает основные понятия дисциплины, ее методы и роли в решении научно-практических задач с использованием приближённых методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике	
	<b>Уметь:</b> применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач приближёнными методами решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике	Не умеет применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач приближёнными методами решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике	В целом умеет применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач приближёнными методами решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике	Умеет применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач приближёнными методами решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике	
	<b>Владеть:</b> способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат с помощью приближённых методов решения	Не владеет способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат с помощью приближённых методов	В целом владеет способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат с помощью приближённых методов решения	Владеет способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат с помощью приближённых методов решения	

	интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике	решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике	интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике	интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике	
Повышенный	<b>Знать:</b> основные понятия дисциплины, ее методы и роли в решении научно-практических задач с использованием современных приближенных методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике				В полном объеме знает основные понятия дисциплины, ее методы и роли в решении научно-практических задач с использованием современных приближенных методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике
	<b>Уметь:</b> применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач прикладной математики и информатики с помощью приближенных методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике				В полном объеме умеет применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач прикладной математики и информатики с помощью приближенных методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике
	<b>Владеть:</b> способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат с помощью приближенных методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике				В полном объеме владеет способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат с помощью приближенных методов решения интегральных и дифференциальных уравнений в современной науке и технике

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

### **7.2.1. Примерные вопросы к итоговой аттестации (зачёт)**

1. Задача Коши. Существование и единственность задачи Коши. Геометрический смысл.
2. Понятие численного решения задачи Коши.
3. Методы решения уравнений с частными производными.
4. Методы классификации уравнений в частных производных.
5. Явные разностные схемы уравнений параболического типа.
6. Явные разностные схемы уравнений эллиптического типа.
7. Неявная разностная схема для уравнения параболического типа
8. Решение уравнений с частными производными методом Монте-Карло
9. Решение систем дифференциальных уравнений первого порядка.
10. Численное решение дифференциальных уравнений высших порядков.
11. Семейство методов Рунге-Кутты. Методы второго порядка.
12. Методы Рунге-Кутты произвольного и четвёртого порядков.
13. Пошаговый контроль точности. Метод Кутты - Мерсона.
14. Многошаговые методы Адамса.
15. Экстраполяционные методы Адамса-Башфорта.
16. Предиктор-корректорные методы Адамса.
17. Метод Милна четвёртого порядка.
18. Общий вид линейных многошаговых методов. Условия согласованности.
19. Методы Адамса - Штёрмера..
20. Общая схема решения задач численного анализа. Аппроксимация.
21. Общая схема решения задач численного анализа - устойчивость, сходимость.
22. Простейшие разностные аппроксимации задачи Коши.
23. Глобальная погрешность метода Эйлера.
24. Линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами.
25. Устойчивость и неустойчивость некоторых простейших разностных схем. Метод Эйлера.
26. Устойчивость и неустойчивость некоторых простейших разностных схем. Неявный метод Эйлера.
27. Устойчивость и неустойчивость некоторых простейших разностных схем. Уточнённый метод Эйлера.
28. Исследование устойчивости многошаговых методов.
29. Жёсткие уравнения и системы.
30.  $A$  - и  $A^{(\alpha)}$ -устойчивость. Чисто неявные схемы.
31.  $A$  - устойчивость неявного двухшагового разностного метода второго порядка.
32. Методы приближённого решения краевых задач для ОДУ. Постановка задачи. Классификация приближённых методов.
33. Методы сведения краевых задач к начальным. Метод пристрелки.
34. Методы сведения краевых задач к начальным. Метод редукции.
35. Методы сведения краевых задач к начальным. Метод дифференциальной прогонки.
36. Метод конечных разностей.
37. Метод коллокации.
38. Метод Галёркина.
39. Метод конечных элементов.
40. Вариационные методы (наименьших квадратов, Ритца).
41. Некоторые общие сведения об интегральных уравнениях.
42. Квадратурный метод решения интегральных уравнений Фредгольма.

