

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Математический анализ

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность образовательной программы

Инженерия программного обеспечения

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 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: Уметь воспринимать, обобщать и анализировать информацию УК-1.3: Имеет опыт установления математических фактов и утверждений.	Задания	Экзамен: Задания Контрольные вопросы
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: Понятие числовой последовательности, ее предела. Определение предела функции в точке по Гейне и Коши. Понятие непрерывности функции в точке, на множестве. Свойства непрерывных функций Понятия производной и дифференциала первого и высших порядков. Свойства дифференцируемых на отрезке функций. Формулу Тейлора. Правило Лопиталя. Понятие первообразной и неопределенного интеграла.	Задания	Экзамен: Задания Контрольные вопросы

	<p>деятельности</p>	<p>Свойства сумм Дарбу. Критерий интегрируемости. Определение равномерной непрерывности функции. Свойства интеграла с переменным верхним пределом. Формулу Ньютона - Лейбница.</p> <p>Понятие функции многих переменных. Необходимые и достаточные условия дифференцируемости. 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. Криволинейные интегралы.</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</p>		
--	---------------------	---	--	--

		<p>функции, простейшие и квадратичные иррациональности, дифференциальный бином, некоторые трансцендентные функции.</p> <p>Исследовать сходимость числовых и функциональных рядов.</p> <p>Исследовать сходимость несобственных интегралов.</p> <p>Применять Эйлеровы интегралы к вычислению некоторых определенных и несобственных интегралов.</p> <p>Раскладывать функцию, определенную на отрезке, в тригонометрический ряд Фурье.</p> <p>ОПК-1.3:</p> <p>Готов</p> <p>Проводить полное исследование функции и строить эскизы графиков функций заданных явно и параметрически.</p> <p>Применять определенный интеграл для решения задач, связанных с определением длины дуги спрямляемой кривой, площади плоской фигуры, площади поверхности и объема тел вращения.</p> <p>Применять двойные интегралы к нахождению площадей.</p> <p>Применять криволинейные интегралы для вычисления массы кривой, работы векторного поля вдоль кривой.</p> <p>Находить локальный, глобальный экстремум функции на множестве, условный экстремум функции.</p> <p>Проводить приближенные вычисления с помощью ряда Тейлора.</p> <p>Использовать преобразование Фурье.</p>		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	15
Часов по учебному плану	540
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	192
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	64
- КСР	6
самостоятельная работа	170
Промежуточная аттестация	108 Экзамен

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			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Вводный курс	27	14		14	13
Числовые последовательности	27	14		14	13
Предел функции	19	6		6	13
Непрерывные функции	19	6		6	13
Производная функции	23	10		10	13
Основные теоремы о дифференцируемых функциях и их приложения	27	14		14	13
Неопределенный интеграл	22	12		12	10
Определенный интеграл и его приложения	26	20		20	6
Функции многих переменных и пределы	14	8		8	6
Дифференцирование функции многих переменных	20	12		12	8
Неявно-заданные функции	9	6		6	3
Экстремумы ФНП	15	6		6	9
Числовые ряды	28	8	12	20	8

Функциональные последовательности и ряды	20	6	8	14	6
Степенные ряды	22	6	8	14	8
Ряды Фурье	20	10	4	14	6
Двойные интегралы	22	8	8	16	6
Несобственные интегралы	46	18	18	36	10
Криволинейные интегралы	20	8	6	14	6
Аттестация	108				
КСР	6			6	
Итого	540	192	64	262	170

Содержание разделов и тем дисциплины

Введение. Множества, операции. Кванторы. Действительные числа, натуральные числа, рациональные числа, модуль, окрестность точки. Ограниченность множества, существование точных граней. Функции и их свойства (взаимно-однозначные, обратные, четные, нечетные, периодические, монотонные). Основные элементарные функции, классификация элементарных функций. Гиперболические функции. Числовые последовательности: Предел последовательности, его единственность; предельные переходы в неравенствах, связь сходимости с ограниченностью; свойства бесконечно малых, арифметические свойства предела; монотонные последовательности, сходимость монотонной ограниченной последовательности; принцип вложенных отрезков; подпоследовательности, теорема Больцано-Вейерштрасса; критерий Коши сходимости последовательности; частичные пределы и их связь со сходимостью; классификация точек множества на числовой прямой, свойства предельной точки, открытые и замкнутые множества.

