

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

\_\_\_\_\_ Хагуров Т.А.

*подпись*

« 29 » августа 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
Б1. О.16 Математический анализ II

Направление подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и  
информационные технологии

Профиль Современные методы машинного обучения и компьютерного зрения

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины «Математический анализ II» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Программу составили:

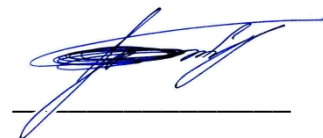
Н.О.Чубырь, к.ф.-м.н., доц



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной математики протокол № 01 «28» августа 2025 г.  
И.о. заведующего кафедрой Письменский А.В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 01 «28» августа 2025 г.  
Председатель УМК факультета Коваленко А.В.



Рецензенты:

Мостовой Евгений Викторович, генеральный директор ООО «Портал-Юг»,  
e-mail: mostovoy@portal-yug.ru

Луценко Евгений Вениаминович, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных технологий и систем Федерального государственного бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», e-mail: prof.lutsenko@gmail.com

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

**Цели** изучения дисциплины определены государственным образовательным стандартом высшего образования и соотнесены с общими целями ООП ВО по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика», в рамках которой преподается дисциплина.

### **1.1 Цель освоения дисциплины.**

Целью преподавания и изучения дисциплины «Математический анализ II» является формирование представлений об обобщениях понятиях математического анализа на случай многомерных пространств и функциональных последовательностей и рядов и роли этих обобщений в системе математических наук и приложениях в естественных науках.

### **1.2 Задачи дисциплины.** В ходе изучения дисциплины ставятся задачи:

Изучить основные понятия, положения и методы математического анализа;

Уметь доказывать утверждения, специфичные для математического анализа, применять методы математического анализа для решения математических задач;

Научиться применять нейросетевые технологии в решении задач математического анализа для исследования различных прикладных задач, изучать самостоятельно научную и учебно-методическую литературу по профилю из различных источников, включая сетевые ресурсы сети Интернет, для решения профессиональных и социальных задач.

### **1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.**

Дисциплина «Математический анализ II» относится к обязательной части учебного плана.

Для изучения дисциплины студент должен владеть знаниями, умениями и навыками по дисциплине «Математический анализ» базовой части цикла учебного плана.

Знания, получаемые при изучении дисциплины «Математический анализ II» используются при изучении всех дисциплин.

### **1.4 Профессиональные роли в структуре образовательной программы**

Роль 1: Data Engineer (Инженер по данным)

Задачи:

1. Проектирование и построение ETL-процессов
2. Создание и оптимизация хранилищ данных
3. Обеспечение качества и доступности данных
4. Интеграция разрозненных источников данных
5. Работа с данными в области природопользования, медицины, связи и телекоммуникаций

Роль 2: ML Engineer (Инженер МО)

Задачи:

1. Оптимизация производительности и масштабирование моделей
2. Разработка ML-пайплайнов и автоматизация процессов
3. Мониторинг качества моделей в продуктах

Роль 3: MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)

Задачи:

1. Автоматизация процессов обучения и развертывания моделей
2. Мониторинг производительности ML-систем
3. Управление версиями моделей и данных
4. Оптимизация вычислительных ресурсов

## 1.5 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности</b>	
<b>ОПК-1.1</b> Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при построении моделей в заданной предметной области	Знает фундаментальные понятия математического анализа с акцентом на их интерпретацию в предметной области.
	Умеет формализовывать задачи предметной области на языке математического анализа; анализировать поведение функций потерь, линеаризовывать нелинейные функции, интерпретировать результаты вычислений
	Владеет навыками применения методов многомерного анализа в заданной предметной области, методикой построения и анализа простейших непрерывных моделей в CV; навыками перевода дискретных задач предметной области в непрерывную постановку для применения аналитического аппарата.

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)
		3
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>108,5</b>	<b>108,5</b>
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>64</b>	<b>64</b>
Занятия лекционного типа	50	50
Лабораторные занятия	52	52
<b>Иная контактная работа:</b>	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>
Контроль самостоятельной работы (КСР)	6	6
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,5
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>35,8</b>	<b>35,8</b>
Подготовка к текущему контролю	35,8	35,8
<b>Контроль:</b>	<b>35,7</b>	<b>35,7</b>
Подготовка к экзамену	35,7	35,7
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>180</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>108,5</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>5</b>

### 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

№ п / п	Наименование раздела, темы	Всего трудоем кость	Аудиторные занятия				СР	К
			Всего	Лек ции	Лаб	КС Р		
1	Функции многих переменных. Предел, непрерывность	24	16	8	8	0	4	4
2	Дифференцирование функций многих переменных	24	16	8	8	0	4	4
3	Исследование функций многих переменных	24	14	6	6	2	6	4
4	Функциональные последовательности Функциональные ряды	22	14	6	6	2	4	4
5	Двойные интегралы	27,5	14	6	6	2	5,8	7,7
6	Тройные интегралы	22	14	6	8	0	4	4
7	Криволинейные интегралы	20	12	6	6	0	4	4
8	Поверхностные интегралы	16	8	4	4	0	4	4
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,5					
	Итого:	<b>180</b>	<b>108,5</b>	<b>50</b>	<b>52</b>	<b>6</b>	<b>35,8</b>	<b>35,7</b>