#### 43. Квадратурный метод решения интегральных уравнений Вольтерра.

### 7.2.2. Перечень примерных тем для рефератов

1. Средства пакета MATHCAD для решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
2. Численные методы решения эллиптических уравнений.
3. Явные разностные схемы для параболического и эллиптического типов.
4. Неявная разностная схема для уравнения параболического типа.
5. Решение уравнений с частными производными методом Монте-Карло.
6. Решение уравнения Пуассона.

### 7.2.3. Типовые контрольные работы

#### Контрольная работа № 1

##### «Численное решение дифференциальных уравнений первого порядка»

Дано дифференциальное уравнение и начальное условие:

*Вариант 1*

$$y' = \frac{3x^2 \cos(y^2 - x^3)}{2\sqrt{1+x^3} \cos(1)}, \quad y(0) = 1;$$

*Вариант 2*

$$y' = \frac{2xe^{-xy}}{(1+x^2)^{1+x}}, \quad y(0) = 0;$$

1. Заполните таблицу

x	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
y											

приблизёнными значениями решения данной задачи Коши, вычисленными с точностью  $\varepsilon = 10^{-8}$  методом, Рунге-Кутты с автоматическим выбором шага или методом Кутты-Мерсона (указать окончательный расчётный шаг в каждой точке таблицы).

2. Взяв из таблицы п.1 первые четыре значения решения, продолжить вычисления до точки  $x=1$  с фиксированным шагом  $h=0.1$  методом Милна и предиктор-корректорным методом Адамса четвёртого порядка. Подсчитать главные части получаемых при этом на каждом шаге погрешностей.

#### Контрольная работа №2

##### «Численное решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка»

Дана задача Коши:

*Вариант 1*

$$y'' = \frac{\sqrt{x+y^2}}{4\sqrt{2}x^2}, \quad y(1) = 1, \quad y'(1) = 0.5;$$

Вариант 2

$$y'' = \frac{\sqrt{y^2 - x}}{2\sqrt{3}x^2}, \quad y(1) = 2, \quad y'(1) = 1,$$

На отрезке [1,2] построить таблицу значений её решения  $y(x)$  с шагом  $h=0.1$  и заданной точностью  $\varepsilon = 10^{-6}$ , применяя:

а) сведение к системе дифференциальных уравнений первого порядка с последующим численным интегрированием её методом Рунге-Кутты или Кутты-Мерсона;

б) предиктор-корректорные методы Адамса непосредственно к данной задаче.

Указать окончательный расчётный шаг, обеспечивающий заданную точность в каждом случае.

### Контрольная работа №3

#### «Численное решение линейной краевой задачи»

Дана краевая задача:

Вариант 1.

$$y'' - \frac{y'}{x} - \frac{3y}{x^2} = \frac{3}{x^2}, \quad y(0,7) + 0,7y'(0,7) = -1, \quad y(1) = 0;$$

Вариант 2.

$$y'' + \frac{y'}{x+2} + \frac{(4x+7)y}{4(x+3)^2} = \frac{1}{\sqrt{x+1}}, \quad y(2) = 2, \quad y(2,3) = 8,6y'(2,3);$$

На промежутке, определяемом данными краевыми условиями:

- с точностью  $\varepsilon = 10^{-6}$  построить каркас решения  $y(x)$  на сетке с шагом  $h_0=0.1$  конечноразностным методом второго порядка и противопотоковым методом (указать шаг расчётной сетки, при котором обеспечивается эта точность в каждом методе);
- применить методы Галёркина и коллокации с тремя-четырьмя базисными функциями;
- решить краевую задачу путём сведения её к задаче Коши (методом редукции или дифференциальной прогонки).
- Результаты пунктов 2,3 сравнить с результатами пункта 1 (дать сводную таблицу значений приближённых решений на сетке с шагом  $h_0$ ).

