

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.0.04 «Математический анализ»

Направление подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль) Современные методы машинного обучения и компьютерного зрения

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины «Математический анализ» 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**

**1.1 Целью** освоения учебной дисциплины «Математический анализ» является формирование у студентов систематических знаний в области математического анализа, его месте и роли в системе математических наук и приложениях в естественных науках, что позволит развить профессиональные компетентности способности понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат. Освоить методы ИИ для автоматизации вычислений, визуализации и углубленного анализа.

**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 учебной дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина «Математический анализ» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Для изучения дисциплины студент должен владеть знаниями, умениями и навыками по школьной программе дисциплины Математика.

Знания, получаемые при изучении дисциплины «Математический анализ» используются при изучении всех профессиональных 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 (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**  
Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих 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	<p>Знает фундаментальные понятия математического анализа с акцентом на их интерпретацию в предметной области.</p> <p>Умеет формализовывать задачи предметной области на языке математического анализа; анализировать поведение функций потерь, линеаризовывать нелинейные функции, интерпретировать результаты вычислений</p>
<b>ОПК-1.2</b> Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при выборе методов решения задач профессиональной деятельности	<p>Владеет навыками применения методов многомерного анализа в заданной предметной области, методикой построения и анализа простейших непрерывных моделей в СВ; навыками перевода дискретных задач предметной области в непрерывную постановку для применения аналитического аппарата.</p> <p>Знает классификацию и особенности методов математического анализа (преимущества и недостатки различных методов оптимизации), критерии выбора математического метода в зависимости от свойств задачи профессиональной деятельности</p> <p>Умеет проводить анализ поставленной задачи профессиональной деятельности, сравнивать различные подходы к решению, оценивать корректность применения выбранного метода</p> <p>Владеет навыками сравнительного анализа методов математического анализа применительно к типовым задачам профессиональной деятельности, критериями выбора математического аппарата; навыками оценки вычислительной эффективности выбранных методов на основе их математических свойств</p>

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 13 зач. ед. (468 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице 1.

Таблица 1.

Вид работы	Трудоемкость, часов		
	1 семестр	2 семестр	Всего
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>124,5</b>	<b>124,5</b>	<b>249</b>
<b>Аудиторная работа:</b>	<b>118</b>	<b>118</b>	<b>236</b>
<i>Лекции (Л)</i>	50	50	100
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	0	0	0

<b>Лабораторные работы (ЛР)</b>	68	68	136
<b>Иная контактная работа:</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	6	6	12
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,5	1
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>19,8</b>	<b>19,8</b>	<b>39,6</b>
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	0	0	0
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	9,8	9,8	19,6
Выполнение индивидуальных заданий	5	5	10
Реферат	0	0	0
Подготовка к текущему контролю	5	5	10
<b>Контроль:</b>			
Подготовка и сдача экзамена <sup>1</sup>	35,7	35,7	71,4
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>124,5</b>	<b>124,5</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Вид итогового контроля</b>		<b>зачет, экзамен</b>	<b>зачет, экзамен</b>
			<b>зачет, экзамен</b>

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Таблица 2. Разделы дисциплины, изучаемые в 1 семестре.

<b>№ n/ n</b>	<b>Наименование раздела, темы</b>	<b>Всего трудоем- кость</b>	<b>Аудиторные занятия</b>				<b>СР</b>	<b>К</b>
			<b>Всего</b>	<b>Лек- ции</b>	<b>Лаб</b>	<b>КСР</b>		
<b>1</b>	Введение в анализ	28	20	8	12	0	4	4
<b>2</b>	Предел числовой последовательности	34	22	8	14		4	8
<b>3</b>	Предел функции	42	26	10	14	2	6	8
<b>4</b>	Непрерывность функции	38	28	12	14	2	2	8
<b>5</b>	Дифференцируемость функции	37,5	26	12	14	2	3,8	7,7
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,5					
	<b>Итого:</b>	<b>180</b>	<b>124,5</b>	<b>50</b>	<b>68</b>	<b>6</b>	<b>19,8</b>	<b>35,7</b>

Таблица 3. Разделы дисциплины, изучаемые во 2 семестре.

<b>№ n/n</b>	<b>Наименование раздела, темы</b>	<b>Всего трудоем- кость</b>	<b>Аудиторные занятия</b>				<b>СР</b>	<b>К</b>
			<b>Всего</b>	<b>Лек- ции</b>	<b>Лаб</b>	<b>КСР</b>		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	Исследование функций	30	22	8	12	2	4	4
<b>7</b>	Неопределенный интеграл	40	30	12	16	2	4	8
<b>8</b>	Определенный интеграл	40	28	12	14	0	4	8
<b>9</b>	Несобственные интегралы	30	18	8	10		4	8
<b>10</b>	Числовые ряды	39,5	28	10	16	2	3,8	7,7

<sup>1</sup> При наличии экзамена по дисциплине

	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,5					
	Итого:	<b>180</b>	<b>124,5</b>	<b>50</b>	<b>68</b>	<b>6</b>	<b>19,8</b>	<b>35,7</b>

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

Разделы дисциплины, изучаемые в 1 (табл.4) и 2 (табл. 5) семестрах

Таблица 4. Разделы дисциплины, изучаемые в 1 семестре.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Соответствие индикаторам компетенций
1.	Введение в анализ	Предмет и метод математического анализа. Логические операции и символы. Множества. Операции над множествами. Аксиоматика действительных чисел. Множества на числовой прямой. Окрестности. Модуль. Сигнум. Границы числовых множеств. Существование точных границ. Графики элементарных функций. Действия над графиками. Графики сложных функций. Обратные функции	ОПК-1.1
2.	Предел числовой последовательности.	Понятие предела последовательности. Его свойства. Бесконечно малые и бесконечно большие. Арифметические операции над последовательностями, имеющими предел. Односторонние пределы Предел монотонной последовательности. Число е. Лемма о вложенных промежутках. Подпоследовательности. Лемма Больцано-Вейерштрасса. Критерий Коши сходимости последовательности. Верхний и нижний пределы последовательности.	ОПК-1.1, ОПК-1.2
3.	Предел функции	Отображения и числовые функции. Элементарные функции. Предел функции по Гейне и по Коши. Их эквивалентность. Предел функции на бесконечности. Односторонние пределы. Неопределенности. Первый и второй замечательные пределы. Следствия из них. Предел и монотонность. Верхний и нижний пределы функции. Критерий Коши. О-символика. Эквивалентные функции. Асимптотические формулы.	ОПК-1.1, ОПК-1.2
4.	Непрерывность функции.	Непрерывность функции в точке. Свойства непрерывных функций. Непрерывность элементарных функций. Свойства функций, непрерывных на отрезке. 1-я и 2-я теоремы Больцано-Коши. 1-я и 2-я теоремы Вейерштрасса. Равномерная непрерывность функции. Теорема Кантора. Точки разрыва.	ОПК-1.1, ОПК-1.2
5.	Дифференцируемость функции	Понятие дифференцируемой функции. Дифференциал. Производная. Геометрический смысл производной. Физический смысл производной. Геометрический смысл дифференциала. Производные основных элементарных функций. Производная сложной	ОПК-1.1, ОПК-1.2