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

Непрерывные функции: Непрерывность функции в точке, на множестве. Непрерывность элементарных функций. Локальное свойство сохранения знака непрерывной функции. Непрерывность обратной функции, композиции функций. Второй замечательный предел. Эквивалентные функции. Точки разрыва, их классификация. Свойства функций, непрерывных на отрезке: ограниченность, существование наибольшего и наименьшего значений, промежуточные значения. Понятие равномерной непрерывности на множестве.

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.

Основные теоремы о дифференцируемых функциях и их приложения: Теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа.

Правило Лопиталя. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано и в форме Лагранжа.

Разложение основных элементарных функций по формуле Тейлора. Нахождение пределов с помощью формулы Тейлора. Применение формулы Тейлора для приближенных вычислений. Условия монотонности функции. Экстремумы функции. Отыскание наибольшего и наименьшего значений функции, непрерывной на отрезке. Исследование выпуклости функции. Точки перегиба. Асимптоты функций. Общая схема исследования функции и построения ее графика.

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. Приложения определенного интеграла: Длина спрямляемой кривой. Площадь плоской квадрируемой фигуры. Объем кубического тела. Объем и площадь поверхности тела вращения. Функции многих переменных и пределы: Пространство R^n . Предел последовательности в R^n . Множества в R^n : открытые, замкнутые, ограниченные, линейно связные, выпуклые. Компактность. Предел функции нескольких переменных. Непрерывные функции многих переменных: Непрерывность функции в точке. Функции, непрерывные на компактах. Промежуточные значения непрерывных функций на линейно связных множествах.

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. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. неявно-заданные функции: Теоремы существования Дифференцирование неявных функций. Уравнения касательной и нормали.

Экстремумы функций многих переменных: Необходимое условие экстремума. Достаточное условие экстремума. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа.

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 Парсеваля. Ряд Фурье по тригонометрической системе. Теоремы о сходимости. Достаточные условия дифференцируемости. Ряды Фурье чётных и нечётных функций.

Двойные интегралы: Двойные интегралы, их свойства. 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.

Криволинейные интегралы: Криволинейные интегралы первого и второго рода, их свойства и вычисление. Восстановление функции по ее частным производным с помощью криволинейного интеграла. Формула Грина. Вычисление площадей с помощью формулы Грина.

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:

Что такое счетное множество?

Выберите один ответ:

- ☐ Неограниченно множество
- ☐ Множество, эквивалентное множеству натуральных чисел
- ☐ Множество, элементы которого можно пересчитать
- ☐ Множество бесконечной мощности

Какие из нижеприведенных свойств для показательных и логарифмических функций правильны?

Выберите один или несколько ответов:

- ☐ показательная функция $y = a^x$ является убывающей на множестве всех действительных чисел, если $0 < a < 1$, и возрастающей, если $a > 1$;
- ☐ множество значений показательной функции - множество всех положительных чисел;
- ☐ область определения показательной функции - множество всех положительных чисел;
- ☐ если $a > 1$, то функция $y = \log_a x$ принимает отрицательные значения при $x > 1$, положительные — при $0 < x < 1$;
- ☐ логарифмическая функция $y = \log_a x$ является возрастающей на промежутке $x > 0$, если $a > 1$, и убывающей, если $0 < a < 1$;

Функция — это:

Выберите один ответ:

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

Что такое расширенное множество действительных чисел?

Выберите один ответ:

- ☐ Множество действительных чисел, в которое добавлены два дополнительных элемента, подчиняющиеся особым правилам
- ☐ Числовое множество, в котором элементы могут принимать бесконечные значения
- ☐ Вся действительная прямая

Последовательность $\{a_n\}$ расходится к $+\infty$, если

Выберите один ответ:

- ☐ $\forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N \quad |a_n| > \varepsilon$
- ☐ $\forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N \quad a_n > \varepsilon$
- ☐ $\forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N \quad |a_n| < \varepsilon$
- ☐ $\forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N \quad a_n < \varepsilon$

Какое из представленных равенств называется свойством однородности определенного интеграла?

