

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
Приближенные методы решения интегральных и
дифференциальных уравнений

(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

Составитель: ст. преп. кафедры Урусова А. С.

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
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 текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).....	9
7.1. Индикаторы оценивания сформированности компетенций	9
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	11
7.3.2. Тестовый материал для диагностики индикаторов оценивания сформированности компетенций.....	12
7.3.3. Оценочные материалы. Варианты контрольных работ.....	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	16
10. Особенности организации образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья	16
11. Лист регистрации изменений	17

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, направленность (профиль): «Общий профиль: прикладная математика и информатика»

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.07 «Приближенные методы решения интегральных и дифференциальных уравнений» относится к блоку – «Блок 1.Дисциплины (модули)», к вариативной части дисциплин по выбору, формируемой участниками образовательных отношений.

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

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Индекс	Б1. В.ДВ.07.01
Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
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».	
Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
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» направлен на формирование следующих компетенций обучающегося:

Код компетенций	Содержание компетенции в соответствии с ФГОС ВО/ ОП ВО	Индикаторы достижения компетенций
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности УК-1.3. Владеет навыками работы с информационными объектами и сетью Интернет, опытом научного поиска, опытом библиографического поиска
ПК-2	Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	ПК-2.1. Знает принципы построения и методы исследования математических моделей объектов различной природы. ПК-2.2. Умеет использовать и модифицировать существующие математические методы для решения прикладных задач. ПК-2.3. Владеет навыками использования математического аппарата при решении прикладных задач.

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		
	для очной формы обучения	для очно-заочной формы обучения	для заочной формы обучения
Общая трудоемкость дисциплины	144	-	-
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий)* (всего)			
Аудиторная работа (всего):	52	-	-
в том числе:			
лекции	-	-	-
семинары, практические занятия	26	-	-
практикумы	-	-	-
лабораторные работы	26	-	-
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)	92	-	-
Контроль самостоятельной работы			
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)	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)			
			всего	Аудиторные уч. занятия			Сам. работа
				Лек	Прак.	Лаб.	
Раздел 1. Интегральные уравнения Фредгольма			36	-	8	8	20
1.	4/8	Содержание: Уравнение Фредгольма. Основные понятия и определение. Метод последовательных приближений. Итерированные ядра. Построение резольвенты уравнения Фредгольма с помощью итерированных ядер. Решение уравнений с помощью резольвенты. Интегральные уравнения с вырожденным ядром. Собственные значения и	36	-	8	8	20

		собственные функции. Интегральные уравнения с симметричным ядром. Альтернатива Фредгольма.					
Раздел 2. Интегральные уравнения Вольтерра			36	-	8	8	20
2.	4/8	Содержание: Уравнения Вольтерра. Основные понятия и определения. Метод последовательных приближений. Решение интегрального уравнения путём сведения его к дифференциальному. Итерированные ядра. Построение резольвенты уравнения Вольтерра с помощью итерированных ядер. Решение уравнений с помощью резольвенты. Интегральные уравнения с разностным ядром. Преобразование Лапласа. Решение интегральных и интегро- дифференциальных уравнений.	36	-	8	8	20
Раздел 3. Приближённое решение обыкновенных дифференциальных уравнений			32	-	4	4	24
3.	4/8	Содержание: Метод последовательных приближений (метод Пикара). Интегрирование дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов. Численное интегрирование дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Модификации метода Эйлера. Метод Рунге – Кутты. Экстраполяционный метод Адамса	34	-	4	4	24
Раздел 4. Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений			40	-	6	6	24
4.	4/8	Содержание: Задача Штурма- Лиувилля. Определение функции Грина. Два метода построения функции Грина. Применения функции Грина для решения краевых задач. Краевые задачи, содержащие параметр, и их сведения к интегральному	40	-	6	6	24

	уравнению. Метод конечных разностей для линейных дифференциальных уравнений второго порядка					
5.	Итого	144	-	26	26	92

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

Лабораторные работы и практические занятия. Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и практические занятия, определяются учебными планами. Лабораторные работы и практические занятия относятся к основным видам учебных занятий и составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки. Выполнение студентом лабораторных работ и 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.

Лабораторная работа — это форма организации учебного процесса, когда студенты по заданию и под руководством преподавателя самостоятельно проводят опыты, измерения, элементарные исследования на основе специально разработанных заданий. Лабораторная работа как вид учебного занятия должна проводиться в специально оборудованных учебных аудиториях. Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы. Дидактические цели лабораторных занятий:

- формирование умений решать практические задачи путем постановки опыта;
- экспериментальное подтверждение изученных теоретических положений, экспериментальная проверка формул, расчетов;
- наблюдение и изучения явлений и процессов, поиск закономерностей;
- изучение устройства и работы приборов, аппаратов, другого оборудования, их испытание;
- экспериментальная проверка расчетов, формул.