	функции и функции, заданной параметрически. Дифференцируемость суммы, произведения, частного, обратной функции. Инвариантность формы 1-го дифференциала. Применение дифференциала в приближенных вычислениях. Основные теоремы дифференциального исчисления и следствия из них. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница. Формула Тейлора. Различные формы остаточного члена. Разложения элементарных функций по формуле Тейлора. Приближенные вычисления и нахождение пределов при помощи формулы Тейлора. Приложения математического анализа в ИИ	
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Таблица 5. Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
6.	Исследование функций	Правило Лопиталя. Условие монотонности дифференцируемой функции. Экстремум. Необходимые условия экстремума. Достаточные условия экстремума. Использование высших производных при исследовании функции на экстремум. Наибольшее и наименьшее значение функции на отрезке. Выпуклость вверх и вниз. Точки перегиба. Асимптоты. Общая схема исследования функции и построения ее графика.	ОПК-1.1
7.	Неопределенный интеграл	Понятие неопределенного интеграла. Таблица основных неопределенных интегралов. Простейшие методы интегрирования. Метод подстановки. Метод интегрирования по частям. Примеры. Рекуррентные формулы. Интегрирование рациональных функций. Примеры. Интегрирование простейших иррациональностей. Подстановки Эйлера. Подстановки Чебышева. Интегрирование тригонометрических и гиперболических функций.	ОПК-1.1, ОПК-1.2
8.	Определенный интеграл	Понятие определенного интеграла Римана. Критерии интегрируемости. Некоторые классы интегрируемых функций. Свойства определенного интеграла. Формула Ньютона-Лейбница. Интегрирование по частям в определенном интеграле. Спряженяемые и гладкие кривые. Длина дуги плоской кривой. Квадрируемая фигура. Площадь квадрируемой плоской фигуры. Площадь криволинейной трапеции и криволинейного сектора. Понятие кубирируемости и объема. Кубирируемость некоторых классов тел, вычисление их объемов. Площадь поверхности вращения, ее вычисление. Физические приложения определенных интегралов.	ОПК-1.1, ОПК-1.2

		Приближенные вычисления определенных интегралов.	
9.	Несобственные интегралы	Понятие несобственных интегралов 1-го и 2-го рода. Формулы интегрального исчисления для несобственных интегралов. Несобственные интегралы от неотрицательных функций. Критерий Коши. Абсолютная сходимость несобственных интегралов .Исследование сходимости несобственных интегралов. Главное значение по Коши несобственных интегралов.	ОПК-1.1, ОПК-1.2
10.	Числовые ряды	Понятие числового ряда и его сходимости. Критерий Коши. Свойства сходящихся рядов. Ряды с неотрицательными членами. Признаки сравнения. Признаки Даламбера и Коши. Интегральный признак. Знакопеременные ряды. Признак Лейбница. Абсолютно сходящиеся ряды. Признаки Абеля и Дирихле. Теорема Римана. Суммируемость числовых рядов. Понятие о бесконечном произведении.	ОПК-1.1, ОПК-1.2

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач, решение кейсов (РК)

### **2.3.2 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия – не предусмотрены

### **2.3.3 Лабораторные занятия**

Таблица 6. Разделы дисциплины, изучаемые в 1 семестре.

№	Наименование раздела/модуля	Содержание раздела/модуля	Соответствие индикаторам компетенций
			1 2 3 4
1	Введение в анализ	<p>Тема 1. Метод математической индукции</p> <p>Тема 2. Модуль числа, сигнум. Целая и дробная часть числа. Графики.</p> <p>Тема 3. Область определения, область значений функции. Нижняя и верхняя грани. Четность, нечетность функции, периодичность.</p> <p>Тема 4. Элементарные операции над графиками функций</p> <p>Тема 5. Монотонность функций. Графики сложных функций</p> <p>Тема 6. Периодические функции. Графики сложных функций</p> <p>Тема 7. Сложение графиков. Умножение графиков</p> <p>Тема 8. Обратная функция. Обратимость функций. Графики обратных функций</p> <p>Тема 91. Графики функций в полярных координатах</p> <p>Тема 10. Контрольная работа по пройденной теме</p>	ОПК-1.1
2	Предел числовой последовательности.	<p>Тема 1. Ограниченные и неограниченные последовательности. Монотонные последовательности</p> <p>Тема 2. Предел последовательности. Расходящиеся последовательности</p> <p>Тема 3. Предельный переход в неравенствах. Эталонные пределы последовательностей</p> <p>Тема 4. Сходимость монотонных ограниченных последовательностей. Критерий Коши сходимости фундаментальной последовательности</p> <p>Тема 5. Подпоследовательности.</p>	ОПК-1.1, ОПК-1.2

		Тема 6. Сходимость рекуррентно заданных последовательностей. Тема 7. Контрольная работа по пройденной теме	
1	2	3	4
3	Предел функции	<p>Тема 1. Предел функции в точке. Односторонние пределы функции, пределы на бесконечности.</p> <p>Тема 2. Пределы рациональных функций.</p> <p>Тема 3. Пределы иррациональных функций</p> <p>Тема 4. Первый замечательный предел. Пределы тригонометрических выражений</p> <p>Тема 5. Второй замечательный предел. Следствия из него. Предел показательно-степенных выражений</p> <p>Тема 6. О-символика. Использование асимптотических формул при вычислении предела функции</p> <p>Тема 7. Частичные пределы функции.</p> <p>Тема 8. Контрольная работа по пройденной теме</p>	ОПК-1.1, ОПК-1.2
4	Непрерывность функции.	<p>Тема 1. Непрерывность функции в точке</p> <p>Тема 2. Непрерывность функции на множестве. Непрерывность элементарных функций</p> <p>Тема 3. Точки разрыва, их классификация</p> <p>Тема 4. Исследование непрерывности функций и построение графиков</p> <p>Тема 5. Исследование непрерывности сложных функций</p> <p>Тема 6. Равномерная непрерывность функций</p> <p>Тема 7. Контрольная работа по пройденной теме</p>	ОПК-1.1, ОПК-1.2
5	Дифференцируемость функции	<p>Тема 1. Определение производной. Табличное дифференцирование</p> <p>Тема 2. Производная суммы, произведения, частного. Производная сложной функции</p> <p>Тема 3. Производная сложной функции.</p> <p>Тема 4. Логарифмическая производная. Односторонние производные</p> <p>Тема 5. Производная обратной функции. Производная функции, заданной параметрически. Производная неявной функции</p>	ОПК-1.1, ОПК-1.2