Выберите один ответ:

- ☐ $\int_a^b c f(x) dx = c \int_a^b f(x) dx, \quad c = const$
- ☐ $\int_a^b f(x) dx = \int_a^c f(x) dx + \int_c^b f(x) dx$
- ☐ $\int_a^b f(x) dx = - \int_b^a f(x) dx$
- ☐ $\int_a^b (f(x) + g(x)) dx = \int_a^b f(x) dx + \int_a^b g(x) dx$
- ☐ $\int_a^a f(x) dx = 0$

Выберите представление функции $\sin 2x$ с помощью ряда Тейлора в окрестности точки $x = 0$.

- ☐ $\sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{x^{2n}}{4^n (2n)!}$
- ☐ $2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{2^{2n}}{(2n-1)!} x^{2n-1}$
- ☐ $2 \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{4^n}{(2n+1)!} x^{2n+1}$
- ☐ $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \frac{x^{2n-1}}{2^n (2n-1)!}$
- ☐ $\sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{4^n}{(2n+1)!} x^{2n+1}$

Выберите верные утверждения

Выберите один или несколько ответов:

- ☐ a. Евклидово пространство всегда является метрическим пространством.
- ☐ b. Метрическое пространство всегда является нормированным пространством.
- ☐ c. Нормированное пространство всегда является метрическим пространством.
- ☐ d. Евклидово пространство всегда является нормированным пространством.
- ☐ e. В нормированном пространстве всегда можно определить скалярное произведение.
- ☐ f. Евклидово пространство это линейное пространство, в котором определено скалярное произведение.
- ☐ g. $\|\mathbf{x} + \mathbf{y}\| = \|\mathbf{x}\| + \|\mathbf{y}\|$

Какое тело называется кубиреуемым?

Выберите один ответ:

- ☐ Тело, которое можно вписать в многогранник.
- ☐ Тело, у которого внешний и внутренний объемы совпадают.
- ☐ Тело, которое можно вписать в конечное объединение кубов.
- ☐ Ограниченное тело.
- ☐ Тело, которое имеет рациональный объем.
- ☐ Тело, являющееся конечным объединением кубов.

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

Найдите $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{\sqrt{n^2+1}} + \frac{1}{\sqrt{n^2+2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{n^2+n+1}} \right)$

Ответ:

Какое действительное число представляет бесконечная десятичная дробь 0,1111111..... (1 в периоде)?

Выберите один ответ:

- ☐ $\frac{1}{9}$
- ☐ $\frac{1}{10}$
- ☐ Некоторое иррациональное число

Дано множество $A = \{a : a = \frac{n-1}{n}, n \in \mathbb{N}\}$. Какие из утверждений истинны?

Выберите один или несколько ответов:

- ☐ $\sup A = 0$
- ☐ $\sup A = 1$
- ☐ $\inf A = 1$
- ☐ $\inf A = 0$

Сколько сходящихся подпоследовательностей имеет ограниченная последовательность $a_n = (-1)^n + \frac{1}{n}$?

Выберите один ответ:

- ☐ Ни одной
- ☐ Одну
- ☐ Две
- ☐ Три
- ☐ Бесконечно много

Числовые ряды

1. Исследовать сх-ть знакопостоянных рядов:

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

2. Установить тип сходимости ряда или доказать, что

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)

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

Исследовать сходимость ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^n}{\sqrt{2n \ln n}}$

- ☐ Сходится
- ☐ Расходится

Какой вид имеет уравнение касательной плоскости к графику функции $f(x, y) = \sin y \cos x$ в точке $(0, 0)$?

Выберите один или несколько ответов:

- ☐ $z = x + y$
- ☐ $z = x + y + 1$
- ☐ $z = (\cos x)y$
- ☐ $z = (\cos y \cos x)x + (-\sin y \sin x)y - \sin y \cos x$
- ☐ $z = y$
- ☐ $z = (-\sin y \sin x)x + (\cos y \cos x)y + \sin y \cos x$
- ☐ $z = 0$
- ☐ $z = x + y - 1$
- ☐ $z = (-\sin y \sin x)x + (\cos y \cos x)y - \sin y \cos x$

Чему равна площадь криволинейного сектора, ограниченного кривой $r = \sqrt{\sin \phi}$, $\frac{\pi}{6} \leq \phi \leq \frac{\pi}{4}$?