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 текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Индикаторы оценивания сформированности компетенций

Компетенции	Зачтено			Не зачтено
	Высокий уровень	Средний уровень	Низкий уровень	Ниже порогового

	(отлично) (86-100% баллов)	(хорошо) (71-85% баллов)	(удовлетворительно) (56-70% баллов)	уровня (неудовлетворительно) (до 55 % баллов)
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. В полном объеме знает принципы сбора, отбора и обобщения информации	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации	УК-1.1. В целом знает принципы сбора, отбора и обобщения информации	УК-1.1. Знает фрагментарно принципы сбора, отбора и обобщения информации
	УК-1.2. В полном объеме умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности	УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности	УК-1.2. В целом умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности	УК-1.2. Не умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности
	УК-1.3. В полном объеме владеет навыками работы с информационным и объектами и сетью Интернет, опытом научного поиска, опытом библиографического поиска	УК-1.3. Владеет навыками работы с информационным и объектами и сетью Интернет, опытом научного поиска, опытом библиографического поиска	УК-1.3. В целом владеет навыками работы с информационным и объектами и сетью Интернет, опытом научного поиска, опытом библиографического поиска	УК-1.3. Не владеет навыками работы с информационным и объектами и сетью Интернет, опытом научного поиска, опытом библиографического поиска
ПК-2: Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	ПК-3.1. В полном объеме знает принципы построения и методы исследования математических моделей объектов различной природы.	ПК-2.1. Знает принципы построения и методы исследования математических моделей объектов различной природы.	ПК-3.1. В целом знает принципы построения и методы исследования математических моделей объектов различной природы.	ПК-3.1. Не знает принципы построения и методы исследования математических моделей объектов различной природы.
	ПК-3.2. В полном объеме умеет использовать и модифицировать существующие математические методы для	ПК-2.2. Умеет использовать и модифицировать существующие математические методы для решения	ПК-3.2. В целом умеет использовать и модифицировать существующие математические методы для	ПК-3.2. Не умеет использовать и модифицировать существующие математические методы для решения

	решения прикладных задач.	прикладных задач.	решения прикладных задач.	прикладных задач.
	ПК-3.3. В полном объёме владеет навыками использования математического аппарата при решении прикладных задач.	ПК-2.3. Владеет навыками использования математического аппарата при решении прикладных задач.	ПК-3.3. В целом владеет навыками использования математического аппарата при решении прикладных задач.	ПК-3.3. Не владеет навыками использования математического аппарата при решении прикладных задач.

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 проводится 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

7.3.1. Перечень вопросов для зачета

1. Уравнение Фредгольма. Основные понятия и определение.
2. Метод последовательных приближений.
3. Итерированные ядра.
4. Построение резольвенты уравнения Фредгольма с помощью итерированных ядер.
Решение уравнений с помощью резольвенты.
5. Интегральные уравнения с вырожденным ядром.
6. Собственные значения и собственные функции.
7. Интегральные уравнения с симметричным ядром.
8. Альтернатива Фредгольма.
9. Уравнения Вольтерра. Основные понятия и определения.
10. Метод последовательных приближений.
11. Решение интегрального уравнения путём сведения его к дифференциальному.
Итерированные ядра.
12. Построение резольвенты уравнения Вольтерра с помощью итерированных ядер.
13. Решение уравнений с помощью резольвенты.
14. Интегральные уравнения с разностным ядром.
15. Преобразование Лапласа.
16. Решение интегральных и интегро-дифференциальных уравнений.
17. Приближённое решение обыкновенных дифференциальных уравнений Метод последовательных приближений (метод Пикара).
18. Интегрирование дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов.
19. Численное интегрирование дифференциальных уравнений.
20. Метод Эйлера.
21. Модификации метода Эйлера.
22. Метод Рунге – Кутты.

23. Экстраполяционный метод Адамса
24. Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений.
25. Задача Штурма-Лиувилля.
26. Определение функции Грина.
27. Два метода построения функции Грина.
28. Применения функции Грина для решения краевых задач.
29. Краевые задачи, содержащие параметр, и их сведения к интегральному уравнению.
30. Метод конечных разностей для линейных дифференциальных уравнений второго порядка

7.3.2. Тестовый материал для диагностики индикаторов оценивания сформированности компетенций

7.3.3. Оценочные материалы. Варианты контрольных работ

Контрольная работа № 1(УК-1,ПК-2)

«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											

приближёнными 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(УК-1,ПК-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.

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.

8.2. Дополнительная литература:

1. Е.В. Сумин, В.Б. Шерстюков, О.В. Шерстюкова Интегральные уравнения Фредгольма и Вольтерра, краевые задачи и методы их решения: Учебно-методическое пособие.-М.: НИЯУ МИФИ, 2016.-96 с.- ISBN 978-5-7262-2282-0
2. 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.
3. 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.

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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. Гриняев Ю. В. Методы математической физики : учебное пособие / Ю. В. Гриняев, Л. Л. Миньков, С. В. Тимченко, В. М. Ушаков. — Томск : Эль Контент, 2012. — 148 с. - ISBN 978-5-4332-0055-5

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

9.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

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

9.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения

- Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная
- Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная
- ABBY FineReader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная
- CalculateLinux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная
- Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная
- Kaspersky Endpoint Security (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