

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 15 от 24.12.2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Математический анализ

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность образовательной программы
Системное программирование

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2026 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.05 Математический анализ относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1: Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации УК-1.2: Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности УК-1.3: Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов	УК-1.1: Знает принципы вывода математических фактов и утверждений. УК-1.2: Умеет воспринимать, обобщать и анализировать информацию УК-1.3: Имеет опыт установления математических фактов и утверждений.	Задания	Экзамен: Задания Контрольные вопросы Зачёт: Задания
ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук, базовые теории и истории основного, теории коммуникации; знает основную терминологию ОПК-1.2: Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты ОПК-1.3: Имеет практический опыт работы с решением стандартных математических задач и применяет его в профессиональной	ОПК-1.1: Определение предела функции в точке по Гейне и Коши. Понятие непрерывности функции в точке, на множестве. Понятия производной и дифференциала первого и высших порядков. Правило Лопиталя. Понятие первообразной и неопределенного интеграла. Свойства сумм Дарбу. Критерий интегрируемости. Свойства интеграла с переменным верхним пределом. Формулу Ньютона - Лейбница. Понятие функции многих переменных.	Задания	Экзамен: Задания Контрольные вопросы Зачёт: Задания

	<p>деятельности</p>	<p>Частные производные и дифференциал фмп, их геометрический смысл. Дифференцирование сложных функций. Необходимые и достаточные условия локального экстремума. Понятие числового ряда. Понятия функциональной последовательности и функционального ряда. Понятие равномерной сходимости функциональных рядов. Понятие степенного ряда. Двойные интегралы. Несобственные интегралы. Эйлеровы интегралы. Теоремы Вейерштрасса о равномерном приближении непрерывных функций на отрезке тригонометрическими и алгебраическими многочленами. Бесконечномерные евклидовы пространства. Ортогональные системы функций и ряды Фурье. Интеграл Фурье и преобразование Фурье.</p> <p>ОПК-1.2: Уметь Находить пределы числовых последовательностей и функций. Находить производные и дифференциалы. Находить касательные и нормали. Исследовать непрерывность функции. Интегрировать рациональные функции, простейшие и квадратичные иррациональности, дифференциальный бином, некоторые трансцендентные функции. Исследовать сходимость числовых и функциональных рядов.</p>		
--	---------------------	--	--	--

		<p>Исследовать сходимость несобственных интегралов. Применять Эйлеровы интегралы к вычислению некоторых определенных и несобственных интегралов. Раскладывать функцию, определенную на отрезке, в тригонометрический ряд Фурье.</p> <p>ОПК-1.3: Готов Проводить приближенные вычисления с помощью ряда Тейлора. Использовать преобразование Фурье.</p>		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	12
Часов по учебному плану	432
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	112
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	112
- КСР	4
самостоятельная работа	168
Промежуточная аттестация	36 Экзамен, Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0	0	0	0	0

	ф о	ф о	ф о	ф о	ф о
Предел функции, непрерывность	36	10	12	22	14
Дифференцирование	46	12	20	32	14
Неопределенный интеграл	36	10	12	22	14
Определенный интеграл	24	8	2	10	14
Дифференцируемость функции многих переменных	24	8	2	10	14
Числовые ряды	36	10	12	22	14
Функциональные последовательности и ряды	30	8	8	16	14
Степенные ряды	28	6	8	14	14
Ряды Фурье	30	12	4	16	14
Двойные интегралы	22	0	8	8	14
Несобственные интегралы	54	20	20	40	14
Интегралы Фурье, преобразование Фурье	26	8	4	12	14
Аттестация	36				
КСР	4			4	
Итого	432	112	112	228	168

Содержание разделов и тем дисциплины

Предел функции: Определение по Гейне, определение по Коши и их эквивалентность; предел функции на бесконечности, обобщение понятия предела, односторонние пределы; односторонние пределы монотонной функции; первый замечательный предел; сравнение бесконечно малых и бесконечно больших.

Непрерывность функции в точке, на множестве. Непрерывность элементарных функций. Второй замечательный предел. Эквивалентные функции. Точки разрыва, их классификация.

Производная функции: Определение производной, односторонние производные. Дифференцируемость функции в точке, дифференциал. Геометрический и физический смысл производной и дифференциала. Правила нахождения производной и дифференциала. Производная сложной, обратной, параметрически заданной функций. Инвариантность формы первого дифференциала. Производные и дифференциалы высших порядков.

Нахождение пределов с помощью формулы Тейлора. Применение формулы Тейлора для приближенных вычислений.

Неопределенный интеграл: Первообразная. Неопределенный интеграл и его свойства. Табличные интегралы. Замена переменной и интегрирование по частям в неопределенном интеграле. Разложение рациональных дробей. Интегрирование некоторых иррациональных и трансцендентных функций.

