

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 информатики и вычислительной математики

УТВЕРЖДАЮ
И. о. проректора по УР
М. Х. Чанкаев
«30» апреля 2025 г., протокол № 8

Рабочая программа дисциплины

Численные методы

(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

(шифр, название направления)

направленность (профиль):

«Системное программирование и компьютерные технологии»

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год начала подготовки – 2025

Карачаевск – 2025

Составитель: ст. преп. кафедры Узденова Б.Ф.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО 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, на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению **01.03.02 Прикладная математика и информатика**, направленность (профиль): «**Системное программирование и компьютерные технологии**», локальных актов КЧГУ.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры информатики и вычислительной математики на 2025–2026 учебный год, протокол № 8 от 25 апреля 2025г.

Оглавление

1. Наименование дисциплины (модуля).....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	4
Изучение дисциплины «Численные методы» необходимо для успешного освоения дисциплин профессионального цикла и практик	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	5
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	6
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	6
6. Основные формы учебной работы и образовательные технологии, используемые при реализации образовательной программы.....	8
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).....	10
7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций	10
7.2. Перевод бально-рейтинговых показателей оценки качества подготовки обучающихся в отметки традиционной системы оценивания	11
7.3. Типовые контрольные вопросы и задания, необходимые для оценивания сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины	11
7.3.1. Перечень вопросов для зачета/экзамена	12
7.3.2. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям	12
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	13
8.1. Основная литература:	13
8.2. Дополнительная литература:	13
9. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)	14
9.1. Общесистемные требования	14
9.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	15
9.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения.....	15
9.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	15
10. Особенности организации образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья	15
11. Лист регистрации изменений	17

1. Наименование дисциплины (модуля) Численные методы

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:

- изучить приближенные методы решения задач высшей математики;
- сформировать умения составления вычислительных алгоритмов и их реализации на ЭВМ;
- овладеть навыками применения приближенных методов при решении прикладных задач.

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»

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.О.16 “Численные методы” относится к блоку – «Блок 1.Дисциплины (модули) Обязательная часть».

Дисциплина (модуль) изучается на 3 курсе в 5 семестре и 6 семестре на очной форме обучения.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Индекс	Б1.О.16
Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
Для освоения дисциплины «Численные методы» студенты используют знания, умения, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения дисциплин: «Математический анализ», «Алгебра и геометрия» «Дифференциальные уравнения»	
Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
Изучение дисциплины «Численные методы» необходимо для успешного освоения дисциплин профессионального цикла и практик	

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими результатами:

Код компетенций	Содержание компетенции в соответствии с ФГОС ВО/ОПВО	Индикаторы достижения компетенций

ОПК-3	Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Знает о существующих математических моделях в различных предметных областях.
		ОПК-3.2. Умеет применять и адаптировать существующие математические модели для решения прикладных задач.
		ОПК-3.3. Владеет методологией математического моделирования для решения профессиональных задач.
ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1. Знает технические и программные средства реализации информационных процессов
		ОПК-4.2. Умеет выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программные средства для решения задач профессиональной деятельности.
		ОПК-4.3. Владеет приемами работы на компьютерах с прикладным программным обеспечением

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 «Численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений» составляет 6 ЗЕТ, 216 академических часов.

Объем дисциплины	Всего часов		
	для очной формы обучения	для очно- заочной формы обучения	для заочной формы обучения
Общая трудоемкость дисциплины	216		
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий)* (всего)			
Аудиторная работа (всего):	114	-	-
в том числе:			
лекции	38	-	-
семинары, практические занятия	-	-	-
практикумы	-	-	-
лабораторные работы	76	-	-
Внеаудиторная работа:			
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.		
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	102	-
Контроль самостоятельной работы	-	-
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)	Зачет на 3 курсе (5 семестр) Экзамен на 3 курсе (6 семестр)	