		Тема 6. Геометрический смысл производной. Уравнение касательной и нормали  Тема 7. Дифференциал функции. Его применение в приближенных вычислениях	
1	2	3	4
		Тема 8. Производные высших порядков. Формула Ньютона-Лейбница  Тема 9. Дифференциалы высших порядков  Тема 10. Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши  Тема 11. Разложения элементарных функций по формуле Тейлора  Тема 12. Приближенные вычисления и вычисление пределов при помощи формулы Тейлора, использование ИИ.  Тема 13. Контрольная работа по пройденной теме	

Таблица 6. Разделы дисциплины, изучаемые в 1 семестре.

№	Наименование раздела/модуля	Содержание раздела/модуля	Форма текущего контроля
			1
2	3	4	
6	Исследование функций	Тема 1. Вычисление пределов по правилу Лопитала  Тема 2. Исследование функции на монотонность. Экстремумы  Тема 3. Исследование функции на выпуклость. Точки перегиба  Тема 4. Нахождение асимптот графиков функции  Тема 5. Полное исследование функций и построение графиков  Тема 6. Построение графиков функций  Тема 7. Решение практических задач на нахождение экстремумов  Тема 8. Контрольная работа	ОПК-1.1, ОПК-1.2
7	Неопределенные интегралы		

	нний интеграл	<p>Тема 1. Первообразная. Неопределенный интеграл. Непосредственное интегрирование</p> <p>Тема 2. Метод замены переменной в неопределенном интеграле</p> <p>Тема 3. Метод интегрирования по частям</p> <p>Тема 4. Интегрирование элементарных дробей. Тема 5. Интегрирование выражений, содержащих квадратный трехчлен</p> <p>Тема 6. Интегрирование рациональных выражений. Метод неопределенных коэффициентов</p> <p>Тема 7. Интегрирование рациональных функций</p> <p>Тема 8. Интегрирование иррациональностей.</p> <p>Тема 9. Интегрирование иррациональностей. Тема 10. Подстановки Чебышева и Эйлера</p> <p>Тема 11. Интегрирование тригонометрических выражений.</p> <p>Тема 12. Контрольная работа</p>	ОПК-1.1, ОПК-1.2
1	2	3	4
8	Определенный интеграл	<p>Тема 1. Определенный интеграл. Интегральные суммы</p> <p>Тема 2. Формула Ньютона-Лейбница</p> <p>Тема 3. Интегрирование по частям в определенном интеграле</p> <p>Тема 4. Площадь квадрируемой плоской фигуры</p> <p>Тема 5. Длина дуги плоской кривой</p> <p>Тема 6. Кубируемость некоторых классов тел, вычисление их объемов</p> <p>Тема 7. Площадь поверхности вращения</p> <p>Тема 8. Приближенные вычисления определенных интегралов.</p> <p>Тема 9. Контрольная работа</p>	ОПК-1.1, ОПК-1.2
9	Несобственные интегралы	<p>Тема 1. Несобственные интегралы 1-го рода, их вычисление</p> <p>Тема 2. Несобственные интегралы 2-го рода, их вычисление</p> <p>Тема 3. Сходимость несобственных интегралов 1-го рода от неотрицательных функций</p> <p>Тема 4. Сходимость несобственных интегралов второго рода от неотрицательных функций</p> <p>Тема 5. Главное значение по Коши несобственных интегралов</p> <p>Тема 6. Самостоятельная работа</p>	ОПК-1.1, ОПК-1.2
10	Числовые ряды	Тема 1. Понятие числового ряда и его сходимости. Критерий Коши.	ОПК-1.1, ОПК-1.2

	<p>Тема 2. Свойства сходящихся рядов. Ряды с неотрицательными членами.</p> <p>Тема 3. Признаки сравнения. Признаки Даламбера и Коши. Интегральный признак.</p> <p>Тема 4. Знакопеременные ряды. Признак Лейбница.</p> <p>Тема 5. Абсолютно сходящиеся ряды. Признаки Абеля и Дирихле. Теорема Римана.</p> <p>Тема 6. Суммируемость числовых рядов. Понятие о бесконечном произведении.</p> <p>Тема 7. Контрольная работа по пройденной теме</p>	
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

*Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.*

#### **2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

Курсовые работы (КР) – не предусмотрены.

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине

Целью самостоятельной работы студента является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. За 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.

№	Вид самостоятельной работы	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка и повторение лекционного материала, материала учебной и научной литературы, подготовка к семинарским занятиям	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 18.05.2023 Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 18.05.2023 Режим доступа: <a href="https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya">https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya</a>
2	Подготовка к лабораторным занятиям	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 18.05.2023 Режим доступа: <a href="https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya">https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya</a>
3	Подготовка к решению задач и тестов	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 18.05.2023 Режим доступа: <a href="https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya">https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya</a>
4	Подготовка докладов	Методические указания для подготовки эссе, рефератов, курсовых работ, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 18.05.2023 Режим доступа: <a href="https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya">https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya</a>
5	Подготовка к решению расчетно-графических заданий (РГЗ)	Методические указания по выполнению расчетно-графических заданий, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 18.05.2023 Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 18.05.2023 Режим доступа: <a href="https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya">https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya</a>
6	Подготовка к текущему контролю	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 18.05.2023 Режим доступа: <a href="https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya">https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya</a>

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**

С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно-объяснительные *лекции*, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают возможность разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

*Лекции* представляют собой систематические обзоры теории оптимизации с подачей материала в виде презентаций.

*Лабораторное занятие* позволяет научить студента применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, при этом практикуется работа в группах. Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

Оценка самостоятельной работы студентов происходит по средствам оценки индивидуальных ответов и дополнений на занятиях по рассмотренным тематикам.

#### **Занятия, проводимые с использованием интерактивных технологий**

Таблица 7. Разделы дисциплины, изучаемые в 1 семестре.