Определенный интеграл: Понятие определенного интеграла, его свойства. Суммы Дарбу и их свойства. Классы интегрируемых функций. Формула Ньютона-Лейбница, ее применение для вычисления определенных интегралов.

Дифференцирование функции многих переменных: Частные производные. Полный дифференциал, его связь с частными производными. Инвариантность формы полного дифференциала. Касательная плоскость к поверхности. Геометрический смысл полного дифференциала. Производная по направлению. Градиент.

Числовые ряды: Числовые ряды. Сходимость и сумма ряда. Необходимое условие сходимости. Действия с рядами. Ряды с неотрицательными членами. Признаки сходимости. Знакопеременные ряды.

Абсолютная и условная сходимости. Теорема Римана. Признаки Лейбница, Дирихле, Абеля. Свойства абсолютно сходящихся рядов.

Функциональные последовательности и ряды: Равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса.

Свойства равномерно сходящихся функциональных последовательностей и рядов.

Степенные ряды Теорема Коши-Адамара. Интервал сходимости. Непрерывность суммы степенного ряда. Почленное интегрирование и дифференцирование. Ряд Тейлора. Разложение функций в степенные ряды.

Ряды Фурье: Бесконечномерные евклидовы пространства. Ортонормированные системы, полнота и замкнутость. Общий ряд Фурье. Минимальное свойство коэффициентов Фурье. Неравенство Бесселя. Равенство Парсевалья. Ряд Фурье по тригонометрической системе. Теоремы о сходимости. Достаточные условия дифференцируемости. Ряды Фурье чётных и нечётных функций.

Двойные интегралы: Сведение двойного интеграла к повторному. Замена переменных. Приложения.

Несобственные интегралы: Несобственные интегралы с бесконечными пределами и от неограниченных функций, их основные свойства. Интегралы, зависящие от параметра. Непрерывность.

Дифференцирование и интегрирование по параметру. Интегралы Эйлера. Интегралы Фурье. Косинус, синус преобразование Фурье.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Математический анализ ДО (1 семестр), Математический анализ ДО (2 семестр), <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=243>, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=626>.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции УК-1:

Функция – это:

Выберите один ответ:

- Зависимость между числом x и числом y
- Соответствие между элементами множеств X и Y , согласно которому каждому элементу $x \in X$ соответствует единственный $y \in Y$
- Кривая на плоскости, описывающая зависимость между числом x и числом y
- Соотношение между числовыми множествами X и Y

Выберите все верные утверждения для функции $y = \ln(2x + 3)$ в точке $x_0 = 0$.

Выберите один или несколько ответов:

- Приращение функции равно $\Delta y(0) = \ln\left(\frac{2}{3}\Delta x\right)$.
- Приращение функции равно $\Delta y(0) = \ln(2\Delta x + 3) - \ln(3)$.
- Приращение функции можно представить в виде $\Delta y(0) = \frac{2}{3}\Delta x + \alpha(\Delta x)$, где $\alpha(\Delta x)$ - бесконечно малая более высокого порядка малости, чем Δx .
- Производная равна $y'(0) = \frac{2}{3}$.
- Дифференциал равен $dy(0) = \frac{1}{2x + 3}dx$.

Выберите все верные утверждения относительно последовательности $\{a_n\} = \{1 + (-1)^n\}$.

Выберите один или несколько ответов:

- $\{a_n\}$ – бесконечно малая последовательность.
- $\{a_n\}$ – фундаментальная последовательность.
- $\{a_n\}$ – монотонная последовательность.
- $\{a_n\}$ – ограниченная последовательность.
- $\{a_n\}$ – сходящаяся последовательность.
- $\{a_n\}$ – расходящаяся последовательность.

Чему равен предел $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\ln x}{x^p}$ при $p > 0$?

Ответ:

Вариант 1.

1. Числовой ряд. Опре сходящегося ряда в кванторах.
2. Критерий Коши расходимости числ. ряда.
3. Признак Даламбера (предельная форма).
4. Мажорантный признак сравнения.
5. Признак Лейбница.

Вариант 2.

1. Определение в кванторах расходящегося ряда.
2. Критерий Коши сходимости числ. ряда.
3. Признак Коши (предельная форма).
4. Предельный признак сравнения.
5. Признак Дирихле сх-ти числ. ряда.

Вариант 3.

1. Определение знакоположительного ряда. Критерий сходимости знакоположительного ряда.
2. Признак Даламбера (непредельная форма).
3. Что можно сказать о $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$, если $a_n \rightarrow 0$?
4. Интегральный признак Коши.
5. Признак Абеля сх-ти числ. ряда.

Вариант 4.

1. Абсолютно и условно сходящиеся ряды.
2. Что такое остаток ряда? Какова его связь со сходимостью (записать в кванторах)?
3. Обобщенный признак Коши.
4. Следствие из предельного признака сравнения.
5. Признак Дирихле сх-ти числ. ряда.