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Соответствие индикаторам компетенций
1.	Функции многих переменных. Предел, непрерывность	<p>Понятие евклидовой плоскости и евклидова пространства. Понятие функции 2-х и 3-х переменных, примеры. Понятие <math>m</math>-мерного координатного пространства и <math>m</math>-мерного евклидова пространства. Множества в них.</p> <p>Сходящиеся последовательности в <math>E^m</math>. Лемма о покоординатной сходимости. Фундаментальная последовательность в <math>E^m</math>. Критерий Коши.</p> <p>Ограниченная последовательность в <math>E^m</math>. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Предельная точка множества. Лемма.</p> <p>Понятие предела функции многих переменных (по Гейне, по Коши). Эквивалентность определений.</p> <p>Арифметические свойства пределов.</p> <p>Повторные пределы. Примеры. Понятие. Теорема о связи между двойными и повторными пределами.</p> <p>Определение функции многих переменных, непрерывной в точке. Примеры.</p> <p>Теорема о непрерывности сложной функций многих переменных.</p> <p>Теорема о сохранении знака непрерывной функции.</p> <p>Теорема о прохождении непрерывной функции многих переменных через промежуточные значения.</p> <p>I -я теорема Вейерштрасса.</p> <p>2-я теорема Вейерштрасса.</p>	ОПК-1.1
2.	Дифференцирование функций	<p>Частные производные. Понятие, примеры.</p> <p>Геометрический смысл. Понятие</p>	ОПК-1.1

	многих переменных	<p>дифференцируемости функции многих переменных. Лемма об эквивалентности 2-х определений. Связь между дифференцируемостью и существованием частных производных, между дифференцируемостью и непрерывностью. Геометрический смысл дифференцируемости ф.м.п. Достаточное условие дифференцируемости функции многих переменных в точке. Теорема о дифференцируемости сложной ф.м.п. Дифференциал ф.м.п. Определение, геометрический смысл. Инвариантность формы дифференциала 1-го порядка. Производная по направлению. Градиент. Частные производные высших порядков. Понятие. Достаточное условие равенства смешанных производных. Дифференциалы высших порядков ф.м.п. Неинвариантность их формы. Формула Тейлора для ф.м.п. Теорема о дифференцируемости функции одной переменной, заданной неявно</p>	
3.	Исследование функций многих переменных	<p>Понятие экстремума ф.м.п. Необходимое условие локального экстремума. Достаточное условие локального экстремума ф.м.п. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Система функций, заданных неявно. Вычисление их частных производных. Зависимость функций. Понятие. Достаточное условие независимости. Условный экстремум. Понятие, общий метод его поиска. Метод множителей Лагранжа.</p>	ОПК-1.1
4.	Функциональные последовательности Функциональные ряды	<p>Функциональная последовательность. Понятие, примеры. Поточечная и равномерная сходимости функциональной последовательности. Непрерывность предела равномерно сходящейся функциональной последовательности. Функциональный ряд и его сходимость. Равномерная сходимость функционального ряда. Признак Вейерштрасса. Теорема о непрерывности суммы равномерно сходящегося функционального ряда. Следствие. Теорема о почленном интегрировании функциональных рядов. Теорема о почленном дифференцировании функциональных рядов. Теорема Абеля, следствие. Радиус сходимости степенного ряда, его вычисление. Свойства степенных рядов. Ряд Тейлора. Понятие. Критерий сходимости ряда Тейлора. Достаточное условие сходимости ряда Тейлора на промежутке. Разложение элементарных функций в ряд Тейлора. Приложения рядов Тейлора.</p>	ОПК-1.1
5.	Двойные интегралы	<p>Задача определения объема цилиндрического бруса. Определение двойного интеграла. Суммы Дарбу для</p>	ОПК-1.1

		двойного интеграла, их свойства. Условие существования двойного интеграла. Основные свойства двойных интегралов. Приведение двойного интеграла к повторному для случая прямоугольной области. Приведение двойного интеграла к повторному для случая криволинейной области. Вычисление двойного интеграла в полярных координатах. Замена переменных в двойном интеграле. Приложения двойного интеграла.	
6.	Тройные интегралы	Задача нахождения массы тела. Определение тройного интеграла. Свойства тройного интеграла. Сведение тройного интеграла к повторному для случая прямоугольного параллелепипеда. Вычисление тройного интеграла по произвольному объёму. Вычисление тройного интеграла в цилиндрических координатах. Вычисление тройного интеграла в сферических координатах. Приложения тройного интеграла.	ОПК-1.1
7.	Криволинейные интегралы	Криволинейные интегралы 1-го рода. Сведение к определенному интегралу. Криволинейный интеграл 2-го рода. Существование и вычисление КИВР. Вычисление площадей при помощи КИВР. Условие независимости КИВР от пути интегрирования. Признак полного дифференциала и нахождение первообразной для случая прямоугольной области.	ОПК-1.1
8.	Поверхностные интегралы	Поверхностный интеграл 1-го рода. Понятие. Вычисление поверхностного интеграла. Расчетная формула. Вычисление площади поверхности. Сторона поверхности. Ориентация поверхности и пространства. Поверхностный интеграл второго рода для случаев явного и неявного задания поверхности. Вычисление Поверхностных интегралов 2-го рода	ОПК-1.1

Практические занятия, защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) – не предусмотрены.

### 2.3.2 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела/модуля	Наименование лабораторных работ		Соответствие индикаторам компетенций
1.	Функции многих переменных. Предел. Непрерывность	1	Область определения функций многих переменных. Линии и поверхности уровня	ОПК-1.1
		2	Повторные пределы. Предел функции многих переменных	
		3	Непрерывность функции многих переменных. Линии и поверхности разрыва	