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/с емест р	Раздел, тема, содержание темы дисциплины	Общая трудоем кость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Сам. работа	
			всего	Аудиторные уч. занятия		Лек		
				Прак.	Лаб.			
		Раздел 1. Погрешности. Абсолютная относительная погрешность	20	4	-	8	8	
1.	3/5	Тема: Основы теории погрешности и вычислений Содержание: Абсолютная, относительные погрешности данных.	10	2	-	4	4	
2.	3/5	Тема: Числовые погрешности Содержание: Погрешности вычисления функции.	10	2	-	4	4	
		Раздел 2. Приближенные методы решения нелинейных уравнений.	40	8	-	16	16	
3.	3/5	Тема: Поиск решения нелинейного уравнения Содержание: Аналитические, графические подходы при поиске решения нелинейного уравнения.	10	2	-	4	4	
4.	3/5	Тема: Приближенные методы решения нелинейных уравнений. Содержание: Уточнение значения корня уравнения методами: деления отрезка пополам.	10	2	-	4	4	
5.	3/5	Тема: Приближенные методы решения нелинейных уравнений.	10	2	-	4	4	

		<i>Содержание:</i> Уточнение значения корня уравнения методами: касательных, хорд.					
6.	3/5	Тема: Приближенные методы решения нелинейных уравнений. <i>Содержание:</i> Уточнение значения корня уравнения методами: комбинированным методом хорд и касательных, простых итераций.	10	2	-	4	4
Раздел 3. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.			24	4	-	8	12
7.	3/5	Тема: Прямые методы решения СЛАУ <i>Содержание:</i> Методы Гаусса решения СЛАУ: метод Гаусса, метод Гаусса с выбором главного элемента, обращение матриц	12	2	-	4	6
8.	3/5	Тема: Итерационные методы решения СЛАУ <i>Содержание:</i> Метод простых итераций. Необходимое, достаточное условия сходимости метода простых итераций. Методы Якоби, Зейделя	12	2	-	4	6
Раздел 4. Методы интерполяции и экстраполяции функций.			24	4	-	8	12
9.	3/5	Тема: Понятие о приближении функции <i>Содержание:</i> Задача алгебраической интерполяции. Линейная интерполяция. Интерполяционный полином Лагранжа.		2	-	4	6
10.	3/5	Тема: Понятие о приближении функции <i>Содержание:</i> Конечные разности и их свойства. Таблицы конечных разностей. Первая и вторая интерполяционные формулы Ньютона. Метод наименьших квадратов. Интерполяция сплайнами		2	-	4	6
Раздел 5. Численное дифференцирование			22	4	-	6	12
11.	3/6	Тема: Численное дифференцирование полиномов <i>Содержание:</i> Общая характеристика методов численного дифференцирования функций. Приближенное дифференцирование на основе интерполяционных формул. Оценка погрешности методов численного дифференцирования.	22	4	-	6	12
Раздел 6. Численное интегрирование функций.			38	6	-	14	18
12.	3/6	Тема: Приближенное вычисление определенных интегралов методом прямоугольников. <i>Содержание:</i> метод левых прямоугольников, метод средних прямоугольников, метод правых прямоугольников.	12	2	-	4	6
13.	3/6	Тема: Приближенное вычисление определенных интегралов методом трапеций. <i>Содержание:</i> метод трапеций	12	2	-	4	6
14.	3/6	Тема: Приближенное вычисление определенных интегралов методом парабол (Симпсона).	14	2	-	6	6

		<i>Содержание:</i> вывод формулы парабол, метод парабол.					
Раздел 7. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)			48	8	-	16	24
15.	3/6	Тема: Постановка задачи Коши <i>Содержание:</i> Общая характеристика методов решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.	20	4	-	4	12
16.	3/6	Тема: Численные методы решения задачи Коши обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) <i>Содержание:</i> Метод Эйлера. Модифицированный метод Эйлера-Коши.	14	2	-	6	6
17.	3/6	Тема: Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) <i>Содержание:</i> Методы Рунге-Кутты четвертого порядка решения ОДУ.	14	2	-	6	6
18.	Итого		216	38	-	76	102

6. Основные формы учебной работы и образовательные технологии, используемые при реализации образовательной программы