### Контрольная работа №4

#### «Квадратурный метод решения интегральных уравнений»

Для уравнений

$$x(t) = \int_0^2 Q(t,s)x(s)ds + f(t) \quad (1)$$

и

$$\int_1^t K(t,s)x(s)ds = F(t) \quad (2)$$

заданы ядра и свободные члены:

Вариант 1.

$$Q(t, s) = 2 \ln \frac{1+s}{1+t^2}, \quad f(t) = t^2 - t + 1;$$

$$K(t, s) = t + \sqrt{s}, \quad F(t) = 2t\sqrt{t} - t - 1;$$

Вариант 2.

$$Q(t, s) = t + \ln(1+s), \quad f(t) = 1 - \frac{t^2}{t+1};$$

$$K(t, s) = \frac{\sqrt{s}-t}{s}, \quad F(t) = 3t - 2t\sqrt{t} - 1;$$

1. На сетке точек  $t_i$  отрезка  $[0,2]$  с шагом сетки  $h_1=0.5$  построить каркас приближённого решения уравнения (1) с точностью  $\varepsilon = 10^{-6}$ , пользуясь какой-либо квадратурной формулой замкнутого типа и применяя сгущающиеся расчётные сетки для обеспечения заданной точности. На основе полученного каркаса записать приближённое решение в виде непрерывной функции и с её помощью вычислить приближённые значения  $x(1/e)$  и  $x(\pi/2)$ .
2. Применяя квадратурную формулу прямоугольников на отрезке  $[1,2]$  с шагом  $h_2=0.2$ , найти каркас приближённого решения уравнения (2) с точностью  $\varepsilon = 10^{-4}$ . Представить полученное дискретное решение интерполяционным многочленом третьей степени, построенным по первым четырём узлам заданной сетки, и, пользуясь этим приближённо  $x(e^2/5)$  и  $x(\pi^2/9)$ .

**Критерии оценки индивидуальных заданий по дисциплине**

**«Приближённые методы решения интегральных и дифференциальных уравнений»:**

4-балльная шкала	Показатели	Критерии
Отлично	1. <u>Полнота выполнения практического задания;</u> 2. <u>Своевременность выполнения задания;</u> 3. <u>Последовательность и рациональность выполнения задания;</u>	<u>Задание решено самостоятельно. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логических рассуждениях, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задание решено рациональным способом.</u>
Хорошо	4. <u>Самостоятельность решения;</u> 5. <u>и т.д.</u>	<u>Задание решено с помощью преподавателя. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задание решено нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.</u>
Удовлетворительно		<u>Задание решено с подсказками преподавателя. При этом задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задание решено не полностью или в общем виде.</u>

Неудовлетворительно

Задание не решено.

### 7.3. Бально-рейтинговая система оценки знаний бакалавров

Согласно Положения о бально-рейтинговой системе оценки знаний бакалавров баллы выставляются в соответствующих графах журнала (см. «Журнал учета бально-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.

«Попуски 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 бально-рейтинговых показателей в отметки традиционной системы оценивания**

Соотношение часов лекционных и практических занятий	0/2	1/3	1/2	2/3	1/1	3/2	2/1	3/1	2/0	Соответствие отметки коэффициенту
Коэффициент соответствия бальных показателей традиционно	1,5	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	«зачтено»
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	«удовлетворительно»
	2	1,75	1,65	1,6	1,5	1,4	1,35	1,25	-	«хорошо»

й отметке	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 "незачтено". 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)**