2.	Дифференцирование функций многих переменных	4	Частные производные первого порядка Дифференциал функции многих переменных	ОПК-1.1
		5	Градиент. Производная по направлению	
		6	Дифференцирование сложных функций. Производные высших порядков	
		7	Дифференциалы высших порядков Дифференцирование функций, заданных неявно	
		8	Формула Тейлора	
3.	Исследование функций многих переменных	9	Безусловный экстремум функции многих переменных. Нахождение условных экстремумов	ОПК-1.1
		10	Контрольная работа	
4.	Функциональные последовательности. Функциональные ряды	1	Сходимость функциональных последовательностей. Равномерная сходимость функциональных последовательностей	ОПК-1.1
		1		
		12	Сходимость и абсолютная сходимость функционального ряда	
		13	Равномерная сходимость функционального ряда	
		14	Сходимость степенных рядов	
		15	Разложение функций в ряд Тейлора Операции над степенными рядами	
5.	Двойные интегралы	16	Двойной интеграл. Сведение к повторному интегралу	ОПК-1.1
		17		
		18	Вычисление двойных интегралов в полярных координатах Замена переменных в двойном интеграле	
		19	Приложения двойного интеграла	
6.	Тройные интегралы	20	Тройные интегралы. Сведение к повторному. Вычисление тройных интегралов в цилиндрических координатах	ОПК-1.1
		21	Вычисление тройного интеграла в сферических координатах	
7.	Криволинейные интегралы	22	Криволинейные интегралы первого рода	ОПК-1.1
		22		
		23	Криволинейные интегралы второго рода Формула Грина, вычисление площадей, нахождение первообразных	

8.	Поверхностные интегралы	2	Поверхностные интегралы 1-го рода Поверхностные интегралы 2-го рода	ОПК-1.1
4				
2 5		Контрольная работа		

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (КР) – не предусмотрены.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные УСФ, протокол №10 от 18.05.2023
2	Решение задач	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные УСФ, протокол №10 от 18.05.2023

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При обучении используются следующие образовательные технологии:

- Технология коммуникативного обучения – направлена на формирование коммуникативной компетентности студентов, которая является базовой, необходимой для адаптации к современным условиям межкультурной коммуникации.

- Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал. Создание и использование диагностических тестов является неотъемлемой частью данной технологии.

- Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.

- Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) - расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:

- Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.

- Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.

- Технология индивидуализации обучения – помогает реализовывать личностно-ориентированный подход, учитывая индивидуальные особенности и потребности учащихся.

- Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки, выделяя ту или иную предметную область.

- Технология обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач.

- Игровая технология – позволяет развивать навыки рассмотрения ряда возможных способов решения проблем, активизируя мышление студентов и раскрывая личностный потенциал каждого учащегося.

- Технология развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

- работа в малых группах (команде) - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности;

- проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;
- анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;
- развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	количество интерактивных часов
	ЛР	Практические занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – студент»	18
<b>Итого</b>			<b>18</b>

*Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента*

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 4. Оценочные и методические материалы

### 4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «название дисциплины».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме отчетов по лабораторным работам и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1.	Функции многих переменных. Предел, непрерывность	ОПК-1.1	<i>Контрольная работа</i>	<i>Вопросы к экзамену 1-11</i>
	Дифференцирование функций многих переменных	ОПК-1.1	<i>Типовые контрольные задания, решение кейса</i>	<i>Вопросы к экзамену 12-20</i>
	Исследование функций многих переменных	ОПК-1.1	<i>Индивидуальное задание</i>	<i>Вопросы к экзамену 21-26</i>
	Функциональные последовательности. Функциональные ряды	ОПК-1.1	<i>Тестирование</i>	<i>Вопросы к экзамену 27-36</i>
5.	Двойные интегралы	ОПК-1.1	<i>Контрольная работа</i>	<i>Вопросы к экзамену 37-51</i>

0	Тройные интегралы	ОПК-1.1	Типовые контрольные задания, решение кейса	Вопросы к экзамену 52-63
1	Криволинейные интегралы	ОПК-1.1	Контрольная работа	Вопросы к экзамену 64-71
2	Поверхностные интегралы	ОПК-1.1	Индивидуальное задание	Вопросы к экзамену 72-76

### Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Соответствие пороговому уровню освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **удовлетворительно /зачтено**):

**ОПК-1** *Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности*

ОПК-1.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при построении моделей в заданной предметной области

**Знать** Основные понятия математического анализа, базовые методы ИИ для автоматизации вычислений, принципы применения численных методов и машинного обучения в задачах оптимизации и анализа данных

**Уметь** Выбрать метод для решения конкретной задачи математического анализа, визуализировать результаты анализа с помощью Python

**Владеть** Фундаментальными знаниями математического анализа для использования их в профессиональной деятельности. Методами автоматической проверки решений с использованием ИИ

Соответствие базовому уровню освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **хорошо /зачтено**):

**ОПК-1** *Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности*

ОПК-1.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при построении моделей в заданной предметной области

**Знать** Основные определения и теоремы математического анализа. Базовые принципы работы ИИ инструментов для математических вычислений

**Уметь** Доказывать утверждения, специфичные для математического анализа, выбрать метод для решения конкретной задачи математического анализа

**Владеть** Навыками работы с библиотеками Python для базовых визуализаций, навыками использования ИИ для ускорения вычислений.

Соответствие **продвинутому уровню** освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **отлично /зачтено**):

**ОПК-1** *Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности*

**ОПК-1.1** Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при построении моделей в заданной предметной области

**Знать** Глубокие теоретические основы математического анализа, методы доказательства теорем.

**Уметь** Доказывать утверждения, специфичные для математического анализа, выбрать метод для решения конкретной задачи математического анализа. Строить и анализировать математические модели в естественных науках и инженерии. Проводить анализ решений. Применять математический анализ в ИИ или МО.

**Владеть** Способностью адаптировать теоретические знания к реальным инженерным или научным проблемам. Навыками анализировать задачи на сходимость, непрерывность. Навыками работы с математическими пакетами, техниками визуализации данных с использованием ИИ.

#### 4.1. Перечень примерных заданий для самостоятельной работы

Целью самостоятельной работы студента является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания, полученные во время лабораторных занятий.