Лекционные занятия. Лекция является основной формой учебной работы в вузе, она является наиболее важным средством теоретической подготовки обучающихся. На лекциях рекомендуется деятельность обучающегося в форме активного слушания, т.е. предполагается возможность задавать вопросы на уточнение понимания темы и рекомендуется конспектирование основных положений лекции. Основная дидактическая цель лекции - обеспечение ориентировочной основы для дальнейшего усвоения учебного материала. Лекторами активно используются: лекция-диалог, лекция - визуализация, лекция - презентация. Лекция - беседа, или «диалог с аудиторией», представляет собой непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Ее преимущество состоит в том, что она позволяет привлекать внимание слушателей к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей аудитории. Участие обучающихся в лекции – беседе обеспечивается вопросами к аудитории, которые могут быть как элементарными, так и проблемными.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания студентов структуру дисциплины и его разделы, а в дальнейшем указывать начало каждого раздела (модуля), суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу, чтобы связать его со следующим. Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины. Для эффективного проведения лекционного занятия рекомендуется соблюдать последовательность ее основных этапов:

1. формулировку темы лекции;
2. указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение;
3. изложение вводной части;
4. изложение основной части лекции;

5. краткие выводы по каждому из вопросов;
6. заключение;
7. рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам.

Практические занятия. Дисциплины, по которым планируются практические занятия, определяются учебными планами. Практические занятия относятся к основным видам учебных занятий и составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки. Выполнение студентом практических занятий направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин математического и общего естественно-научного, общепрофессионального и профессионального циклов;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива. Методические рекомендации разработаны с целью единого подхода к организации и проведению лабораторных и практических занятий.

Практическое занятие — это форма организации учебного процесса, направленная на выработку у студентов практических умений для изучения последующих дисциплин (модулей) и для решения профессиональных задач. Практическое занятие должно проводиться в учебных кабинетах или специально оборудованных помещениях. Необходимыми структурными элементами практического занятия, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются анализ и оценка выполненных работ и степени овладения студентами запланированными умениями. Дидактические цели практических занятий: формирование умений (аналитических, проектировочных, конструктивных), необходимых для изучения последующих дисциплин (модулей) и для будущей профессиональной деятельности.

Семинар - форма обучения, имеющая цель углубить и систематизировать изучение наиболее важных и типичных для будущей профессиональной деятельности обучаемых тем и разделов учебной дисциплины. Семинар - метод обучения анализу теоретических и практических проблем, это коллективный поиск путей решений специально созданных проблемных ситуаций. Для студентов главная задача состоит в том, чтобы усвоить содержание учебного материала темы, которая выносится на обсуждение, подготовиться к выступлению и дискуссии. Семинар - активный метод обучения, в применении которого должна преобладать продуктивная деятельность студентов. Он должен развивать и закреплять у студентов навыки самостоятельной работы, умения составлять планы теоретических докладов, их тезисы, готовить развернутые сообщения и выступать с ними перед аудиторией, участвовать в дискуссии и обсуждении.

В процессе подготовки к практическим занятиям, обучающимся необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем по каждой теме семинарского или практического занятия, что позволяет обучающимся проявить свою индивидуальность в рамках выступления на данных занятиях, выявить широкий спектр мнений по изучаемой проблеме.

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.

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

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

7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций

Компетенции	Зачтено			Не зачтено
	Высокий уровень (отлично) (86-100% баллов)	Средний уровень (хорошо) (71-85% баллов)	Низкий уровень (удовлетворительно) (56-70% баллов)	Ниже порогового уровня (неудовлетворительно) (до 55% баллов)
ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Демонстрирует полное знание о существующих математических моделях в различных предметных областях.	ОПК-3.1. Демонстрирует знание о существующих математических моделях в различных предметных областях.	ОПК-3.1. В целом демонстрирует знание о существующих математических моделях в различных предметных областях.	ОПК-3.1. Демонстрирует фрагментарное знание о существующих математических моделях в различных предметных областях.
	ОПК-3.2. Умеет в полном объеме применять и адаптировать существующие математические модели для решения прикладных задач.	ОПК-3.2. Умеет применять и адаптировать существующие математические модели для решения прикладных задач.	ОПК-3.2. В целом умеет применять и адаптировать существующие математические модели для решения прикладных задач.	ОПК-3.2. Не умеет применять и адаптировать существующие математические модели для решения прикладных задач.
	ОПК-3.3. Полностью владеет методологией математического моделирования для решения	ОПК-3.3. Владеет методологией математического моделирования для решения	ОПК-3.3. В целом владеет методологией математического моделирования для решения	ОПК-3.3. Владеет фрагментарно методологией математического моделирования для решения