Вариант 1.

1. Определение несобственного интеграла с бесконечными пределами интегрирования (I рода).
2. Критерий Коши сходимости нес. инт I рода.
3. Признак Дирихле сх-ти нес. инт I рода.
4. 2-й пр-к ср-я для нес. инт II рода от неотриц. ф-ций.
5. Условная сходимость нес. инт II рода.

Вариант 2.

1. Определение несобственного интеграла от неограниченных функций (II рода).
2. Отрицание критерия Коши сх-ти нес. инт II рода.
3. Признак Абеля сх-ти нес. инт II рода.
4. 1-й пр-к ср-я для нес. инт I рода от неотриц. ф-ций.
5. Абсолютная сходимость нес. инт I рода.

Вариант 3.

Вариант 3.

1. Определение несобственного интеграла с бесконечными пределами интегрирования (I рода).
2. Второй признак сравнения для нес. инт I рода для неотрицательных функций.
3. Критерий Коши сходимости нес. инт II рода.
4. Абсолютная сходимость нес. инт II рода.
5. Признак Дирихле сх-ти нес. инт II рода.

Вариант 4.

1. Определение несобственного интеграла от неограниченных функций (II рода).
2. Первый признак сравнения для нес. инт II рода для неотрицательных функций.
3. Отрицание критерия Коши сх-ти нес. инт I рода.
4. Условная сходимость нес. инт I рода.
5. Признак Абеля сх-ти нес. инт I рода.

Вариант 1.

1. Определение поточечной сходимости функциональной последовательности $f_n(x)$ на множестве X (в кванторах).
2. Критерий Коши отсутствия равномерной сходимости функционального ряда на множестве X (в кванторах).
3. Признак Дини равномерной сходимости функциональной последовательности.
4. Теорема о почленном интегрировании функционального ряда.
5. Написать ряд по степеням x для функции $\sin x$ с указанием области сходимости.

Вариант 2.

1. Критерий Коши отсутствия поточечной сходимости функциональной последовательности $f_n(x)$ на множестве X (в кванторах).
2. Определение равномерной сходимости функционального ряда на множестве X (в кванторах).
3. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функциональной последовательности.
4. Теорема о почленном переходе к пределу в функциональных рядах.
5. Написать ряд по степеням x для функции e^x с указанием области сходимости.

Вариант 5.

1. Определение равномерной сходимости функциональной последовательности $f_n(x)$ на множестве X (в кванторах).
2. Критерий Коши отсутствия поточечной сходимости функционального ряда на множестве X (в кванторах).
3. Признак Дини равномерной сходимости функционального ряда.
4. Условие непрерывности предельной функции функциональной последовательности.
5. Написать ряд по степеням x для функции $\sin x$ с указанием области сходимости.

Вариант 6.

1. Критерий Коши отсутствия равномерной сходимости функциональной последовательности $f_n(x)$ на множестве X (в кванторах).
2. Определение равномерной сходимости функционального ряда на множестве X (в кванторах).
3. Признак Дирихле равномерной сходимости функционального ряда.
4. Теорема о почленном дифференцировании функциональной последовательности.
5. Написать ряд по степеням x для функции $\frac{1}{1+x}$ с указанием области сходимости.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

Какой является функция $x^2 \sin x$ по отношению к функции x при x , стремящемся к бесконечности?

Выберите один ответ:

- Бесконечно большой того же порядка роста
- Бесконечно большой более высокого порядка роста
- Несравнимой бесконечно большой
- Эквивалентной бесконечно большой
- Функция $x^2 \sin x$ не является бесконечно большой при x , стремящемся к бесконечности

Чему равен предел $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 2x}{x}$?

Выберите один ответ:

- 1
- Не существует
- 2
- ∞
- 0

Числовые ряды

1. Исследовать сх-ть знакопостоянных рядов:

$$a) \sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{n-1}{n+1} \right)^n ; \quad b) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2(\sqrt{3} - (-1)^n)^n}{3^n}.$$

2. Установить тип сходимости ряда или доказать, что

$$\text{он расходится } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n + (-1)^n}.$$

3. Провести исслед-е при любом значении пар-ра p $\sum_{n=1}^{\infty} \left(e^{1-\cos(1/n)} - 1 \right)^p \sin \frac{1}{\sqrt{n}}$.

4. Найти сумму ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n(n+1)}$.

5. Найти все значения p , при которых ряд сходится: 1)

$$\text{абсолютно, 2) условно } \sum_{n=2}^{\infty} \frac{\sin \frac{\pi n}{3}}{n \ln^p(n+1)}.$$

1. Найти R , инт-л сх-ти ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{5^n + (-3)^n}{n+1} x^n$, ис-ть на абсолютн. и условн. сх-ть в концах инт.