<b>№</b>	<b>Наименование разделов (тем)</b>	<b>Количество часов</b>	
		<b>всего ауд. часов</b>	<b>интерактивные часы</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>1.</b>	Введение в анализ	<b>20</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	Предел числовой последовательности	<b>22</b>	<b>8</b>
<b>3.</b>	Предел функции	<b>26</b>	<b>8</b>
<b>4.</b>	Непрерывность функции	<b>28</b>	<b>4</b>
<b>5.</b>	Дифференцируемость функции	<b>26</b>	<b>8</b>
<b><i>Итого по дисциплине:</i></b>		<b>124</b>	<b>32</b>

Таблица 8. Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре.

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов	
		всего ауд. часов	интерактивные часы
1	2	3	4
1.	Исследование функций	22	4
2.	Неопределенный интеграл	30	8
3.	Определенный интеграл	28	8
4.	Несобственные интегралы	18	4
5.	Числовые ряды	28	8
<i>Итого по дисциплине:</i>		124	32

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 средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

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

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме индивидуальных самостоятельных заданий и **промежуточной аттестации** в форме вопросов 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.

Оценка успеваемости осуществляется по результатам:

- выполнения лабораторных работ;
- оценки, выставляемой при сдаче индивидуальных заданий;
- оценок коллоквиумов;
- ответа на экзамене.

Зачет в 1, 2-м семестрах выставляется по результатам выполненных контрольных работ,

индивидуальных заданий, коллоквиумов и текущей работы на лабораторных занятиях. 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	Введение в анализ	ОПК-1.1	Тест	Вопросы к экзамену 1-22
2	Предел числовой последовательности	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Типовые контрольные задания	Вопросы к экзамену 23-30
3	Предел функции	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Типовые контрольные задания	Вопросы к экзамену 31-57
4	Непрерывность функции	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Типовые контрольные задания	Вопросы к экзамену 58-71
5	Дифференцируемость функции	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Типовые контрольные задания	Вопросы к экзамену 1-23
6	Исследование функций	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Типовые контрольные задания, решение кейса	Вопросы к экзамену 24-38
7	Неопределенный интеграл	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Типовые контрольные задания	Вопросы к экзамену 39-48
8	Определенный интеграл	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Типовые контрольные задания, решение кейса	Вопросы к экзамену 49-60
9	Несобственные интегралы	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Типовые тестовые задания	Вопросы к экзамену 61-65
10	Числовые ряды	ОПК-1.1	Типовые контрольные задания	Вопросы к экзамену 66-70

### **Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций**

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

<b>ОПК-1</b>	<i>Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности</i>
ОПК-1.1	Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при построении моделей в заданной предметной области
ОПК-1.2	Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при выборе методов решения задач профессиональной деятельности

<b>Знать</b>	Основные понятия математического анализа, базовые методы ИИ для автоматизации вычислений, принципы применения численных методов и машинного обучения в задачах оптимизации и анализа данных
<b>Уметь</b>	Выбрать метод для решения конкретной задачи математического анализа, визуализировать результаты анализа с помощью Python
<b>Владеть</b>	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**):

<b>ОПК-1</b>	<i>Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности</i>
ОПК-1.1	Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при построении моделей в заданной предметной области
ОПК-1.2	Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при выборе методов решения задач профессиональной деятельности

<b>Знать</b>	Основные определения и теоремы математического анализа. Базовые принципы работы ИИ инструментов для математических вычислений
<b>Уметь</b>	Доказывать утверждения, специфичные для математического анализа, выбрать метод для решения конкретной задачи математического анализа
<b>Владеть</b>	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**):

<b>ОПК-1</b>	<i>Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности</i>
ОПК-1.1	Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при построении моделей в заданной предметной области
ОПК-1.2	Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при выборе методов решения задач профессиональной деятельности
<b>Знать</b>	Глубокие теоретические основы математического анализа, методы доказательства теорем, аппроксимационные техники (ряды Тейлора, асимптотические разложения)
<b>Уметь</b>	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.
<b>Владеть</b>	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.

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

#### 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 семестр)

1. Построить графики функций:

$$1) \ y = |x+1| + 2x; \ 2) \ y = \frac{1}{x(x-1)}; \ 3) \ y = x + \ln x; \ 4) \ y = \arccos\left(\frac{1}{x}\right).$$

2. Построить (в одной системе координат) графики функций  $y = x + 1$ ,  $y = e^x$ .

3. Указать (графически) на плоскости множество точек, координаты  $x$ ,  $y$  которых удовлетворяют условиям:  $y \geq x^2$ ,  $y \leq x + 2$ .

4. Найти наибольшее и наименьшее значения функции  $y = \ln(x^2 - x + 2)$  на отрезке  $[0,4]$ .

5. Найти пределы последовательностей:

$$1) \ \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(n-1)^2 + (n+2)^2}{(n+2)^3 + (2-n)^3}; \ 2) \ \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(n+4)! - (n+2)!}{(n+3)!}; \ 3) \ \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^3 + 4n^2 + 3}{\sqrt{n} + 1}; \ 4) \ \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{n^2 + n} - \sqrt{n^2 + 5};$$

$$5) \ \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n + (\ln n)^2}{\sqrt{n} + (\ln n)^3}; \ 6) \ x_n = \frac{n^2 + 2^n}{3^n + n^5}.$$

6. Найти предел функций:

$$\begin{aligned}
 1) & \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sqrt[3]{x^3+2}-5x^2}{x-\sqrt{x^4-x+1}} ; \quad .2) \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^4-1}{2x^4-x^2-1} ; \quad 3) \lim_{x \rightarrow 3} \frac{\sqrt[3]{9x}-3}{\sqrt{2x+3}-3} ; \quad 4) \lim_{x \rightarrow 1} \frac{1+\cos \pi x}{\operatorname{tg}^2 \pi x} ; \quad 5) \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{1+x}-1}{\sin(\pi(x+2))} ; \\
 6) & \lim_{x \rightarrow 0} \left( e^{x^2+x} - 1 \right)^{\frac{2x}{x+1}} ; \quad 7) \lim_{x \rightarrow 0} \left( 1 + 2 \sin x^2 \right)^{\frac{1}{x^2}} ; \quad 8) \lim_{x \rightarrow 1} \frac{\sqrt{x^2-x+1}-1}{\ln x}.
 \end{aligned}$$

7.. Исследовать на непрерывность и построить эскиз графика функции:

$$1) y(x) = (|x|-1)\operatorname{sgn}(x+1); \quad 2) y(x) = \frac{1}{x+1} - \frac{1}{x^2}; \quad 3) y(x) = e^{\frac{1}{x+1}} - 2; \quad 4) y(x) = \operatorname{arctg}\left(\frac{1}{x+3}\right).$$