##### 4.1.1. Образцы контрольных заданий по лабораторным занятиям

1. Будут ли шары  $B_1[(0, 1), 1]$  и  $B_2[(1, 5), 2]$  пересекаться в пространстве  $R^2$  с нормой  $\|\cdot\|_\infty$ ? А если рассмотреть норму  $\|\cdot\|_1$ ?
2. Для шара  $B[(1, 1), 1]$  и точки  $X = (3, 0)$  в пространстве  $R^2$  найти шары  $B_1[X, r_1]$  и  $B_2[X, r_2]$  такие, что  $B \cap B_1 = \emptyset$  и  $B \subset B_2$ .
3. Исследовать последовательность

$$X_m = \left\{ \frac{m+1}{2m+\sqrt{m}}, \ln\left(2 + \frac{1}{m}\right), \sin\left(\frac{\pi m}{2}\right) \right\}$$

на покоординатную сходимость и на сходимость в пространстве  $R^3$ .

4. Найти предел функции

$$f(x, y) = \frac{\arctg\left(\frac{1}{x^2}\right) + \exp(1+y)}{(1+2x) + (1-3y)}$$

при  $x \rightarrow 0, y \rightarrow 0$ .

5. Найти предел функции

$$f(x, y) = \frac{x^2 y^2}{x^2 + y^2}$$

при  $x \rightarrow 0, y \rightarrow 0$ .

6. Существует ли предел функции

$$f(x, y) = \frac{x + y}{2x + 3y}$$

при  $x \rightarrow 0, y \rightarrow 0$ ?

7. Найти частные производные первого и второго порядков функции

$$u = f\left(\frac{x}{y}, 2z\right).$$

8. Найти частные производные первого порядка функции

$$z = f(u, v) + u \cdot v,$$

если  $u = x + y^2, v = x \cdot y$ .

9. Найти частные производные первого порядка функции  $z(x, y)$ , заданной неявно уравнением

$$F\left(x \cdot z, \frac{y}{z}\right) = 0.$$

10. Выписать формулы Тейлора для функции  $f(x, y) = \frac{\cos(x)}{\cos(y)}$  в точке  $(0, 0)$  до членов второго порядка включительно.

11. Исследовать на экстремум функцию

$$z = xy(x + y + 3)$$

в точках  $(0, 0), (-1, -1), (-3, 0), (-1, 2)$ .

12. Исследовать на экстремум функцию

$$z = \alpha x + \beta y - x^2 - y^2.$$

если  $\alpha > 0, \beta > 0$ .

13. Исследовать на экстремум функцию

$$z = (2x^2 + y^2) \exp(-x^2 - y^2).$$

14. Исследовать на экстремум функцию

$$z = \frac{x}{2} + \frac{y}{3}$$

при условии  $x^2 + y^2 = 1$ .

15. Найти наибольшее и наименьшее значения функции

$$z = x^2 - y^2 + 4x + 2y - 1$$

в области, ограниченной прямыми  $x = -3, y = 2, -x + y = 1$ .

16. Используя линии уровня, найти наибольшее и наименьшее значения функции

$$z = x + y + 3$$

в области, ограниченной прямыми  $x = 0, y = 0, x - y = 1$ .

17. Используя линии уровня найти наибольшее и наименьшее значения функции

$$z = \max\{(x+2), (y+2)\}$$

в области, заданной неравенством  $x^2 + y^2 \leq 1$ .

18. Для интеграла  $\iint_D xy dx dy$ , где  $D = [0, 1] \times [0, 1]$ , вычислить суммы Дарбу, разбивая  $D$  на четыре равные части.

19. Какой знак имеет интеграл  $\iint_D \sqrt[3]{1-x^2-y^2} dx dy$ , где  $D = \{(x, y): x^2 + y^2 \leq 4\}$ ? Вывод проверить вычислением.

20. Для интеграла  $\iint_D f(x, y) dx dy$ , где  $D = \{(x, y): x^2 + y^2 \leq y\}$ , выписать повторные интегралы.

21. Поменять порядок интегрирования в интеграле

$$\int_0^1 dy \int_{-\sqrt{1-y^2}}^y f(x, y) dx$$

22. Поменять порядок интегрирования в интеграле

$$\int_1^4 dx \int_{(x-2)^2}^5 f(x, y) dx$$

23. Перейти к полярным координатам в интеграле

$$\int_{-1}^0 dx \int_{-1-x}^{\sqrt{1-x^2}} f(x, y) dx$$

24. Вычислить площадь области

$$D = \left\{ (x, y): 2y \leq x^2 + y^2 \leq 6y, y \geq \frac{\sqrt{3}}{3}|x| \right\}$$

25. Доказать, что

$$\iint_D x^3 y^2 dx dy = 0$$

где  $D = \{(x, y): x^2 + y^2 \leq 1\}$ .

26. Поменять порядок интегрирования в интеграле

$$\int_0^1 dx \int_0^{1-x} dy \int_0^{x+y} f(x, y, z) dz$$

27. Вычислить интеграл

$$\iiint_D \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} dx dy dz$$

где  $D = \{(x, y, z): x^2 + y^2 + z^2 \leq z\}$ .

28. Вычислить объем области

$$D = \{(x, y, z): 0 \leq z \leq x^2 + y^2, y \geq 0, y \leq 2x, y \leq 6-x\}$$

29. Вычислить интеграл  $\int_L y dl$ ,

где  $L = \{(x, y): x = t - \sin t, y = 1 - \cos t, 0 \leq t \leq 2\pi\}$ .

30. Вычислить интеграл  $\int_L (xy+1)dx + (y^2x+2)dy$ ,

если:

а)  $L$  – отрезок прямой от точки  $(-1, -1)$  до точки  $(-2, 3)$ ;

б)  $L$  – часть кривой  $x = \sqrt{y + y^2}$  от точки  $(0, 0)$  до точки  $(2, 1)$ .

31. Вычислить интеграл  $\int_{(1,-1)}^{(1,1)} (x-y)(dx-dy)$ .