2. Док-ть равномерную сх-ть $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos nx \sin \frac{x}{n}}{x^2 + \ln^3(n+1)}$ в обл. $|x| < +\infty$, пользуясь пр-ком Вейерштрасса.

3. Ис-ть на равномерную сходимост-ь функц-ую посл-ть $f_n(x) = \frac{\cos \sqrt{nx}}{\sqrt{n+2x}}$ в области $0 \leq x < +\infty$.

4. Разложить $f(x) = \frac{1}{x^2 - 5x + 6}$ в окрестности точки $x_0 = 1$, используя известные разложения.

5. Вычислить сумму ряда $\sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{x^{3n+1}}{3n+1}$.

Вариант 1. Разложить в ряд Фурье по косинусам.
Нарисовать графики $f(x)$, $S(x)$.

$$f(x) = \begin{cases} 0, & 0 < x < 2; \\ -1, & 2 < x < 5. \end{cases}$$

Исследовать, сходятся ли интегралы

$$(1) \int_0^1 \frac{e^{3x} - \sqrt{1+x}}{\operatorname{ch} x - \cos x} dx; \quad (2) \int_1^{+\infty} \frac{\ln(1+x^5)}{\sqrt{x+\sqrt{x}}} dx;$$

$$(3) \int_0^{\pi/2} \frac{dx}{\sqrt[3]{\sin x} \cos^4 x}; \quad (4) \int_0^1 \frac{1}{x\sqrt{x}} \cos \frac{\sqrt{x}-1}{\sqrt{x}} dx.$$

(5) Исследовать несобственный интеграл

$$\int_0^1 (1-x)^p \sin \frac{\pi}{1-x} dx$$

на абсолютную и условную сходимость при всех значениях параметра p .

1. Радикальный признак Коши сходимости знакоположительного ряда с доказательством.
2. Исследовать с помощью радикального признака Коши ряд $\sum_{n=1}^{\infty} 3^{n+1} \left(\frac{n+2}{n+3}\right)^{n^2}$.
3. Двойной интеграл для произвольной области. Замена переменных в двойном интеграле.
4. Найти площадь области, ограниченной кривыми $x+y=1$, $x+y=3$, $-2x+y=1$, $-2x+y=3$, сделав соответствующую замену переменных. Изобразить области.

1. Ис-ть на непрерывность и дифференцируемость

$$f(x) = \begin{cases} \operatorname{arctg} x \cdot \sin \frac{7}{x}, & \text{если } x \neq 0; \\ 0, & \text{если } x = 0. \end{cases}$$

2. Найти dy , d^2y , если $y = y(x)$ в случаях: а) если x - независимая переменная, б) если x - зависимая переменная, в) если $x = \log_2 t$.

3. Найти $\lim_{x \rightarrow +0} (2\sqrt{x} + x)^{1/\ln x}$.

4. Найти без правила Лопиталья

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{\sin x} - \sqrt{1+x^2} - x \cos x}{\ln^3(1-x)}.$$

5. $y = \frac{x}{\sqrt[3]{x^2-1}}$. Полное исследование и график.

Вариант 4.

1. Определить значения α и β , при которых функция

$$f(x) = \begin{cases} \alpha + \beta x^2, & \text{если } x < 1; \\ \frac{1}{x}, & \text{если } x \geq 1 \end{cases}$$

а) всюду непрерывна, б) всюду дифференцируема.

2. Найти d^2y , d^3y , если $y = y(x)$ в случаях: а) если x - независимая переменная, б) если x - зависимая переменная и известны dx , d^2x , d^3x .

3. Найти $\lim_{x \rightarrow 0} (\cos x)^{1/x^2}$.

4. Найти без правила Лопиталья

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\cos x - 1 + \frac{x^2}{2}}{x^4}.$$

5. $y = (x+2)e^{1/x}$. Полное исследование и график.

1. $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{1 + \cos(\pi x)}{x^2 - 6x + 9}$

2. $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{6x\sqrt{x} + \cos(x^2)}{(3\sqrt{x} + 7)^3}$

3. $\lim_{x \rightarrow \infty} (x - \sqrt[3]{8x + 2x^2 + x^3})$

4. $\lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{\cos x}{1+x^2} \right)^{\frac{3}{x^2}}$

5. $\lim_{x \rightarrow 1} \log_3 x \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\pi x}{2} \right)$

6. Найти порядок малости функции $f(x) = (5^x - 5)^2 \cdot \arcsin \sqrt{x-1}$ относительно $g(x) = \ln x$ при $x \rightarrow 1$.

1 балл

7. Найдите точки разрыва функции $f(x) = \frac{1}{9^{1/x} - 3}$, исследуйте их характер, постройте эскиз графика функции в окрестности найденных точек.