Выберите один ответ:

- ☐ $\frac{\sqrt{3}-\sqrt{2}}{4}$
- ☐ $\frac{\sqrt{3}-\sqrt{2}}{2}$
- ☐ $\frac{\pi}{12}$
- ☐ $\frac{\sqrt{2}-\sqrt{3}}{4}$
- ☐ $\frac{\sqrt{3}-\sqrt{2}}{2}$

Найти производную функции $y = f(x)$, заданной уравнениями $x = \frac{t^2+1}{2}$, $y = \frac{t^2-5t}{t}$, в точке, соответствующей параметру $t = 3$.

Ответ:

В какой точке достигается точная верхняя грань функции $y = \operatorname{sgn} x \cos x$ на интервале $[-1, 1]$?

Выберите один ответ:

- ☐ В точке -1
- ☐ В точках вида $\frac{1}{2\pi k}$, где k – неотрицательное целое число
- ☐ В точке $\frac{2}{\pi}$
- ☐ В точке 0
- ☐ Не достигается ни в одной точке
- ☐ В точке 1

Найдите наименьшее значение функции $f(x) = x^2 - 6x + 6$ на отрезке $[1; 10]$

Ответ:

Найдите $\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{1 + (0.5)^n}$

Ответ:

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 сходимость 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. Найти массу кривой L : $x = \cos^3 t$, $y = \sin^3 t$, $t \in [0, \pi/2]$, с плотностью распределения массы $\rho = x$.
2. С помощью известных разложений представить функцию $f(x) = \frac{x^3}{1+x^4}$ рядом Тейлора в окрестности точки $x_0 = 0$, указать интервал сходимости полученного ряда.
1. Радикальный признак Коши сходимости знакоположительного ряда с доказательством.
2. Исследовать с помощью радикального признака Коши ряд $\sum_{n=1}^{\infty} 3^{n+1} \left(\frac{n+3}{n+4} \right)^{n^2}$.
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 область.

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 100%.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, все задания выполнены без ошибок. Задания выполнены на 89-99%
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Задания выполнены на 75-88%
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько не грубых ошибок. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Задания выполнены на 60-74%.
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 50-59%.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. Задания выполнены на 20-49%.
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 компет	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				

компетенций)							
<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	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<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	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован 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. Понятие функции. Обратная функция. Графики обратных тригонометрических функций.
2. Правила вычисления производных и дифференциалов, связанные с арифметическими действиями над функциями. Доказать правило дифференцирования суммы двух функций.
1. Понятие неопределенного интеграла, его свойства.
2. Определение экстремума функции нескольких переменных, необходимое условие экстремума.
1. Теорема Коши о свойстве коммутативности абсолютно сходящихся рядов (с доказательством).
2. Изменится ли сумма ряда $\sum_{n=1}^{\infty} n^2 \cos n \cdot e^{-\sqrt{n}}$ от перестановки его членов?

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

3. Ис-ть на непрерывность и дифференцируемость

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

4. Найти наибольшее и наименьшее значение функции $y = \frac{4x}{4+x^2}$ на отрезке $[-4, 2]$.

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

4. Исследовать на экстремум функцию $z = x^3 + 6xy + 3y^2 - 9x$.

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.

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.
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 - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-1

Сформулируйте необходимое условие точки перегиба. Сформулируйте достаточное условие точки перегиба.

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.

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

Что такое действительные числа?

В чем выражается главное отличие между рациональными и действительными числами?

Сформулируйте определение ε -окрестности точки $x \in \mathbb{R}$.

Сформулируйте определение окрестности $+\infty$.

Сформулируйте определение окрестности $-\infty$.

Сформулируйте определение окрестности ∞ .

Сформулируйте определения ограниченного, неограниченного множества.

Какое число называется верхней гранью множества.

Дайте определение точной верхней (нижней) грани множества.

Всегда ли существуют точные верхние грани множества?