	профессиональных задач.	профессиональных задач.	решения профессиональных задач.	решения профессиональных задач.
ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1. В полном объёме знает технические и программные средства реализации информационных процессов	ОПК-4.1. Знает технические и программные средства реализации информационных процессов	ОПК-4.1. В целом знает технические и программные средства реализации информационных процессов	ОПК-4.1. Демонстрирует фрагментарное знание технических и программных средств реализации информационных процессов
	ОПК-4.2. В полном объёме умеет выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программные средства для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-4.2. Умеет выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программные средства для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-4.2. В целом умеет выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программные средства для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-4.2. Не умеет выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программные средства для решения задач профессиональной деятельности.
	ОПК-4.3. В полном объёме владеет приемами работы на компьютерах с прикладным программным обеспечением	ОПК-4.3. Владеет приемами работы на компьютерах с прикладным программных обеспечением	ОПК-4.3. В целом владеет приемами работы на компьютерах с прикладным программных обеспечением	ОПК-4.3. Не владеет приемами работы на компьютерах с прикладным программных обеспечением

7.2. Перевод бально-рейтинговых показателей оценки качества подготовки обучающихся в отметки традиционной системы оценивания

Порядок функционирования внутренней системы оценки качества подготовки обучающихся и перевод бально-рейтинговых показателей обучающихся в отметки традиционной системы оценивания проводиться в соответствии с положением КЧГУ «Положение о бально-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся», размещенным на сайте Университета по адресу: <https://kchgu.ru/inye-lokalnye-akty/>

7.3. Типовые контрольные вопросы и задания, необходимые для оценивания сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины

Зачетное мероприятие может проходить в форме собеседования или письменного выполнения обучающимися тестовых заданий.

7.3.1. Перечень вопросов для зачета/экзамена

1. Элементарная теория погрешностей
2. Абсолютная погрешность вычисления
3. Относительная погрешность вычисления
4. Основные определения и теоремы теории погрешностей
5. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса
6. Итерационные методы решения линейных систем. Метод простых итераций
7. Метод Зейделя для решения систем линейных уравнений
8. Численные методы решения нелинейных уравнений. Графический метод
9. Метод половинного деления для решения нелинейных уравнений
10. Метод хорд для решения нелинейных уравнений
11. Метод касательных для решения нелинейных уравнений
12. Метод простой итерации для решения нелинейных уравнений
13. Сходимость итерационных методов для решения нелинейных уравнений
14. Приближение функций. Задача алгебраической интерполяции
15. Существование и единственность алгебраического интерполяционного полинома
16. Интерполяционный полином в форме Лагранжа
17. Первый интерполяционный полином Ньютона
18. Второй интерполяционный полином Ньютона
19. Численное интегрирование. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса
20. Квадратурные формулы прямоугольников.
21. Квадратурные формулы трапеций.
22. Квадратурные формулы Симпсона.
23. Приближенное решение дифференциальных уравнений. Метод Эйлера.
24. Приближенное решение дифференциальных уравнений. Метод Рунге-Кутта

7.3.2. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям

25. Аналитический метод отделение корней алгебраических уравнений.
26. Метод бисекции определения корней нелинейного уравнения.
27. Метод последовательных приближений.
28. Теорема о достаточном условии сходимости метода простой итерации.
29. Метод Ньютона, уточнения корня трансцендентного уравнения.
30. Теорема о сходимости метода Ньютона.
31. Модифицированный метод Ньютона для решения нелинейного уравнения.
32. Метод секущих для решения нелинейного уравнения.
33. Метод хорд.
34. Комбинированный метод.
35. Нелинейные системы уравнений.
36. Метод простой итерации для систем двух уравнений (теорема сходимости).
37. Метод простой итерации для систем n -уравнений. Теорема – принцип сжимающих отображений.
38. Метод Ньютона для систем из двух уравнений.
39. Метод Ньютона для систем из n -уравнений.
40. Теорема существования и сходимости метода Ньютона для систем уравнений.
41. Постановка задачи Коши.
42. Методы решения задачи Коши.
43. Метод Эйлера решения задачи Коши.
44. Ошибки дискретизации.
45. Теорема об ошибке дискретизации метода Эйлера.
46. Метод Рунге-Кутта построения одношаговых методов. Общая теория.