1. $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{1 - \cos(\pi x)}{x^2 - 4x + 4}$

2. $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{x^2\sqrt{x} + \operatorname{arctg}(x^3)}{(\sqrt{\frac{x}{2}} + 1)^5}$

3. $\lim_{x \rightarrow -\infty} (x + \sqrt{7 + 6x + x^2})$

4. $\lim_{x \rightarrow 0} (\cos 2x)^{\frac{1}{\operatorname{arctg}^2 x}}$

5. $\lim_{x \rightarrow 0+} \left(\frac{\operatorname{arctg} x}{3 \sin x} \right)^{\log_2 x}$

6. Сравнить функции $f(x) = \frac{\sqrt{x^3 - x^2 + \cos 2x}}{\operatorname{arctg} x}$ и $g(x) = \ln(2 + e^x)$ при $x \rightarrow +\infty$

1 балл

7. Найдите точки разрыва функции $f(x) = \frac{x+1}{\operatorname{arctg}(x^2-1)}$, исследуйте их характер, постройте эскиз графика функции в окрестности найденных точек.

1. $\int \frac{x dx}{\cos^2 x},$
2. $\int x^3 \sqrt{x^2 - 1} dx,$
3. $\int \frac{dx}{x \ln x \ln \ln x},$
4. $\int \frac{dx}{e^x + \sqrt{e^x}},$
5. $\int \operatorname{ch}^2 x dx.$

Вариант 2.

1. $\int \operatorname{arctg} \sqrt{x} dx,$
2. $\int \frac{x^3 dx}{\sqrt{x-1}},$
3. $\int \frac{\ln 2x}{x \ln 4x} dx,$
4. $\int \frac{dx}{1 + e^{3x}},$
5. $\int \operatorname{ctg}^2 x dx.$

Вариант 3.

1. $\int \frac{x \arccos x}{\sqrt{1-x^2}} dx,$
2. $\int \frac{\sin^3 x}{\sqrt{\cos x}} dx,$
3. $\int \frac{\operatorname{arctg} \sqrt{x}}{(1+x)\sqrt{x}} dx,$
4. $\int \frac{dx}{1 + \sqrt[3]{x+1}},$
5. $\int \operatorname{th}^2 x dx.$

Вариант 4.

1. $\int \frac{\arcsin x}{x^2} dx,$
2. $\int \frac{\sin x}{\sqrt{\cos 2x}} dx,$
3. $\int \frac{\ln x dx}{x\sqrt{1+\ln x}},$
4. $\int \frac{e^x dx}{\sqrt{4-e^{2x}}},$
5. $\int \sin^2 2x dx.$

Вариант 1

1. $\int \frac{6x+3}{\sqrt{x^2-2x+10}} dx$
2. $\int \frac{e^{\sqrt{(5-x)/(5+x)}} dx}{(5+x)\sqrt{25-x^2}}$
3. $\int \frac{3x^3+6x^2+5x-1}{(2+x^2)(x+1)^2} dx$

Вариант 2

1. $\int \frac{4x+3}{\sqrt{-x^2-2x+10}} dx$
2. $\int \frac{(\sqrt{x+2} + \sqrt{x-2}) dx}{(\sqrt{x+2} - \sqrt{x-2})(x-2)^2}$
3. $\int \frac{x^3 dx}{(x^2-1)(x+2)}$

Вариант 1.

1. $\int \frac{dx}{\sqrt{(25+x^2)^3}}$ (тригонометр. подстановка).

2. (a) $\int \frac{\sqrt[3]{1+\sqrt[4]{x}}}{\sqrt{x}} dx$; (b) $\int \frac{\sin^2(2x)}{\cos^6(2x)} dx$.

Вариант 2.

1. $\int \frac{x^2 dx}{\sqrt{16+x^2}}$ (гиперболич. подстановка).

2. (a) $\int \frac{\sqrt[5]{1+\sqrt[3]{x}}}{x\sqrt[5]{x^2}} dx$; (b) $\int \operatorname{tg}^4(3x) dx$.

Вариант 3.

1. $\int x^2 \sqrt{9-x^2} dx$ (тригонометр. подстановка).

2. (a) $\int \frac{\sqrt[3]{x} dx}{\sqrt{1+\sqrt[3]{x}}}$; (b) $\int \frac{dx}{\sin^3 x \cos x}$.

Вариант 4.

1. $\int \frac{\sqrt{x^2-4} dx}{x^4}$ (гиперболич. подстановка).

2. (a) $\int \frac{dx}{x^2 \sqrt[3]{(2+x^3)^5}}$; (b) $\int \operatorname{ctg}^4(3x) dx$.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач. Задания выполнены на 97-100%.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, все задания выполнены без ошибок. Задания выполнены на 89-96,99%
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Задания выполнены на 75-88,99%
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.