### **8.1. Основная литература:**

1. **Гулин, А. В.** Введение в численные методы в задачах и упражнениях: учебное пособие / А.В. Гулин, О.С. Мажорова, В.А. Морозова. - Москва : АРГАМАК-МЕДИА: ИНФРА-М, 2019. - 368 с. - ISBN 978-5-16-012876-4. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032671> - Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.
2. **Денежкина, И. Е.** Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Численные методы" / И. Е. Денежкина. - Москва : Финансовая академия, 2004. - 22 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/497494> - Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.
3. **Маничев, В. Б.** Численные методы. Достоверное и точное численное решение дифференциальных и алгебраических уравнений в САЕ-системах САПР: учебное пособие / В.Б. Маничев, В.В. Глазкова, И.А. Кузьмина. - Москва: ИНФРА-М, 2019. - 152 с. (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010366-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/980116> - Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.
4. **Пантелеев, А. В.** Численные методы. Практикум: учебное пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. - Москва: ИНФРА-М, 2020. - 512 с. -(Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-012333-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1028969> - Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.
5. **Шевченко, А. С.** Лабораторный практикум по численным методам: практикум / А.С. Шевченко. - Москва :ИНФРА-М, 2018. - 199 с. (Высшее образование).- ISBN 978-5-16-106606-5.- URL: <https://znanium.com/catalog/product/966104> – Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.



## 8.2. Дополнительная литература:

1. **Белов, Ю. Я.** Аппроксимация и корректность краевых задач для дифференциальных уравнений: учебное пособие / Ю. Я. Белов, Р. В. Сорокин, И. В. Фроленков. - Красноярск: СФУ, 2012. - 172 с. - ISBN 978-5-7638-2499-5. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/491959> - Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.
2. **Егоров, А. И.** Обыкновенные дифференциальные уравнения и система Maple: учебное пособие / Егоров А.И. - Москва: СОЛОН-Пресс, 2016. - 392 с.: ISBN 978-5-91359-205-7. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/858610> – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
3. **Жукова, Г. С.** Дифференциальные уравнения : учебник / Г. С. Жукова. - Москва: ИНФРА-М, 2020. - 504 с. - ( Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-015970-6. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1072180> – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
4. **Жукова, Г. С.** Дифференциальные уравнения в примерах и задачах: учебное пособие / Г. С. Жукова. - Москва: ИНФРА-М, 2021. - 348 с. - ( Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-015971-3. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1072182> – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
5. **Коган, Е. А.** Обыкновенные дифференциальные уравнения и вариационное исчисление: учебное пособие / Е. А. Коган. - Москва: ИНФРА-М, 2020. - 293 с. - ( Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-015817-4. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1058922> – Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.
6. **Ледовская, Е. В.** Решение дифференциальных уравнений I порядка и некоторых видов дифференциальных уравнений старшего порядка : методические указания к типовому расчету / Е. В. Ледовская, Н. Б. Махова. - Москва: МГАВТ, 2007. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/401063> – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
7. **Литвин, Д. Б.** Обыкновенные дифференциальные уравнения и системы: учебное пособие / Д. Б. Литвин, С. В. Мелешко, И. И. Мамаев. - Ставрополь: Сервисшкола, 2017. - 76 с. - ISBN. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/976476> – Режим доступа: по подписке– Текст: электронный.
8. **Осадчий, Ю. М.** Дифференциальные уравнения: учебное пособие / Ю. М. Осадчий. - Москва: ИНФРА-М, 2019. - 157 с. - ISBN 978-5-16-107965-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1039633> – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
9. **Пантелеев, А. В.** Обыкновенные дифференциальные уравнения. Практикум: Учебное пособие / А. В. Пантелеев, А. С. Якимова, К. А. Рыбаков. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 432 с. ( Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-011973-1. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1010761> – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

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

Вид	учебных	Организация деятельности студента
-----	---------	-----------------------------------

занятий	
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/ индивидуальное задание	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: 1. Методы одномерной оптимизации: постановка, унимодальные функции, классические методы анализа, алгоритм пассивного поиска минимума, метод деления отрезка пополам, метод Фибоначчи, метод золотого сечения, метод ломаных. 2. Численные методы поиска безусловного экстремума: принципы построения численных методов поиска безусловного экстремума, методы первого порядка, методы второго порядка. 3. Постановка задач вариационного исчисления. Вариационные задачи поиска безусловного экстремума. . Подготовка к текущему контролю, к промежуточной аттестации.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты 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)*

<b>Наименование документа с указанием реквизитов</b>	<b>Срок действия документа</b>
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.