#### 4.1.2. Образцы вопросов к коллоквиуму (1 семестр)

1. Множества на числовой прямой ( $N, Z, Q$ ). Иррациональность числа  $\sqrt{2}$ .
2. Понятие сечения множества  $Q$ . Примеры сечений.
3. Упорядочение вещественных чисел. Две леммы.
4. Приближение чисел конечными десятичными дробями.
5. Непрерывность множества  $R$ . Теорема Дедекинда.
6. Границы множеств. Точные грани. Теорема о существовании точной грани. Основное свойство точных граней.
7. Ограниченные и неограниченные числовые последовательности. Понятие. Примеры.
8. Бесконечно большие и бесконечно малые последовательности. Связь между ними.
9. Основные свойства б.м. последовательностей.
10. Сходящиеся числовые последовательности. Понятие. Примеры. Расходимость.
11. Теоремы о единственности предела и об ограниченности сходящейся последовательности.
12. Арифметические свойства пределов последовательностей.
13. Теоремы о предельном переходе в неравенствах для последовательностей.
14. Признак сходимости монотонных последовательностей.
15. Принцип вложенных отрезков.
16. Число  $e$ .
17. Понятие подпоследовательности. Леммы о сходимости последовательности и ее подпоследовательностей.
18. Лемма о выделении монотонной подпоследовательности.
19. Предельные точки последовательности, связь с частичными пределами.
20. Теорема Больцано-Вейерштрасса.
21. Следствия из теоремы Б.-В. (3 леммы).
22. Теорема Б.-В. для неограниченной последовательности.
23. Фундаментальные последовательности. Примеры. Критерий Коши.
24. Определение предела функции в точке по Коши, по Гейне. Примеры.
25. Эквивалентность определений предела функции по Гейне и по Коши.
26. Односторонние пределы функции в точке. Теорема. Примеры.
27. Другие виды пределов функции - в точке, на бесконечности.
28. Арифметические свойства пределов функции. Предельный переход в неравенствах.
29. Первый замечательный предел.
30. Второй замечательный предел.
31. Сравнение бесконечно малых функций. Свойства эквивалентных б.м.ф.
32. Понятие функций, непрерывной в точке. Определения, примеры.
33. Непрерывность функций  $y=c, x, P_n(x), P_n(x)/Q_m(x)$ , тригонометрических функций.
34. Теорема о непрерывности монотонной функции.
35. Непрерывность сложной функции. Следствия из второго замечательного предела.
36. Первая теорема Больцано-Коши.
37. Вторая теорема Больцано-Коши.
38. Теорема об устойчивости знака непрерывной функции.

39. Лемма о локальной ограниченности непрерывной функции. Первая теорема Вейерштрасса.
40. Вторая теорема Вейерштрасса.

#### **4.1.3. Перечень вопросов, которые выносятся на экзамен в 1 семестре**

1. Множества на числовой прямой ( $N$ ,  $Z$ ,  $Q$ ). Иррациональность числа  $\sqrt{2}\sqrt[3]{2}$ .
2. Понятие сечения множества  $Q$ . Примеры сечений.
3. Упорядочение вещественных чисел. Две леммы.
4. Приближение чисел конечными десятичными дробями.
5. Непрерывность множества  $R$ . Теорема Дедекинда.
6. Границы множеств. Точные грани. Теорема о существовании точной грани. Основное свойство точных граней.
7. Ограниченные и неограниченные числовые последовательности. Понятие. Примеры.
8. Бесконечно большие и бесконечно малые последовательности. Связь между ними.
9. Основные свойства б.м. последовательностей.
10. Сходящиеся числовые последовательности. Понятие. Примеры. Расходимость.
11. Теоремы о единственности предела и об ограниченности сходящейся последовательности.
12. Арифметические свойства пределов последовательностей.
13. Теоремы о предельном переходе в неравенствах для последовательностей.
14. Признак сходимости монотонных последовательностей.
15. Принцип вложенных отрезков.
16. Число  $e$ .
17. Понятие подпоследовательности. Леммы о сходимости последовательности и ее подпоследовательностей.
18. Лемма о выделении монотонной подпоследовательности.
19. Предельные точки последовательности, связь с частичными пределами.
20. Теорема Больцано-Вейерштрасса.
21. Следствия из теоремы Б.-В. (3 леммы).
22. Теорема Б.-В. для неограниченной последовательности.
23. Фундаментальные последовательности. Примеры. Критерий Коши.
24. Определение предела функции в точке по Коши, по Гейне. Примеры.
25. Эквивалентность определений предела функции по Гейне и по Коши.
26. Односторонние пределы функции в точке. Теорема. Примеры.
27. Другие виды пределов функции - в точке, на бесконечности.
28. Арифметические свойства пределов функции. Предельный переход в неравенствах.
29. Первый замечательный предел.
30. Второй замечательный предел.
31. Сравнение бесконечно малых функций. Свойства эквивалентных б.м.ф.
32. Понятие функции, непрерывной в точке. Определения, примеры.
33. Непрерывность функций  $y=c$ ,  $x$ ,  $P_n(x)$ ,  $P_n(x)/Q_m(x)$ , тригонометрических функций.
34. Теорема о непрерывности монотонной функции.
35. Непрерывность сложной функции. Следствия из второго замечательного предела.
36. Первая теорема Больцано-Коши.
37. Вторая теорема Больцано-Коши.
38. Теорема об устойчивости знака непрерывной функции.
39. Лемма о локальной ограниченности непрерывной функции. Первая теорема Вейерштрасса.
40. Вторая теорема Вейерштрасса.
41. Непрерывность обратной функции. Теорема.