Оценка	Критерии оценивания
	Допущено несколько не грубых ошибок. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Задания выполнены на 64-74,99%.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Решены типовые задачи с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Задания выполнены на 55-63,99%.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. Задания выполнены на 20-54,99%.
плохо	Отсутствие минимальных знаний и умений. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Задания выполнены менее, чем на 20%.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами и,	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

				с недочетами		выполнены все задания в полном объеме	
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции УК-1

1. Почленное дифференцирование степенного ряда.
2. Найти сумму ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^{2n-1}}{2n-1}$.
3. Условная и абсолютная сходимость несобственного интеграла первого рода.
4. Исследовать несобственный интеграл $\int_1^{+\infty} \frac{\cos 2x}{x^p} dx$ на абсолютную и условную сходимость при всех значениях параметра p .

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Найти массу кривой $L: x = \cos t, y = 1 + \sin t, t \in [0, \pi]$, с плотностью распределения массы $\rho = x^2$.
2. С помощью известных разложений представить функцию $f(x) = \ln(x + 3)$ рядом Тейлора в окрестности точки $x_0 = 0$, указать интервал сходимости полученного ряда.
1. Исследовать сходимость ряда $\sum_{n=1}^{\infty} (e^{\operatorname{tg}(1/n)} - 1)$.
2. Найти массу кривой $L: y = \ln x, x \in [1, 3]$, с плотностью распределения массы $\rho = x^2$.
3. С помощью известных разложений представить функцию $f(x) = (2 - e^x)^2$ рядом Тейлора в окрестности $x_0 = 0$, указать интервал сходимости полученного ряда.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, все задания выполнены без ошибок.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок.

Оценка	Критерии оценивания
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько не грубых ошибок. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Решены типовые задачи с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие минимальных знаний и умений. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции УК-1

Выберите все верные утверждения для функции $y = \ln(2x + 3)$ в точке $x_0 = 0$.

Выберите один или несколько ответов:

- Приращение функции равно $\Delta y(0) = \ln\left(\frac{2}{3}\Delta x\right)$.
- Приращение функции равно $\Delta y(0) = \ln(2\Delta x + 3) - \ln(3)$.
- Приращение функции можно представить в виде $\Delta y(0) = \frac{2}{3}\Delta x + \alpha(\Delta x)$, где $\alpha(\Delta x)$ - бесконечно малая более высокого порядка малости, чем Δx .
- Производная равна $y'(0) = \frac{2}{3}$.
- Дифференциал равен $dy(0) = \frac{1}{2x+3}dx$.

Среди функций, принадлежащих предложенным классам и определенных на отрезке, выберите заведомо интегрируемые на этом отрезке.

Выберите один или несколько ответов:

- Сложные функции
- Элементарные функции
- Строго монотонно убывающие функции
- Дифференцируемые функции
- Ограниченные функции
- Неограниченные функции

5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

Вариант 1.

1. Доказать, что последовательность сходится

$$x_n = \frac{1}{5+1} + \frac{1}{5^2+2} + \dots + \frac{1}{5^n+n}.$$

2. Пользуясь определением предела, доказать,

$$\text{что } \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{3-2n^2}{2+3n^2} = -\frac{2}{3}.$$

3. $\lim_{n \rightarrow +\infty} (\sqrt{n^2+3n-2} - \sqrt{n^2-3})$.

4. $\lim_{x \rightarrow 3} \left(\frac{\sin x}{\sin 3} \right)^{1/(x-3)}$.

5. Исходя из определения производной, найти $f'(0)$, если

$$f(x) = \begin{cases} \operatorname{arctg} \left(\frac{3x}{2} - x^2 \sin \frac{1}{x} \right), & \text{если } x \neq 0; \\ 0, & \text{если } x = 0. \end{cases}$$

6. Написать уравнение касательной к кривой $x = a(t - \sin t)$, $y = a(1 - \cos t)$ точке, соответствующей значению параметра $t_0 = \pi/3$.

7. Найти dy , если $y = (\arcsin x)^{e^x}$.

Вариант 1.

1. а) $\int x \ln \frac{x}{1+x^2} dx$; б) $\int_0^{\operatorname{arctg} 2} \frac{(12 + \operatorname{tg} x) dx}{3 \sin^2 x + 12 \cos^2 x}$.

2. Найти площадь фигуры, ограниченной кривыми

$$y = x\sqrt{9-x^2}, y = 0, (0 \leq x \leq 3).$$

3. Построить крив. $r = a(\cos \varphi + \sin \varphi)$ и найти ее длину.

4. Является ли функция дифференцируемой в т. $(0, 0)$?

$$f(x, y) = \begin{cases} \frac{\sin xy}{\sqrt{x^2 + y^2}}, & x^2 + y^2 \neq 0; \\ 0, & x^2 + y^2 = 0. \end{cases}$$

5. Найти $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}$, если $F(xz, yz) = 0$.