32. Найти функцию  $z(x, y)$ , если

$$dz = (x^2 + 2xy - y^2)dx + (x^2 - 2xy - y^2)dy.$$

33. Вычислить интеграл  $\iint_S xy ds$ ,

где  $S$  – часть конуса  $z = \sqrt{x^2 + y^2}$ , вырезанного цилиндром  $x^2 + y^2 = y$ .

34. Вычислить интеграл  $\iint_S (z+y) dx dz$ ,

где  $S$  – внешняя сторона тетраэдра, ограниченного плоскостями  $x=0$ ,  $y=0$ ,  $z=0$ ,  $x+y+z=1$ .

#### 4.1.2. Образцы вопросов к коллоквиуму

1. Понятие  $m$ -мерного координатного пространства и  $m$ -мерного евклидова пространства. Множества в них.
2. Сходящиеся последовательности в  $E^m$ . Лемма о покоординатной сходимости.
3. Фундаментальная последовательность в  $E^m$ . Критерий Коши.
4. Ограниченная последовательность в  $E^m$ .
5. Теорема Больцано-Вейерштрасса.
6. Предельная точка множества. Лемма.
7. Понятие предела функции многих переменных (по Гейне, по Коши). Эквивалентность определений. Арифметические свойства пределов.
8. Повторные пределы. Примеры. Понятие. Теорема о связи между двойными и повторными пределами.
9. Определение функции многих переменных, непрерывной в точке. Примеры.
10. Теорема о непрерывности сложной функций многих переменных.
11. Теорема о сохранении знака непрерывной функции.
12. Теорема о прохождении непрерывной функции многих переменных через промежуточные значения.
13. 1-я теорема Вейерштрасса.
14. 2-я теорема Вейерштрасса.
15. Частные производные. Понятие, примеры. Геометрический смысл.
16. Понятие дифференцируемости функции многих переменных. Лемма об эквивалентности 2-х определений.
17. Связь между дифференцируемостью и существованием частных производных, между дифференцируемостью и непрерывностью.
18. Геометрический смысл дифференцируемости ф.м.п.
19. Достаточное условие дифференцируемости функции многих переменных в точке.
20. Теорема о дифференцируемости сложной ф.м.п.
21. Дифференциал ф.м.п. Определение, геометрический смысл.
22. Инвариантность формы дифференциала 1-го порядка.
23. Производная по направлению. Градиент.
24. Частные производные высших порядков. Понятие. Достаточное условие равенства смешанных производных.
25. Дифференциалы высших порядков ф.м.п. Неинвариантность их формы.
26. Формула Тейлора для ф.м.п.
27. Понятие экстремума ф.м.п. Необходимое условие локального экстремума.
28. Достаточное условие локального экстремума ф.м.п.

29. Теорема о дифференцируемости функции одной переменной, заданной неявно.
30. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.
31. Система функций, заданных неявно. Вычисление их частных производных.
32. Зависимость функций. Понятие. Достаточное условие независимости.
33. Условный экстремум. Понятие, общий метод его поиска.
34. Метод множителей Лагранжа.

#### 4.1.3. Перечень вопросов, которые выносятся на экзамен

1. Понятие евклидовой плоскости и евклидова пространства. Некоторые множества в  $E_2$  и  $E_3$ .
2. Понятие функции 2-х и 3-х переменных. Линии и поверхности уровня. Примеры.
3. Понятие  $m$ -мерного координатного пространства и  $m$ -мерного евклидова пространства. Множества в них.
4. Сходящиеся последовательности в  $E^m$ . Лемма о покоординатной сходимости.
5. Фундаментальная последовательность в  $E^m$ . Критерий Коши.
6. Ограниченная последовательность в  $E^m$ .
7. Теорема Больцано-Вейерштрасса.
8. Предельная точка множества. Лемма.
9. Понятие предела функции многих переменных (по Гейне, по Коши). Эквивалентность определений. Арифметические свойства пределов.
10. Повторные пределы. Примеры. Понятие. Теорема о связи между двойными и повторными пределами.
11. Определение функции многих переменных, непрерывной в точке. Примеры.
12. Теорема о непрерывности сложной функций многих переменных.
13. Теорема о сохранении знака непрерывной функции.
14. Теорема о прохождении непрерывной функции многих переменных через промежуточные значения.
15. 1-я теорема Вейерштрасса.
16. 2-я теорема Вейерштрасса.
17. Частные производные. Понятие, примеры. Геометрический смысл.
18. Понятие дифференцируемости функции многих переменных. Лемма об эквивалентности 2-х определений.
19. Связь между дифференцируемостью и существованием частных производных, между дифференцируемостью и непрерывностью.
20. Геометрический смысл дифференцируемости ф.м.п.
21. Достаточное условие дифференцируемости функции многих переменных в точке.
22. Теорема о дифференцируемости сложной ф.м.п.
23. Дифференциал ф.м.п. Определение, геометрический смысл.
24. Инвариантность формы дифференциала 1-го порядка.
25. Производная по направлению. Градиент.
26. Частные производные высших порядков. Понятие. Достаточное условие равенства смешанных производных.
27. Дифференциалы высших порядков ф.м.п. Неинвариантность их формы.
28. Формула Тейлора для ф.м.п.
29. Понятие экстремума ф.м.п. Необходимое условие локального экстремума.
30. Достаточное условие локального экстремума ф.м.п.
31. Теорема о дифференцируемости функции одной переменной, заданной неявно.
32. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.
33. Система функций, заданных неявно. Вычисление их частных производных.
34. Зависимость функций. Понятие. Достаточное условие независимости.
35. Условный экстремум. Понятие, общий метод его поиска.