42. Точки разрыва, их классификация. Примеры.
43. Равномерная непрерывность функции. Понятие, примеры. Связь с непрерывностью.
44. Теорема Кантора.
45. Понятие производной. Ее геометрический смысл.
46. Производные от функций:  $y=c$ ,  $y=x$ ,  $y=x^n$ ,  $\sin x$ ,  $\cos x$ ,  $a^x$ ,  $\log_a x$ .
47. Односторонние производные. Связь с существованием производной.
48. Дифференцируемость функции в точке. Два определения, их эквивалентность.
49. Связь между дифференцируемостью и существованием производной, между дифференцируемостью и непрерывностью.
50. Понятие дифференциала функции. Геометрический смысл дифференциала.
51. Приближенные вычисления при помощи дифференциала.
52. Производная суммы, разности, произведения, частного.
53. Производная обратной функции. Производные обратных тригонометрических функций.
54. Производная сложной функции.
55. Логарифмическая производная.
56. Инвариантность формы дифференциала 1-го порядка.
57. Возрастание (убывание) функции в точке. Теорема.
58. Теорема Ферма.
59. Теорема Ролля.
60. Теорема Лагранжа, следствия из нее.
61. Теорема Коши.
62. Производные высших порядков для элементарных функций.
63. Формула Лейбница.
64. Дифференциалы высших порядков. Неинвариантность их формы.
65. Параметрическое дифференцирование.
66. Раскрытие неопределенностей вида  $0/0$  по правилу Лопиталя.
67. Раскрытие неопределенностей вида  $\infty/\infty/\infty$  по правилу Лопиталя.
68. Раскрытие различных видов неопределенностей.
69. Формула Тейлора с остатком в форме Пеано.
70. Формула Тейлора с остатком в форме Лагранжа. Формула маклорена.
71. Оценка остатка формулы Тейлора.
72. Разложение по формуле Маклорена для элементарных функций.
73. Приближенные вычисления при помощи формулы Тейлора.
74. Вычисление пределов при помощи формулы Тейлора.
75. Теоремы о монотонности дифференцируемой функции.
76. Точки экстремума дифференцируемой функции.
77. Необходимое условие точки локального экстремума. 1-е достаточное условие точки локального экстремума.
78. 2-е достаточное условие точки локального экстремума.
79. Локальный экстремум недифференцируемой функции.
80. Направление выпуклости графика функции. Достаточное условие выпуклости.
81. Точки перегиба. Необходимое условие точки перегиба.
82. 1-е и 2-е достаточные условия точки перегиба.
83. 3-е достаточное условие точки экстремума, точки перегиба.
84. Асимптоты графика функции.
85. Общая схема исследования функции и построение графика.

#### **4.1.4. Образцы контрольных заданий по лабораторным занятиям (2 семестр)**

1. Используя определение найти производную функции:

1)  $y = 4x + \frac{1}{x}$  в точке  $x = 2$ ; 2)  $y = e^x$  в точке  $x = 1$ ; 3)  $y = \sin 2x$  в точке  $x = \frac{\pi}{4}$ .

2. Найти производную функции:

$$1) y = \sqrt{x + \sqrt{x + \sqrt{x}}}; 2) y = \ln(x + \sqrt{x^2 + 1}); 3) y = \operatorname{arctg} \frac{1+x}{1-x}; 4) y = x\sqrt{1-x^2} + \arcsin x.$$

3. Доказать приближенную формулу

$$\sqrt[n]{a^n + x} \approx a + \frac{x}{na^{n-1}},$$

где  $a > 0$  и  $|x|$  мал по сравнению с  $a$ .

4. Доказать неравенство

$$x^\alpha - y^\alpha \leq \alpha x^{\alpha-1}(x-y),$$

где  $\alpha > 1$  и  $x > y > 0$ .

5. Доказать неравенство

$$|\sin x - \sin y| \leq |x - y|.$$

6. Доказать неравенства

$$\frac{a-b}{a} < \ln \frac{a}{b} < \frac{a-b}{b},$$

где  $a > b > 0$ .

7. Доказать неравенство

$$e^x > 1 + x,$$

при  $x \neq 0$ .

8. Доказать неравенство

$$\sin x < x,$$

при  $x > 0$ .

9. Определить промежутки монотонности (в строгом смысле) следующих функций:

$$1) y = \frac{x}{1+x^2}; 2) y = \frac{x}{1-x^2}; 3) y = \frac{x^2}{x-1}; 4) y = xe^x; 5) y = x \ln x; 6) y = x + \sin x.$$

10. Исследовать на экстремум следующих функций:

$$1) y = x^2(1-x); 2) y = x(1-x)^3; 3) y = x^2(1-x)^2; 4) y = |x||1-x|.$$

11. Провести необходимые исследования и построить эскизы графиков следующих функций:

$$1) y = \frac{x^3+1}{x^2}; 2) y = \frac{e^x}{x}; 3) y = \frac{\ln x}{x}; 4) y = x \operatorname{arctg} x; 5) y = (1+2x^2)e^{-x^2}.$$

12. Найти множество значений следующих функций на указанных промежутках:

$$1) y = \sqrt[3]{(x+3)x^2}, (-\infty, 0]; 2) y = 2x - \frac{x}{x+2}, [-2, +\infty).$$

13. Найти интегралы:

$$1) \int \frac{dx}{(2x-1)^2}; 2) \int e^{3-x} dx; 3) \int \frac{2dx}{4+x^2}; 4) \int \frac{dx}{\sqrt{1-9x^2}}; 5) \int \sin(3-4x) dx; 6) \int \frac{dx}{\cos^2(x-5)}.$$

14. Найти интегралы:

$$1) \int \frac{x^2}{x^2+1} dx; 2) \int \operatorname{tg}^2 x dx; 3) \int \frac{dx}{\sqrt{x+1+\sqrt{x-1}}}; 4) \int \frac{x^2}{(1-x)^{100}} dx.$$

15. Найти интегралы:

$$1) \int \frac{xdx}{1+4x^2}; 2) \int \sin^2 x dx; 3) \int \frac{\ln^3 x}{x} dx; 4) \int \frac{e^x dx}{1-e^x}.$$

16. Найти интегралы:

$$1) \int \frac{dx}{x^2-2x+2}; 2) \int \frac{xdx}{x^4-2x^2-1}; 3) \int \frac{x+1}{x^2+x+1} dx; 4) \int \frac{xdx}{\sqrt{5+x-x^2}}.$$

17. Найти интегралы:

$$1) \int \frac{2x+3}{(x-2)(x+5)} dx; 2) \int \frac{xdx}{(x+1)(x+2)(x+3)}; 3) \int \frac{dx}{x^3+1}.$$

18. Найти интегралы:

$$1) \int \frac{dx}{3+2\sqrt{x}}; \quad 2) \int \frac{dx}{1+\sqrt{2x+1}}; \quad 3) \int \frac{x^2}{\sqrt{2-x}} dx.$$

19. Найти интегралы:

$$1) \int x \cos x dx; \quad 2) \int x^2 \ln x dx; \quad 3) \int \arct g x dx; \quad 4) \int x e^{-x} dx.$$

20. Найти интегралы:

$$1) \int \frac{\sin x}{\cos^3 x} dx; \quad 2) \int \cos^2 x dx; \quad 3) \int \frac{dx}{\sin x}; \quad 4) \int \sin 5x \cos x dx.$$

21. Найти интегралы:

$$1) \int \sin x e^x dx; \quad 2) \int \frac{dx}{1+e^x}; \quad 3) \int \ln^2 x dx.$$

22. Для функции  $f(x) = x$  на отрезке  $[0,1]$  построить интегральную сумму Римана и суммы Дарбу, разбивая этот отрезок на три равных отрезка.

