

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Радиофизический факультет

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

03.03.03 - Радиофизика

Направленность образовательной программы

Фундаментальная радиофизика

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.11 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
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности;	ОПК-1.1: Обладает фундаментальными знаниями в области физики и радиофизики ОПК-1.2: Анализирует физические аспекты теории и возможности ее использования для решения научно-исследовательских задач ОПК-1.3: Решает научно-исследовательские задачи, в том числе в сфере педагогической деятельности	ОПК-1.1: Знает основные понятия и теоремы курса «Математический анализ», логические связи между понятиями и теоремами, основные методы доказательств и решения задач в математическом анализе. Умеет применять методы и приемы решения задач из различных разделов математического анализа; применять математические методы для решения задач физики; использовать адекватный математический аппарат; выполнять математическую обработку результатов экспериментов; выполнять приближенные вычисления и оценивать их погрешность; использовать методы математического моделирования в практической деятельности; Владеет методами решения различных задач, понятийным аппаратом дисциплины «Математический анализ», современными знаниями о математическом анализе и его приложениях. ОПК-1.2:	Контрольная работа Проект	Экзамен: Контрольные вопросы Практическая задача

		<p>Знает основополагающие принципы, понятия и факты дифференциального и интегрального исчисления функций одной переменной: основные понятия, формулы, теоремы.</p> <p>Умеет применять методы математического анализа к анализу физических аспектов теории при решении научно-исследовательских задач.</p> <p>Владеет опытом анализа физических аспектов математического анализа и его использования для решения научно-исследовательских задач.</p> <p>ОПК-1.3:</p> <p>Знает методы решения ключевых задач математического анализа.</p> <p>Умеет решать практические задачи в области физики и радиофизики с помощью прикладных аспектов математического анализа.</p> <p>Владеет навыками применения аппарата математического анализа для решения задач профессиональной деятельности..</p>		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	8
Часов по учебному плану	288
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	96
- КСР	2
самостоятельная работа	63
Промежуточная аттестация	63

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
Тема 1. Введение в анализ	56	16	24	40	16
Тема 2. Пределы последовательности и функции. Непрерывность функции	56	16	24	40	16
Тема 3. Дифференциальное исчисление функций одной переменной	56	16	24	40	16
Тема 4. Интегральное исчисление функций одной переменной	55	16	24	40	15
Аттестация	63				
КСР	2			2	
Итого	288	64	96	162	63

Содержание разделов и тем дисциплины

Практические занятия организуются, в том числе в форме практической подготовки. На практических занятиях более подробно изучается программный материал в плоскости отработки практических умений и навыков и усвоения следующих тем:

1. Построение графиков элементарных функций. Обратные тригонометрические и гиперболические функции. Действия с графиками. Построение эскизов графиков сложных функций. Построение графиков функций, заданных параметрически, и в полярной системе координат.
2. Вычисление предела последовательности. Определение предела функции. Вычисление предела функции с помощью алгебраических преобразований. Первый замечательный предел. Второй замечательный предел. Эквивалентные бесконечно малые. Вычисление пределов с использованием эквивалентных бесконечно малых. Сравнение бесконечно больших и бесконечно малых функций, определение порядка малости.
3. Непрерывность функции, классификация точек разрыва. Построение эскизов графиков функций.
4. Дифференцирование явно заданных функций. Вычисление дифференциалов функции. Производные и дифференциалы высших порядков. Производные обратной, неявной и параметрически заданной функции. Правила Лопиталья. Формула Тейлора. Геометрические приложения производной. Исследование функции и построение графиков.
5. Интегрирование с помощью таблицы интегралов. Интегрирование внесением под знак дифференциала. Замена переменной в неопределенном интеграле. Интегрирование по частям. Интегрирование квадратного трехчлена. Интегрирование рациональных функций. Интегрирование иррациональных функций. Интегрирование тригонометрических функций. Вычисление определенного

интеграла. Геометрические и механические приложения определенного интеграла.
Практическая подготовка направлена на формирование и развитие знаний, умений и навыков применения аппарата математического анализа для решения задач профессиональной деятельности.

Текущий контроль успеваемости реализуется в форме проведения контрольной работы и проверки выполнения домашних заданий.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (экзамен).

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.

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Математический анализ» включает выполнение практических заданий под контролем преподавателя, а также подготовку к контрольной работе и экзамену.

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 - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

Контрольная работа по теме «Дифференцирование функции одной переменной»

Вариант 1:

1. Вычислить y'_x , если $y = \sqrt{x^2 + 1} - \ln \left(\frac{1}{x} + \sqrt{1 + \frac{1}{x^2}} \right) + (\sin x)^{\cos x}$
2. Вычислить y''_{xx} , где $x(t) = e^t$, $y(t) = e^{\cos t}$
3. Вычислить $y^{(10)}$, если $y = (x^2 + 1) \sin 2x$
4. Найти $d^2 y$, $y = 4^{-x^2}$ если x – зависимая переменная
5. Вычислить $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x - e^{-x} - 2x}{x - \sin x}$ по правилу Лопиталя и по формуле Тейлора

Вариант 2:

1. Вычислить y'_x , если $y = \ln \cos \operatorname{arctg} \frac{e^x - e^{-x}}{2} + 2 \arcsin \frac{x+1}{\sqrt{2}} + (\ln x)^x$
2. Вычислить y''_{xx} , где $x(t) = 0,25(t+1)^2$, $y(t) = 0,25(t-1)^2$
3. Вычислить $y^{(10)}$, если $y = (1-x)^{2^x}$
4. Найти $d^2 y$, $y = \cos x^3$ если x –зависимая переменная
5. Вычислить $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{x^2} - 1}{2x \sin x}$ по правилу Лопиталя и по формуле Тейлора
6. Исследовать и построить график функции $f(x) = \left(\frac{1+x}{1-x} \right)^4$