36. Метод множителей Лагранжа.
37. Функциональная последовательность. Понятие, примеры. Поточечная и равномерная сходимости функциональной последовательности.
38. Непрерывность предела равномерно сходящейся функциональной последовательности.
39. Функциональный ряд и его сходимость.
40. Равномерная сходимость функционального ряда. Признак Вейерштрасса.
41. Теорема о непрерывности суммы равномерно сходящегося функционального ряда. Следствие.
42. Теорема о почленном интегрировании функциональных рядов.
43. Теорема о почленном дифференцировании функциональных рядов.
44. Теорема Абеля, следствие.
45. Радиус сходимости степенного ряда, его вычисление.
46. Свойства степенных рядов.
47. Ряд Тейлора. Понятие. Критерий сходимости. Достаточное условие сходимости на промежутке. Необходимое условие сходимости.
48. Разложение элементарных функций в ряд Тейлора.
49. Приложения рядов Тейлора.
50. Задача определения объема цилиндрического бруса. Определение двойного интеграла.
51. Суммы Дарбу для двойного интеграла, их свойства. Условие существования двойного интеграла.
52. Основные свойства двойных интегралов.
53. Приведение двойного интеграла к повторному для случая прямоугольной области.
54. Приведение двойного интеграла к повторному для случая криволинейной области.
55. Вычисление двойного интеграла в полярных координатах.
56. Замена переменных в двойном интеграле.
57. Приложения двойного интеграла.
58. Задача нахождения массы тела. Определение тройного интеграла.
59. Свойства тройного интеграла.
60. Сведение тройного интеграла к повторному для случая прямоугольного параллелепипеда.
61. Вычисление тройного интеграла по произвольному объёму.
62. Вычисление тройного интеграла в цилиндрических координатах.
63. Вычисление тройного интеграла в сферических координатах.
64. Приложения тройного интеграла.
65. Криволинейный интеграл 1-го рода.
66. Сведение криволинейного интеграла 1-го рода к определенному интегралу.
67. Криволинейный интеграл 2-го рода.
68. Существование и вычисление криволинейного интеграла 2-го рода.
69. Формула Грина. Вычисление площадей при помощи криволинейного интеграла 2-го рода.
70. Условие независимости криволинейного интеграла второго рода от пути интегрирования.
71. Признак полного дифференциала и нахождение первообразной для случая прямоугольной области.
72. Поверхностный интеграл первого рода. Понятие.
73. Вычисление поверхностного интеграла 1-го рода. Расчетная формула.
74. Вычисление площадей поверхностей.
75. Сторона поверхности. Ориентация поверхности и пространства.
76. Поверхностный интеграл второго рода.

## 4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

### Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на экзамене:

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО «КубГУ».

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине является экзамен. Студенты обязаны сдать экзамен в соответствии с расписанием и учебным планом.

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов к экзамену и результатов текущего контроля.

Экзамен по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения экзамена: устно.

Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины.

Результат сдачи экзамена заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Оценивание уровня освоения дисциплины основывается на качестве выполнения студентом заданий текущего контроля и ответов на вопросы экзамена.

### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

### Критерии оценивания по зачету:

*«зачтено»:* студент владеет теоретическими знаниями по данной дисциплине, знает основные понятия и методы, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять материал, иллюстрируя его практическими примерами.

*«не зачтено»:* материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры по дисциплине, довольно ограниченный объем знаний программного материала.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **4.3. Методические указания по организации вычислительной инфраструктуры**

#### **Условия применения:**

- Курс рассчитан на студентов 1-го года обучения (1,2 семестр).
- Наличие доступа к вычислительным ресурсам (GitLab, Yandex DataSphere, среда Matlab).
- Разработаны лабораторные работы;
- Инфраструктура для приёма задач (gitlab, CI/CD) согласована с лабораторными работами.

#### **Цели, задачи и ожидаемые результаты**

##### **Цели организации вычислительной инфраструктуры:**

- дать начальное представление о работе в IT инфраструктуре (приучить пользоваться гитом, jupyter-ноутбуками).

##### **Задачи преподавателя:**

- Организация регистрации студентов в Google Colab и Yandex DataSphere
- Создание учетных записей студентов в gitlab вуза;
- GitLab Runner;
- Работа над шаблонным репозиторием лабораторных работ;
- Написание инструкции для студентов.

Ожидаемые результаты студентов:

- начальное представление о работе в IT инфраструктуре.

#### **Порядок реализации**

Задача №1: Организация регистрации студентов в Google Colab и Yandex DataSphere

Задача №2: Создание учетных записей студентов в gitlab вуза

Задача №3: GitLab Runner.

Для выполнения CI/CD пайплайна был настроен GitLab Runner на удалённой виртуальной машине с ОС Ubuntu 24.04.

Последовательность настройки включала следующие шаги:

- Настройка системы – установка необходимых компонентов, таких, как Docker.
- Установка GitLab Runner по официальной инструкции.
- Регистрация Runner для частного сервера GitLab.

Задача №4: Работа над шаблонным репозиторием лабораторных работ

Этот репозиторий служит основой для всех новых лабораторных заданий и содержит преднастроенную структуру проекта и CI-конфигурации.

Ключевые файлы и их назначение:

.gitlab-ci.yml — основной конфигурационный файл CI/CD. Определяет среду выполнения (образ Docker), команды для сборки.

Dockerfile – файл для запуска докер-образа.

Задача №5: Написание инструкции для студентов

README.md – инструкции к использованию шаблонного репозитория.

Вся структура максимально адаптирована для копирования студентами и минимизации порога входа при выполнении лабораторных работ

#### **4.5. Методические указания по организации проектной деятельности**

##### **Условия применения:**

- Курс рассчитан на студентов 1-го года обучения,
- Общее время на проект – не более 16 часов на каждого студента.
- Имеется доступ к кейсам индустриальных партнеров; есть возможность адаптации кейсов для студентов первого курса.

##### **Цели, задачи и ожидаемые результаты**

Цели организации вычислительной инфраструктуры:

- дать начальное представление о реальных задачах, решаемых с помощью математического анализа и возникающих проблемах.