Сформулируйте определение предела последовательности.

Сформулируйте определение сходящейся (расходящейся) последовательности.

Какая последовательность называется бесконечно малой (бесконечно большой)?

Сколько пределов может иметь сходящаяся последовательность?

Перечислите свойства пределов, связанные с неравенствами.

Сформулируйте определение ограниченной (неограниченной) последовательности.

Всякая ли сходящаяся последовательность ограничена? Всякая ли ограниченная последовательность сходится?

Сформулируйте свойства бесконечно малых последовательностей.

Сформулируйте определение монотонной последовательности.

Сформулируйте определение возрастающей (убывающей) последовательности.

Если последовательность монотонная, она будет иметь предел?

Как определяется число e ?

Сформулируйте определение фундаментальной последовательности.

Сформулируйте критерий Коши существования предела последовательности.

Дайте определение частичного предела.

Сформулируйте критерий частичного предела.

Что такое верхний (нижний) предел последовательности?

Какая связь между сходимостью последовательности и ее частичными пределами?

Сформулируйте определение по Гейне предела функции.

Сформулируйте определение предела функции по Коши. Приведите соответствующий пример (с геометрической иллюстрацией).

Сформулируйте определение бесконечно малой функции.

Сформулируйте определение бесконечно большой функции.

Сформулируйте определение бесконечно малых функций одного порядка.

Сформулируйте определение эквивалентных бесконечно малых функций.

Сформулируйте определение порядка малости одной функции относительно другой.

Сформулируйте определение приращения функции.

Сформулируйте определение непрерывности функции в точке (любое).

Сформулируйте определение непрерывности функции на множестве.

Сформулируйте определение точки разрыва.

Сформулируйте определение точки устранимого разрыва.

Сформулируйте определение точки разрыва I-го рода.

Сформулируйте определение точки разрыва II-го рода.

Сформулируйте основные свойства непрерывных функций на отрезке (теоремы Вейерштрасса, теоремы Больцано-Коши).

Дайте классификацию точек множества на числовой прямой.

Какое множество называется открытым? Замкнутым? Может ли множество быть открытым и одновременно замкнутым?

Сформулируйте определение производной функции в точке.

Сформулируйте определение односторонней производной функции.

Сформулируйте определение производной n -го порядка.

Сформулируйте определение дифференцируемой функции в точке.

Сформулируйте определение дифференциала первого порядка.

Какой геометрический смысл имеет производная функции в точке и дифференциал функции в точке?

Сформулируйте определение дифференциала n -го порядка.

Сформулируйте необходимое и достаточное условие дифференцируемости функции в точке.

Сформулируйте теорему о связи дифференцируемости и непрерывности функции.

Как найти производную (дифференциал) произведения.

Как найти производную (дифференциал) частного.

В чем заключается свойство инвариантности формы записи дифференциала первого порядка.

Продемонстрируйте неинвариантность формы второго дифференциала.

Сформулируйте определение возрастающей строго (нестрого) функции.

Сформулируйте определение убывающей строго (нестрого) функции.

Сформулируйте определение монотонной функции.

Сформулируйте определение локального минимума (максимума).

Сформулируйте основные теоремы о дифференцируемых на интервале функциях: Ферма, Ролля, Лагранжа.

Какие следствия из теоремы Лагранжа вам известны?

Что такое формула Тейлора?

Сформулируйте определение строгого локального минимума (максимума).

Сформулируйте определение экстремума.

Сформулируйте определение строгого экстремума.

Сформулируйте определение стационарной точки.

Сформулируйте определение критической точки.

Сформулируйте необходимое условие экстремума?

Сформулируйте достаточные условия экстремума?

Какая точка называется точкой перегиба дифференцируемой функции?

Сформулируйте необходимое условие точки перегиба.

Сформулируйте достаточное условие точки перегиба.

Сформулируйте определение вертикальной, наклонной асимптоты.

Сформулируйте необходимое и достаточное условие наличия наклонной асимптоты.

Что такое первообразная и неопределенный интеграл?

Сформулируйте свойства неопределенного интеграла.

Чему равен интеграл от суммы функций?