Занятия проводятся в учебной аудитории №21 (369200, Карачаево-Черкесская республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29. Учебный корпус № 2) для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, лабораторных работ и курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

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

*Технические средства обучения:* 10 персональных компьютеров с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, переносной проектор.

*Лицензионное программное обеспечение:*

- Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная
- Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная
- ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная

- Calculate Linux (внесён в ЕРПП 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.
- пакет приложений для объектно-ориентированного программирования Embarcadero (Item Number: 2013123054325206. Срок действия лицензии: бессрочная);
- пакет визуального редактирования растровых изображений GIMP (Лицензия № GNU GPLv3. Срок действия лицензии: бессрочная);
- образовательная подписка Google G Suite for Education (видеоконференции, дневник, календарь, диск и прочее). (Срок действия лицензии: бессрочная);
- пакет математического моделирования Mathcad (Contract Number (SCN) 4A1913127. Срок действия лицензии: бессрочная);
- подписка на программные продукты Microsoft «Azure Dev Tools for Teaching» (Идентификатор подписчика: ICM-166172). С 2019 г. по 2021 г.;
- система поиска заимствований в текстах «Антиплагиат ВУЗ» (Договор № 3262 от 20.01.2021 г.);
- Информационно-правовая система «Инофрмио» (Договор № НК 1017 от 20.01.2021 г.);
- пакет визуального 3D-моделирования Blender (Лицензия № GNU GPL v3. Срок действия лицензии: бессрочная);
- векторный графический редактор Inkscape (Лицензия № GNU GPL v3. Срок действия лицензии: бессрочная);
- программный комплекс для верстки Scribus (Лицензия № GNU GPL v3. Срок действия лицензии: бессрочная);
- Autodesk AutoCAD (Лицензия № 5X6-30X999XX. Бессрочная образовательная (академическая) лицензия);
- Autodesk 3DS Max (Лицензия № 5X5-93X928XX. Бессрочная образовательная (академическая) лицензия);
- Autodesk Revit (Лицензия № 5X6-03X109XX. Бессрочная образовательная (академическая) лицензия).

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

#### 1. Аудитория для самостоятельной работы студентов.

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья

*Технические средства обучения:* ноутбуки в количестве 3 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (Лицензия № 60290784. Срок действия лицензии: бессрочная);

Microsoft Office (Лицензия № 60127446. Срок действия лицензии: бессрочная);

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

(369200, Карачаево-Черкесская республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29, учебно-лабораторный корпус, ауд. 507)

#### 2. Научный зал, 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),  
Антивирус Касперского (Договор №56/2023 от 25.01.2023 г.) Действует до 03.03.2025 г.  
(369200, Карачаево-Черкесская республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29. Учебно-  
лабораторный корпус, каб.101)

3. Читальный зал, 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),

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

(369200, Карачаево-Черкесская республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29. Учебно-  
лабораторный корпус, каб.102а).

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

1. Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная
2. Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная
3. ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная
4. Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная
5. Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная
6. Антивирус Касперского (Договор №56/2023 от 25.01.2023 г.) Действует до 03.03.2025 г.

### ***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>.

## **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 преемственность 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.

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, видеоувеличителем, клавиатурой для лиц с ДЦП, роллером. Распределение специализированного оборудования.

## 12. Лист регистрации изменений

Изменение	Дата и номер протокола ученого совета факультета/института, на котором были рассмотрены вопросы о необходимости внесения изменений	Дата и номер протокола ученого совета Университета, на котором были утверждены изменения	Дата введения изменений
Включить в РПД договор на электронно-библиотечную систему «Лань». (Договор № сзб 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 Security (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	