Задачи преподавателя:

- сбор кейсов индустриальных партнеров;
- сбор кейсов преподавателей практиков и лабораторий в вузе;
- формирование ТЗ на проект на основе кейсов;
- разработка системы учёта результатов проекта в итоговой экзаменационной оценке

Ожидаемые результаты студентов:

- начальное представление о реальных задачах, решаемых с помощью математического анализа и возникающих проблемах, готовое решение с обоснованием выбора метода, презентация результатов.

##### **Порядок реализации:**

## 1. Пример проекта:

**Тема: Оптимизация уклонов кровли через анализ производных.**

**Задание:**

- Разработать алгоритм поиска оптимального угла наклона кровли путем вычисления производной функции суммарных затрат и нахождения точек минимума.
- **Критерии оценки:**
- Эффективность решения.
- Качество кода и отчетности.

**Порядок проверки корректности:**

Чек-лист:

- Набор кейсов индустриальных партнеров – 3 шт
  - Наличие репозитория с кодом.
- Защита проекта (презентация, ответы на вопросы).

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Основная литература:

1. Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров : в 3 т. Т. 1 / Л. Д. Кудрявцев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2024. - 703 с. - <https://urait.ru/book/kurs-matematicheskogo-analiza-v-3-t-tom-2-v-2-knigah-kniga-1-537699>
  3. Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров : в 3 т. Т. 2, кн. 2 / Л. Д. Кудрявцев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2024. - 323 с. - <https://biblio-online.ru/book/085ABC9E-507F-4FC7-BCD7-661681AA3382>.
  4. Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров : в 3 т. Т. 2, кн. 1 / Л. Д. Кудрявцев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2024. - 396 с. <https://urait.ru/book/kurs-matematicheskogo-analiza-v-3-t-tom-1-509733>
- Кудрявцев, Лев Дмитриевич. Курс математического анализа : учебник для бакалавров : учебник для студентов вузов, обучающихся по естественнонаучным и техническим направлениям и специальностям. Т. 2 / Кудрявцев, Лев Дмитриевич ; Л. Д. Кудрявцев ; Моск. физико-техн. ин-т (Гос. ун-т). - 6-е изд. - Москва : Юрайт, 2019. - 720 с. - (Бакалавр. Базовый курс). - ISBN 9785991618939. 50 шт.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

### Дополнительная литература:

1. Сборник задач по математическому анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие. Т. 1 : Предел. Непрерывность. Дифференцируемость / Л. Д. Кудрявцев [и др.]. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 496 с. - [https://e.lanbook.com/book/2226#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/2226#book_name).
2. Сборник задач по математическому анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие. Том 2 : Интегралы. Ряды / Л.Д. Кудрявцев [и др.]. - Москва : Физматлит, 2009. - 504 с. - [https://e.lanbook.com/book/2227#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/2227#book_name).
3. Сборник задач по математическому анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие. Том 3 : Функции нескольких переменных / Л.Д. Кудрявцев [и др.]. - Москва : Физматлит, 2003. - 472 с. - [https://e.lanbook.com/book/2220#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/2220#book_name).

4. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления [Электронный ресурс] : учебник : в 3 т. Т. 1 / Фихтенгольц Г. М. - СПб. : Лань, 2018. - 608 с. - <https://e.lanbook.com/book/100938#authors>.
5. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления [Электронный ресурс] : учебник : в 3 т. Т. 2 / Фихтенгольц Г. М. - СПб. : Лань, 2018. - 800 с. - <https://e.lanbook.com/book/104963#authors>.
6. Калайдина, Галина Вениаминовна (КубГУ). Математический анализ. Пределы. Непрерывность: учебное пособие / Г. В. Калайдина, Н. М. Сеидова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2018. - 114 с. : ил. - Библиогр.: с. 113. - ISBN 978-5-8209-1495-9 :70 шт.
7. Kirillova, E.; Kovalenko, A.; Urtenov, M. Study of the current–voltage characteristics of membrane systems using neural networks. AppliedMath 2025, 5, 10. <https://doi.org/10.3390/appliedmath5010010>,
8. Anand Subramoney, et al. Efficient recurrent architectures through activity sparsity and sparse back-propagation through time / Published as a conference paper at ICLR 2023, Конференции А\* <https://openreview.net/forum?id=EIUrNM9U8c#discussion>

## 5.2. Периодические издания:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

## 5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

*Электронно-библиотечные системы (ЭБС):*

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

*Профессиональные базы данных:*

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ)) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>

16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>

17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>

18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

*Информационные справочные системы:*

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

*Ресурсы свободного доступа:*

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>

2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>

3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);

4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;

5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;

6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;

7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>.

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);

9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;

10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;

11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;

12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;

13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.uceba.com/>;

14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety)

*Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:*

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>

2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>

3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;

4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной теоретический материал, лабораторных занятий, позволяющих студентам в полной мере ознакомиться с понятиями дисциплины и освоиться в решении практических задач. Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа. Целью самостоятельной работы бакалавра является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Выбатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания, полученные во время лабораторных занятий. Самостоятельная работа студентов в ходе изучения дисциплины состоит в выполнении индивидуальных заданий (отчет в электронной форме), подготовки теоретического материала к лабораторным занятиям, на основе конспектов лекций и учебной литературы, согласно календарному плану и подготовки теоретического материала к тестовому опросу, зачету и экзамену, согласно вопросам к экзамену.

Указания по оформлению работ:

- работа на лабораторных занятиях выполняется за компьютером в компьютерном классе;
- оформление индивидуальных заданий (отчетов) желательно в виде файлов в формате word.

Итогом самостоятельной работы студента является отчет, в котором на оригинальной таблице исходных данных студент самостоятельно проводит анализ данных всеми изученными в рамках курса методами и, представляет его на проверку в электронном виде.

Проверка индивидуальных заданий по темам, разобранным на лабораторных занятиях, осуществляется через неделю на текущем лабораторном занятии, либо в течение недели после этого занятия на консультации.