23. Найти определенные интегралы:

$$1) \int_0^1 \sqrt{1-x} dx; \quad 2) \int_0^\pi \sin x dx; \quad 3) \int_0^\pi \cos x dx; \quad 4) \int_{-\pi}^\pi \sin 2x dx.$$

24. Найти определенные интегралы:

$$1) \int_0^{\frac{\pi}{2}} x \cos x dx; \quad 2) \int_0^1 \frac{dx}{e^x + e^{-x}}; \quad 3) \int_4^9 \frac{\sqrt{x}}{\sqrt{x}+1} dx; \quad 4) \int_1^e \frac{dx}{x(1+\ln^2 x)}.$$

25. Найти площадь области ограниченной прямыми  $x = -2$ ,  $x = -1$ ,  $y = 0$  и графиком функции  $y = x^2 - 2x + 3$ .

26. Найти площадь области ограниченной графиками функций  $y = x^2$  и  $y = 2 - x$ .

27. Найти площадь области ограниченной графиками функций  $y = \sin x$ ,  $y = x$  и  $y = \pi - x$ .

28. Найти площадь области ограниченной эллипсом  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ .

### **Проверяемые компетенции комплексом практических заданий: ОПК-1**

#### **4.1.5. Образцы вопросов к коллоквиуму (2 семестр)**

1. Теоремы о монотонности дифференцируемой функции.
2. Точки экстремума дифференцируемой функции.
3. Необходимое условие точки локального экстремума. 1-е достаточное условие точки локального экстремума.
4. 2-е достаточное условие точки локального экстремума.
5. Локальный экстремум недифференцируемой функции.
6. Направление выпуклости графика функции. Достаточное условие выпуклости.
7. Точки перегиба. Необходимое условие точки перегиба.
8. 1-е и 2-е достаточные условия точки перегиба.
9. 3-е достаточное условие точки экстремума, точки перегиба.
10. Асимптоты графика функции.
11. Общая схема исследования функции и построение графика.

#### **4.1.6. Перечень вопросов, которые выносятся на экзамен во 2 семестре**

1. Теоремы о монотонности дифференцируемой функции.
2. Точки экстремума дифференцируемой функции.
3. Необходимое условие точки локального экстремума. 1-е достаточное условие точки локального экстремума.
4. 2-е достаточное условие точки локального экстремума.
5. Локальный экстремум недифференцируемой функции.
6. Направление выпуклости графика функции. Достаточное условие выпуклости.
7. Точки перегиба. Необходимое условие точки перегиба.
8. 1-е и 2-е достаточные условия точки перегиба.

9. 3-е достаточное условие точки экстремума, точки перегиба.
10. Асимптоты графика функции.
11. Общая схема исследования функции и построение графика.
12. Понятие первообразной и неопределенного интеграла.
13. Свойства неопределенного интеграла.
14. Таблица интегралов.
15. Метод замены переменной в неопределенном интеграле.
16. Метод интегрирования по частям.
17. Рациональные функции. Правильные и неправильные дроби.  
Интегрирование элементарных дробей.
18. Метод неопределенных коэффициентов.
19. Вычисление интегралов вида  $I = \int R(x, \left(\frac{ax+b}{cx+d}\right)^{\frac{p_1}{q_1}}, \dots, \left(\frac{ax+b}{cx+d}\right)^{\frac{p_n}{q_n}}) dx$
20. Интегрирование дифференцируемых биномов. Подстановки Чебышева.
21. Подстановки Эйлера.
22. Интегрирование тригонометрических выражений.
23. Интегрирование иррациональностей при помощи тригонометрических подстановок.
24. Понятие определенного интеграла. Геометрический смысл. Ограничность интегрируемых функций. Функция Дирихле.
25. Суммы Дарбу. Их свойства, (2 леммы).
26. Теорема о существовании определенного интеграла.
27. Интегрируемость непрерывной функции.
28. Интегрируемость функции имеющей конечное число точек разрыва.
29. Свойства интегралов, выражаемые равенствами. Теорема о среднем.
30. Свойства интегралов, выражаемые неравенствами.
31. Определенный интеграл с переменным верхним пределом.
32. Непрерывность, дифференцируемость.
33. Основная формула интегрального исчисления.
34. Метод замены переменной в определенном интеграле.
35. Формула интегрирования по частям в определенном интеграле.
36. Понятие площади. Квадрируемые фигуры и их свойства.
37. Вычисление площадей плоских фигур (для декартовых и полярных координат).
38. Вычисление объемов тел при помощи определенного интеграла.
39. Понятие длины дуги. Выражение длины дуги при помощи определенного интеграла.
40. Дифференциал дуги.
41. Механические приложения определенного интеграла.
42. Вычисление площади поверхности вращения.
43. Формула прямоугольников приближенного вычисления определенного интеграла.
44. Формула трапеций.
45. Формула Симпсона.
46. Несобственный интеграл первого рода. Понятие, сходимость. Примеры.
47. Свойства несобственных интегралов 1-го рода.
48. Критерий сходимости несобственного интеграла 1-го рода.
49. Признак сравнения для несобственного интеграла 1-го рода.
50. Предельный признак сравнения для несобственного интеграла 1-го рода.
51. Несобственный интеграл 2-го рода. Понятие, сходимость. Примеры.

52. Свойства несобственных интегралов 2-го рода.
53. Критерий сходимости несобственного интеграла 2-го рода.
54. Признак сравнения для несобственного интеграла 2-го рода.
55. Пределочный признак сравнения для несобственного интеграла 2-го рода
56. Числовые ряды. Понятие, сходимость числового ряда, простейшие свойства числовых рядов.
57. Сходимость числового ряда при отбрасывании конечного числа его членов. Свойство остатка числового сходящегося ряда.
58. Необходимое условие сходимости числового ряда.
59. Критерий Коши сходимости числового ряда. Гармонический ряд.
60. Необходимое и достаточное условие сходимости знакоположительного числового ряда.
61. Признак сравнения сходимости знакоположительного ряда.
62. Пределочный признак сравнения сходимости знакоположительного ряда.
63. Признак Даламбера сходимости знакоположительного ряда.
64. Признак Коши сходимости знакоположительного ряда.
65. Интегральный признак сходимости знакоположительного числового ряда.
66. Сходимость знакочередующегося числового ряда. Признак Лейбница.
67. Абсолютная и неабсолютная сходимость числовых рядов.
68. Теорема Римана о перестановке членов неабсолютно сходящегося числового ряда.
69. Теорема Коши о перестановке членов абсолютно сходящегося числового ряда.
70. Признак Абеля-Дирихле сходимости знакопеременного числового ряда.