47. Методы Рунге-Кутта.
48. Многошаговые методы.
49. Методы Адамса-Башфорта.
50. Методы Адамса-Моултона.
51. Метод Рунге-Кутта построения одношаговых методов. Метод первого порядка.
52. Метод Рунге-Кутта построения одношаговых методов. Метод второго порядка.
53. Экстраполяционный метод Адамса.
54. Интерполяционный метод Адамса.

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

8.1. Основная литература:

1. **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.
2. **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.
3. **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.
4. **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.
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.

8.2. Дополнительная литература:

1. Егоров, А. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения и система Maple : учебное пособие / А. И. Егоров. - Москва : СОЛООН-Пресс, 2020. - 392 с. - ISBN 978-5-91359-205-7. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1858784> – Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.
2. 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.

3. Ефремова, Н. А. Обыкновенные дифференциальные уравнения второго порядка и системы обыкновенных дифференциальных уравнений : учебно-методическое пособие к практическим занятиям по математике / Н. А. Ефремова. - Москва : РУТ (МИИТ), 2018. - 20 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1896884>
 – Режим доступа: по подписке. - Текст : электронный.

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

9.1. Общесистемные требования

Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «КЧГУ»

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

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

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

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

Электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки)

Учебный год	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
2025-2026 учебный год	Электронно-библиотечная система ООО «Знаниум». Договор № 249 эбс от 14.05.2025 г. Электронный адрес: https://znanium.com	от 14.05.2025г. до 14.05.2026г.
2025-2026 учебный год	Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № 10 от 11.02.2025 г. Электронный адрес: https://e.lanbook.com	от 11.02.2025г. до 11.02.2026г.
2025-2026 учебный год	Электронно-библиотечная система КЧГУ. Положение об ЭБ утверждено Ученым советом от 30.09.2015г. Протокол № 1. Электронный адрес: http://lib.kchgu.ru	Бессрочный
2025-2026 учебный год	Национальная электронная библиотека (НЭБ). Договор №101/НЭБ/1391-п от 22.02.2023 г. Электронный адрес: http://rusneb.ru	Бессрочный
2025-2026 учебный год	Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU». Лицензионное соглашение №15646 от 21.10.2016 г.	Бессрочный

	Электронный адрес: http://elibrary.ru	
2025-2026 учебный год	Электронный ресурс Polpred.comОбзор СМИ. Соглашение. Бесплатно. Электронный адрес: http://polpred.com	Бессрочный

9.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

Занятия проводятся в учебных аудиториях, предназначенных для проведения занятий лекционного и практического типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в соответствии с расписанием занятий по образовательной программе. С описанием оснащенности аудиторий можно ознакомиться на сайте университета, в разделе материально-технического обеспечения и оснащенности образовательного процесса по адресу: <https://kchgu.ru/sveden/objects/>

9.3. Необходимый комплекс лицензионного программного обеспечения

- Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная
- MicrosoftOffice (Лицензия № 60127446), бессрочная
- ABBY FineReader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная
- CalculateLinux (внесён в ЕРРП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная
- Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная
- Kaspersky Endpoint Security (Лицензия № 280E-210210-093403-420-2061), с 25.01.2023 г. по 03.03.2025 г.
- Kaspersky Endpoint Security. Договор №0379400000325000001/1 от 28.02.2025г. Срок действия лицензии с 27.02.2025г. по 07.03.2027г.

9.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

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

В ФГБОУ ВО «Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д.

Алиева» созданы условия для получения высшего образования по образовательным программам обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

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

11. Лист регистрации изменений

Изменение	Дата и номер протокола ученого совета факультета/ института, на котором были рассмотрены вопросы о необходимости внесения изменений в ОПВО	Дата и номер протокола ученого совета Университета, на котором были утверждены изменения в ОПВО