6. Найти du, dv, d^2u , если $x = u \cos \frac{v}{u}$, $y = u \sin \frac{v}{u}$.

7. Найти экстремумы функции $u = xy + yz$ при условиях: $x^2 + y^2 = 2$, $y + z = 2$, $y > 0$.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний, соответствующих программе подготовки, в объеме не ниже минимальных требований. Текущая успеваемость не ниже 55%. Зачетная работа выполнена не менее, чем

Оценка	Критерии оценивания
	на 60%.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Текущая успеваемость ниже 55%. Зачетная работа выполнена менее чем на 60%.

5.3.5 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-1

Как определить, раскладывается ли функция в степенной ряд? Какие степенные ряды можно получить при разложении функции?

Какая функция называется аналитической?

Сформулируйте теоремы Вейерштрасса о равномерном приближении непрерывных функций на отрезке тригонометрическими и алгебраическими многочленами. Каково значение этих теорем?

Какое пространство называется бесконечномерным евклидовым пространством?

Приведите пример бесконечномерного евклидова пространства. Определите в нем скалярное произведение, норму, метрику.

Что такое сходимость по норме, сходимость в среднем?

Какая система функций называется ортогональной? Приведите пример.

5.3.6 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

Что такое числовой ряд?

Что называется суммой ряда?

Какой числовой ряд называется сходящимся (расходящимся)?

Сформулируйте необходимое условие сходимости числового ряда?

Если общий член ряда стремится к нулю, что можно сказать о сходимости ряда?

Сформулируйте критерий Коши сходимости числового ряда.

Какой числовой ряд называется гармоническим и почему он так называется?

Сходится ли гармонический ряд и почему?

Какой числовой ряд называется знакоположительным?

Сформулируйте признаки сходимости знакоположительного числового ряда.

(ограниченность последовательности частичных сумм, признаки сравнения, Даламбера, Коши, интегральный признак Коши-Маклорена).

Когда говорят, что ряд сходится абсолютно? Условно?

Можно ли при нахождении суммы ряда пользоваться свойством ассоциативности сложения? Когда это возможно?

Можно ли при нахождении суммы ряда пользоваться свойством коммутативности сложения? Когда это возможно?

Сформулируйте признак Лейбница сходимости знакочередующегося ряда.

Как оценить остаток знакочередующегося ряда?

Сформулируйте признаки Дирихле и Абеля сходимости произвольных рядов.

Дайте понятия функциональной последовательности, функционального ряда.

Как найти область сходимости функциональной последовательности, функционального ряда?

Дайте определение поточечной и равномерной сходимости на множестве функциональной последовательности, функционального ряда.

Сформулируйте признаки равномерной сходимости функциональной последовательности, функционального ряда (критерий Коши, достаточные признаки Вейерштрасса, Дирихле, Абеля).

При каких условиях для функционального ряда справедливы следующие свойства: «предел от суммы равен сумме пределов», «интеграл от суммы равен сумме интегралов», «производная от суммы равна сумме производных»?

Какой ряд называется степенным?

Как найти радиус сходимости степенного ряда?

Что является областью сходимости степенного ряда?

Сходится ли степенной ряд в области сходимости равномерно?

Будет ли непрерывной сумма степенного ряда в области сходимости?

Когда говорят, что функция раскладывается в степенной ряд в некоторой точке?

Как определить, раскладывается ли функция в степенной ряд?

Какие степенные ряды можно получить при разложении функции?

Какая функция называется аналитической?

Сформулируйте теоремы Вейерштрасса о равномерном приближении непрерывных функций на отрезке тригонометрическими и алгебраическими многочленами. Каково значение этих теорем?

Какое пространство называется бесконечномерным евклидовым пространством?

Приведите пример бесконечномерного евклидова пространства. Определите в нем скалярное произведение, норму, метрику.

Что такое сходимость по норме, сходимость в среднем?

Какая система функций называется ортогональной? Приведите пример.

Какая система функций называется ортонормированной? Приведите пример.

Какой ряд называется общим рядом Фурье. Каким свойством обладают коэффициенты Фурье?

Что из себя представляет неравенство Бесселя, равенство Парсеваля?

Сформулируйте свойства полноты и замкнутости ортонормированной системы.

Запишите ряд Фурье по тригонометрической системе.

Как записать ряд Фурье для чётных и нечётных функций?

Когда ряд Фурье, построенный по некоторой функции, сходится к ней равномерно? Поточечно?

Что называется несобственным интегралом первого, второго рода?

Напишите интеграл Эйлера-Пуассона. Как найти значение этого интеграла?

Напишите интеграл Дирихле. Как найти значение этого интеграла?

Что такое гамма-функция, бета-функция? Зачем они нужны?

Интеграл Фурье? Преобразование Фурье.

Как интегрировать функцию двух переменных? Дайте определение двойного интеграла.