#### **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 заноситься 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 ИТ 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 ИТ 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

### **4.4 Методические указания по организации лабораторных работ по дисциплине "Математический анализ"**

#### **Условия применения:**

- Курс рассчитан на студентов 1-го года обучения.
- Техническое обеспечение Python.

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

**Цели:**

- Закрепление теоретических знаний на практике.
- Развитие навыков решения конкретной задачи математического анализа.
- Подготовка к решению реальных задач в индустрии.

**Задачи:**

- 1) Обеспечить студентов структурированными лабораторными работами.
- 2) Предоставить доступ к необходимому программному обеспечению.
- 3) Организовать проверку и обратную связь по выполненным работам.

**Ожидаемые результаты:**

- Умение применять математический анализ на практике.
- Навыки работы с языками программирования: Python.,
- Опыт решения практических задач математического анализа в различных отраслях.

### **Порядок реализации.**

**Задача №1** Обеспечение студентов структурированными лабораторными работами.

- 1) Определение тем:
  - Вычисление пределов функций
  - Исследование функций на непрерывность и точки разрыва.
  - Исследование функций с помощью первой и второй производной
  - Применение производной для решения оптимизационных задач.
  - Построение графиков функций с помощью производной
  - Приложения интегралов: вычисление площадей, объемов, длины кривой
  - Численные методы интегрирования.
  - Применение рядов для приближенных вычислений.
  - Использование математического анализа в инженерных и научных задачах
- 2) Разработка заданий:
  - Пошаговые инструкции.
  - Контрольные вопросы.

### **Разработка заданий для лабораторной работы «Построение графиков функций с помощью производной».**

*Цель: освоить исследование функций с помощью производных и научиться строить графики функций*

#### **Пошаговые инструкции**

Шаг 1 Найти область определения функции

Шаг 2 Вычислить первую производную и определить интервалы возрастания/убывания, точки экстремума

Шаг 3 Вычислить вторую производную и определить интервалы выпуклости/вогнутости и точки перегиба

Шаг 4 На основе данных построить график функции с отметками (точки экстремума, точки перегиба, асимптот), а также используя Python.

Шаг 5 Сделать анализ.

#### **Варианты вопросов**

1. Как определить является ли точка максимумом или минимумом
2. Как вторая производная влияет на форму графика
3. В чем преимущество использования Python и инструментов ИИ для построения графиков.

#### **Критерии оценки**

*Отлично:* Полное выполнение всех шагов, проведение анализа и ответы на все вопросы.

*Хорошо:* Полное выполнение всех шагов, но несколько из них допускают небольшие ошибки, при ответах на вопросы получены незначительные замечания.

*Удовлетворительно:* Выполнены все шаги, но несколько шагов имею значительные ошибки, устранимыми в процессе приема задачи, при ответах на вопросы получен ряд замечаний.

*Неудовлетворительно:* Невыполнение ключевых этапов.

3) Генерация индивидуальных задач при необходимости.

Задача №2: Предоставление доступа к необходимому программному обеспечению.

1. Установка ПО:

языки программирования: Python

Задача №3: Организация проверки и обратной связи по выполненным работам.

1. Автоматизированная проверка:

Юнит-тесты для оценки корректности кода.

2. Ручная проверка:

Анализ отчетов и выводов студентов.

3. Обратная связь:

Разбор ошибок и рекомендации по улучшению.

#### **4. Порядок проверки корректности**

Чек-лист для проверки лабораторных работ:

1. Выполнение заданий:

График построен верно

2. Отчет:

Описание полного исследования функции

Анализ результатов

3. Своевременность

Работа сделана в установленный срок

Критерии оценки:

*Отлично:* Полное выполнение всех заданий, качественный график и исследование, отчет.

*Хорошо:* Незначительные недочеты в исследовании или отчете.

*Удовлетворительно:* Выполнены базовые задания, но с ошибками.

*Неудовлетворительно:* Критические ошибки или невыполнение работы.

#### **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 Учебная литература

#### 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>
  2. Кудрявцев, Лев Дмитриевич. Курс математического анализа : учебник для бакалавров : учебник для студентов вузов, обучающихся по естественнонаучным и техническим направлениям и специальностям. Т. 1 / Кудрявцев, Лев Дмитриевич ; Л. Д. Кудрявцев ; Моск. физико-техн. ин-т (Гос. ун-т). - 6-е изд. - Москва : Юрайт, 2019. - 703 с. - (Бакалавр. Базовый курс). - ISBN 9785991618076. 50 шт.
  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.
5. Калайдина, Галина Вениаминовна (КубГУ). Математический анализ. Пределы. Непрерывность: учебное пособие / Г. В. Калайдина, Н. М. Сейдова ; 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.

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. 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>,
7. 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=ElUrNM9U8c#discussion>

### **5.2. Периодические издания:**

1. Базы данных компаний «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.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/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/](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/](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/](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. Вырабатываются 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. Классификация строительных материалов на основе теории множеств**

##### **Описание:**

При планировании строительства необходимо систематизировать разнообразные материалы по их свойствам и назначению. Задача заключается в создании системы автоматической классификации материалов, где каждый материал принадлежит определенным множествам (по прочности, водостойкости, огнестойкости) с возможностью пересечения и объединения этих множеств.

##### **Цель:**

Разработать простой алгоритм машинного обучения для группировки строительных материалов с использованием операций над множествами и логических условий принадлежности.

##### **Ожидаемый результат:**

Программа-классификатор, определяющая категорию материала по его характеристикам и показывающая принадлежность к различным функциональным группам.

#### **Кейс№2. 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**

### **результат:**

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

### **Кейс№3. Оптимизация уклонов кровли через анализ производных**

#### **Описание:**

Угол наклона кровли влияет на снеговую нагрузку, эффективность водоотвода и расход материалов. Существует оптимальный уклон, минимизирующий общие затраты на строительство и эксплуатацию. Задача требует поиска экстремума функции затрат.

#### **Цель:**

Разработать алгоритм поиска оптимального угла наклона кровли путем вычисления производной функции суммарных затрат и нахождения точек минимума.

#### **Ожидаемый результат:**

Система расчета, автоматически определяющая оптимальный уклон кровли для заданных климатических условий с объяснением через анализ скорости изменения затрат.

### **Кейс№3 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
2	Виртуальная машина с GPU		10		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
		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
		Аренда публичного IP	1	Шт
3	K8S	Master node 8 vCPU 16 RAM	1	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, 3016, 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.