Для разъяснения непонятных вопросов лектором и ассистентом еженедельно проводятся консультации, о времени которых группы извещаются заранее.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Подход, определяющий установление соответствия кейсов ИП и УГТ (5-7), позволяет четко соотносить этапы развития технологии с вовлеченностью партнера и снижать риски при переходе от лабораторных испытаний к промышленному внедрению.

### **Примеры кейсов от индустриального партнера**

#### **Кейс.№1. Предельный анализ несущей способности конструкций с помощью нейронных сетей**

##### **Описание:**

Определение максимальной нагрузки, которую может выдержать строительная конструкция, является критически важной задачей. При увеличении нагрузки система приближается к предельному состоянию, после которого происходит разрушение. Необходимо создать простую модель для прогнозирования этого предела.

##### **Цель:**

Построить нейронную сеть, которая на основе геометрических параметров балки и свойств материала предсказывает предельную нагрузку с анализом поведения функции при стремлении к критическим значениям.

##### **Ожидаемый**

Модель предсказания предельных состояний с визуализацией приближения к границам безопасной эксплуатации конструкций.

##### **результат:**

#### **Кейс.№2 Оптимизация гиперпараметров нейронной сети с использованием методов оптимизации, основанных на производных и поиске экстремумов**

Описание: гиперпараметры нейронной сети (скорость обучения, коэффициенты регуляризации) существенно влияют на качество модели. Ручной подбор требует больших вычислительных ресурсов. Автоматическая оптимизация гиперпараметров с использованием градиентных методов (основанных на производных) может ускорить процесс.

##### **Цель:**

Реализовать алгоритм оптимизации гиперпараметров на основе градиентной информации (например, методом наискорейшего спуска) для нейронной сети, обученной на наборе данных MNIST.

Математический инструментарий:

- Производные (градиент по гиперпараметрам)
- Пределы (сходимость алгоритма оптимизации)
- Последовательности (последовательность значений гиперпараметров и функции потерь)

**Ожидаемый результат:**

интерактивный скрипт на Python, который обучает простую нейронную сеть на MNIST, оптимизирует скорость обучения ( $\alpha$ ) и коэффициент L2-регуляризации ( $\lambda$ ) с помощью градиентного спуска, визуализирует процесс оптимизации (изменение гиперпараметров и функции потерь).

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены дополнительные индивидуальные консультации, на которых преподаватель подробно разъясняет сложные аспекты дисциплины, помогает адаптировать практические задания и обеспечивает специальные условия для освоения методов работы с системами искусственного интеллекта. Индивидуальный подход позволяет таким студентам полноценно участвовать в учебном процессе и достигать требуемых результатов обучения.

## **7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса**

### **7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий**

1. Облачные платформы и сервисы  
cloud.ru, YandexCloud, AWS/GCP/Azure – облачные вычисления
2. Системы управления версиями и коллаборации  
Git/GitHub/GitLab – контроль версий кода и совместная разработка
3. Система управления обучением Moodle – сдача работ
4. Проверка индивидуальных заданий и консультирование посредством электронной почты.
5. Использование электронных презентаций при проведении лекционных и лабораторных занятий.
6. Использование математических пакетов при выполнении индивидуальных заданий.
7. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» <http://www.consultant.ru>
8. Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>
10. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
11. База данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН <http://www2.viniti.ru/>
12. Базы данных и аналитические публикации «Университетская информационная система РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru/>
13. Полная математическая база данных zbMATH <https://zbmath.org/>
14. [www.statlab.kubsu.ru](http://www.statlab.kubsu.ru)
15. <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>
16. <http://statsoft.ru/solutions/>

### **7.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированное офисное приложение MS Office.
3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.
4. Языки программирования: Python
5. Google Colab – облачная среда для выполнения кода на Python с GPU/TPU

## 8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Виртуальные машины, кластер Managed Kubernetes и ресурсы GPU в облаке предоставляется индустриальным партнером ПАО «Сбербанк»:

№	Продукт	Параметры продукта	Кол-во	Кол-во конфигураций	Ед. изм.
1	Виртуальная машина	Виртуальная машина 10% vCPU 2 vCPU 4 RAM	1	60	Шт
		ОС Ubuntu 22.04	1		Шт
		Системный диск SSD	1		Шт
			10		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
2	Виртуальная машина с GPU	Виртуальная машина с GPU NVIDIA® Tesla® V100 2 GPU 8 vCPU 128 ГБ RAM	1	1	Шт
		ОС Ubuntu_24.04	1		Шт
		Системный диск SSD	1		Шт
			2000		Гб
		Диск SSD	1		Шт
			4096		Гб
		Диск SSD	1		Шт
	4096	Гб			
3	K8S	Аренда публичного IP	1	1	Шт
		Master node 8 vCPU 16 RAM	1		Шт
		Worker node 10% доля 4 vCPU 32 RAM	5		Шт
		Worker node SSD-NVME	64		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
4	ML Inference Instance Type GPU	Время работы в месяц	40	1	Ч
		Инстанс 8 x NVIDIA® H100 NVLink PCIe 160 vCPU 1520 GB RAM	1		Шт
		Количество запросов к ML-моделям	1		Млн. Шт
		Кэш ML-моделей	160		Гб
5	LLM	Токены GigaChat 2 Max	50		Млн. Шт
		Токены Embeddings	400		Млн. Шт

Дополнительные облачные ресурсы предоставляются технологическим партнером Yandex Cloud.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО), доска Ауд. 129, 131, 301б, 305, 307
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная техническими средствами обучения – компьютерами с соответствующим программным обеспечением, маркерная доска. Ауд. 101, 106, 106а
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная маркерной доской и оснащенная компьютером. Ауд. 129
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная маркерной доской и оснащенная компьютером. Ауд. 129
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. 102-А и читальный зал

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.