Что такое повторные интегралы? Как поменять порядок интегрирования в повторном интеграле?

Как сделать замену переменных в двойном интеграле?

Как вычислить двойной интеграл?

Какие приложения двойных интегралов вам известны?

Как найти площадь плоской области, объем цилиндрического тела, площадь гладкой криволинейной поверхности, центр тяжести пластины?

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, все задания выполнены без ошибок.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько не грубых ошибок. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Решены типовые задачи с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие минимальных знаний и умений. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Ильин В. А. Основы математического анализа: В 2-х ч. Часть I. Ч. 1. Основы математического анализа: В 2-х ч. Часть I / Ильин В. А., Позняк Э. Г. - 7-е изд., стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021. - 648 с. - Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов физических специальностей и специальности "Прикладная математика". - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0902-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?>

Action=FindDocs&ids=781681&idb=0.

2. Кудрявцев Лев Дмитриевич. Краткий курс математического анализа. Т. 1. Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды : Учебник. - 4-е изд. - Москва : Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2015. - 444 с. - Профессиональное образование. - ISBN 978-5-9221-1585-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=620670&idb=0>.

3. Демидович Б. П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : учебное пособие для вузов / Демидович Б. П. - 25-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 624 с. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-507-47148-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=865605&idb=0>.

4. Ильин В. А. Основы математического анализа : Учеб. для вузов. Ч. II. Основы математического анализа: В 2-х ч. Часть II / Ильин В. А., Позняк Э. Г. - 5-е изд., стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2022. - 464 с. - Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов физических специальностей и специальности "Прикладная математика". - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0537-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=802930&idb=0>.

5. Кудрявцев Лев Дмитриевич. Краткий курс математического анализа. Т. 2. Дифференциальное и интегральное исчисления функций многих переменных. Гармонический анализ : Учебное пособие. - 3-е изд. - Москва : Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2003. - 424 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 5-9221-0185-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=621730&idb=0>.

6. Кузенков Олег Анатольевич. Введение в математический анализ. Лекции : учебное пособие / О. А. Кузенков, Е. А. Рябова ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2019. - 112 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=795144&idb=0>.

7. Кузенков Олег Анатольевич. Введение в математический анализ. Практикум : учебно-методическое пособие / О. А. Кузенков, Е. А. Рябова ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2019. - 63 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=795147&idb=0>.

8. Кузенков Олег Анатольевич. Дифференциальное исчисление функций одного переменного. Лекции : учебное пособие / О. А. Кузенков, Е. А. Рябова ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2024. - 87 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=892588&idb=0>.

9. Костромина Ольга Сергеевна. Теоретический минимум для успешного освоения дисциплины «Математический анализ» : учебно-методическое пособие. Ч. 1. Минимально необходимый уровень / О. С. Костромина, О. А. Кузенков ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2021. - 24 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=793981&idb=0>.

10. Костромина Ольга Сергеевна. Теоретический минимум для успешного освоения дисциплины «Математический анализ» : учебно-методическое пособие. Ч. 2. Минимально необходимый уровень / О. С. Костромина, О. А. Кузенков ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2021. - 23 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=793983&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Никольский С. М. Курс математического анализа / Никольский С. М. - 6-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 592 с. - Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0160-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=665764&idb=0>.
2. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х тт. Том 1 : учебник для вузов / Фихтенгольц Г. М. - 17-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 608 с. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-507-45809-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=859125&idb=0>.
3. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х тт. Том 2 : учебник для вузов / Фихтенгольц Г. М. - 17-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 800 с. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-507-47277-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=883765&idb=0>.
4. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления В 3-х тт. Том 3 : учебник для вузов / Фихтенгольц Г. М. - 14-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 656 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-507-47239-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=876886&idb=0>.
5. Предел. Непрерывность. Дифференцируемость. Т. 1. Предел. Непрерывность. Дифференцируемость : учебник: 3-х томах / Кудрявцев Л. Д., Кутасов А. Д., Чехлов В. И., Шабунин М. И. Кудрявцев Л.Д. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 496 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0306-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=665749&idb=0>.
6. Интегралы. Ряды. Т. 2. Интегралы. Ряды / Кудрявцев Л. Д., Кутасов А. Д., Чехлов В. И., Шабунин М. И. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021. - 504 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0307-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=781683&idb=0>.
7. Функции нескольких переменных. Т. 3. Функции нескольких переменных : в 3-х томах / Кудрявцев Л. Д., Кутасов А. Д., Чехлов В. И., Шабунин М. И. Кудрявцев Л.Д. - 2-е изд., перераб. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 472 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 5-9221-0308-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=665744&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<http://www.unn.ru/books/resources.html>

<http://e-learning.unn.ru/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную

информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Рябова Елена Александровна, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Калинин Алексей Вячеславович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 17.12.2025, протокол № протокол №6.