Равен ли интеграл от произведения функций произведению интегралов от этих функций? Приведите пример.

Перечислите простейшие рациональные дроби.

Какое выражение называется дифференциальным биномом?

При каких условиях дифференциальный бином интегрируется в элементарных функциях?

Сформулируйте понятие определенного интеграла (интеграла Римана).

Какое условие является необходимым для интегрируемости функции?

Что такое суммы Дарбу и зачем они нужны?

Какие функции являются интегрируемыми по Риману?

Что такое интеграл с переменным верхним пределом?

Какими свойствами обладает интеграл с переменным верхним пределом?

Какая связь между определенным и неопределенным интегралом?

Как задается кривая на плоскости и в пространстве? Что такое параметризация кривой?

Сформулируйте определение длины дуги и спрямляемой кривой.

Как определяется площадь плоской фигуры по Жордану?

Как найти площадь криволинейной трапеции, криволинейного сектора?

Как найти площадь плоской фигуры с параметрически заданной границей?

Как найти площадь поверхности и объем тел вращения?

Что такое векторное пространство R^n ?

Дайте определение евклидова пространства.

Какое пространство называется метрическим?

Что является пределом последовательности в пространстве R^n ?

Что такое покоординатная сходимость?

Что такое повторные пределы функции двух переменных?

Сформулируйте определение предела функции нескольких переменных.

Какая функция называется непрерывной в точке по совокупности переменных?

Какая функция называется непрерывной в точке по отдельным переменным?

Какое множество называется компактным?

Сформулируйте критерий Больцано-Вейерштрасса компактности множества.

Какое множество называется связным?

Сформулируйте свойства непрерывных функций на компактном множестве (теоремы Вейерштрасса, теорема Кантора).

Сформулируйте свойства непрерывных функций на связном множестве (теоремы Больцано-Коши).

Дайте определение частной производной функции.

Какая функция двух переменных называется дифференцируемой в точке?

Если функция имеет частные производные в точке, будет ли она дифференцируемой в этой точке?

Сформулируйте достаточное условие дифференцируемости функции в точке.

Что такое касательная плоскость и нормаль к поверхности?

Напишите формулу Тейлора для функции многих переменных.

Какая функция называется заданной неявно?

Каким условиям должна удовлетворять функция $F(x,y)$, чтобы уравнение $F(x,y)=0$ определяло в окрестности точки x_0 единственную непрерывную функцию $y(x)$ так, что $y(x_0)=y_0$. При каких условиях эта функция будет дифференцируемой в окрестности точки x_0 ?

Каким условиям должна удовлетворять функция $F(x,y,z)$, чтобы уравнение $F(x,y,z)=0$ определяло в окрестности точки (x_0,y_0) единственную непрерывную функцию $z(x,y)$ так, что $z(x_0,y_0)=z_0$. При каких условиях эта функция будет дифференцируемой в окрестности точки (x_0,y_0) ?

Какая функция называется заданной неявно системой уравнений?

Сформулируйте теорему о неявной функции, заданной системой уравнений?

Что такое замена переменных?

Дайте определение локального экстремума функции нескольких переменных.

Сформулируйте необходимое условие локального экстремума, достаточное условие локального экстремума.

Какая точка называется точкой условного экстремума функции нескольких переменных?

Как найти условный экстремум функции?

В чем заключается метод множителей Лагранжа?

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?

Что такое тройной интеграл и многократные интегралы?

Как вычислить двойной, тройной интеграл?

Какие приложения двойных интегралов вам известны?

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

Как определяется криволинейный интеграл первого, второго рода?

Зависит ли криволинейный интеграл первого рода от направления интегрирования? Что можно сказать в этом случае относительно криволинейного интеграла второго рода?

Как вычислить криволинейный интеграл первого, второго рода?

Когда криволинейный интеграл второго рода не зависит от вида кривой интегрирования?

Как восстановить функцию по ее частным производным (дифференциалу) с помощью криволинейного интеграла второго рода?

Какая связь между криволинейным интегралом второго рода и двойным интегралом?

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

Оценка	Критерии оценивания
	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.

Рецензент(ы): Кузенков Олег Анатольевич, кандидат физико-математических наук.

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

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.