Вариант 3:

1. Вычислить y'_x , если $y = \sqrt[3]{1+x\sqrt{x^2+1}} + 2 \operatorname{arctg}^2 \left(\frac{2x-1}{\sqrt{3}} \right) + \left(\frac{x}{1+x} \right)^{\ln x}$
2. Вычислить y''_{xx} , где $x(t) = t^2/(1-t^2)$, $y(t) = 1/(t+1)$
3. Вычислить $y^{(10)}$, если $y = (x^2+1)e^{-2x}$
4. Найти $d^2 y$, $y = \sin x^2$ если x –зависимая переменная
5. Вычислить $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x - \frac{x^3}{6} - \frac{x^2}{2} - x - 1}{\cos x + \frac{x^2}{2} - 1}$ по правилу Лопиталя и по формуле Тейлора
6. Исследовать и построить график функции $f(x) = \frac{x^2}{(x-1)^2}$

Вариант 4:

1. Вычислить y'_x , если $y = \frac{1}{\sqrt{1+\sin^2 x}} - \ln \arccos \sqrt{1-3x} + (x+1)^{e^x}$
2. Вычислить y''_{xx} , где $x(t) = e^t + t$, $y(t) = t^2 + 1$
3. Вычислить $y^{(10)}$, если $y = (2x^2 - 3x + 5) \cos x$

4. Найти $d^2 y$, $y = \sqrt{x+1}$, если x –зависимая переменная

5. Вычислить $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{4 \ln(1+x) - 4x + 2x^2 - \frac{4}{3}x^3 + x^4}{6 \sin x - 6x + x^3}$ по правилу Лопиталя и по формуле Тейлора

6. Исследовать и построить график функции $f(x) = \frac{(x+1)^2}{x^2 + 2x}$

Контрольная работа по теме «Неопределенный и определенный интеграл»

Вариант 1:

1. Вычислить интегралы:

$$\int \frac{\sin 2x}{\sqrt{2 + \cos^2 x}} dx, \quad \int \frac{(x-3)dx}{\sqrt{3-2x-x^2}}, \quad \int \frac{2 \operatorname{tg} x + 3}{\sin^2 x + 2 \cos^2 x} dx, \quad \int_{-4}^1 \frac{dx}{\sqrt[4]{5-x} + \sqrt{5-x}}$$

$$\int \frac{dx}{(x^2 + 2x - 8)(x^2 + 2x + 5)}, \quad \int_0^{e-1} \ln(x+1) dx, \quad \int \cos^3 2x dx, \quad \int \sqrt[3]{x} \sqrt[3]{1 + 3\sqrt[3]{x^2}} dx$$

2. Найти площадь фигуры, ограниченной линиями: $y^2 + 8x = 16$, $y^2 - 24x = 48$

4. Найти длину дуги плоской кривой $r = 1 - \cos \varphi$

Вариант 2:

1. Вычислить интегралы:

$$\int \frac{\sin x + \cos x}{\sqrt[5]{\sin x - \cos x}} dx, \quad \int \frac{(x-2)dx}{\sqrt{x^2 - 10x + 29}}, \quad \int \frac{dx}{4 \sin^2 x - 3}, \quad \int \frac{dx}{\sqrt{(x-1)^3(x-2)}},$$

$$\int \frac{dx}{x^3 - 1}, \quad \int_0^3 \sqrt{9-x^2} dx, \quad \int \arccos(3-x) dx, \quad \int x^5 \sqrt[3]{(1+x^3)^2} dx$$

2. Найти площадь фигуры, ограниченной кривой: $x = 2 - y - y^2$ и осью ординат.

3. Найти длину одной арки циклоиды: $\begin{cases} x = a(t - \sin t) \\ y = a(1 - \cos t) \end{cases} \quad 0 \leq t \leq 2\pi$

Вариант 3:

1. Вычислить интегралы:

$$\int \frac{e^x \sqrt{\operatorname{arctg} e^x}}{1+e^{2x}} dx, \quad \int \frac{(5x+4)dx}{\sqrt{x^2+2x+5}}, \quad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{dx}{8-4\sin x+7\cos x}, \quad \int \frac{x+\sqrt[3]{x^2}+\sqrt[6]{x}}{x(1-\sqrt[3]{x})} dx,$$

$$\int \frac{xdx}{x^3+1}, \quad \int \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{x}{2}} dx, \quad \int (x^3+5x) \ln x dx, \quad \int \frac{dx}{x^4 \sqrt{1+x^2}}$$

2. Найти площадь фигуры, ограниченной линиями: $y = \sin|x|$, $y = |x| - \pi$

3. Вычислить длину дуги кривой: $y^2 = 9 - x$, $-3 \leq y \leq 0$

Вариант 4:

1. Вычислить интегралы:

$$\int \frac{3\sqrt{x} - 2\cos \frac{1}{x^2}}{x^3} dx, \quad \int \frac{\arccos x}{\sqrt{1+x}} dx, \quad \int \frac{2x-8}{\sqrt{1-x-x^2}} dx, \quad \int \frac{1+\sin x}{(1+\cos x)\sin x} dx, \quad \int_0^1 \frac{1}{(2-x)^2} \sqrt{\frac{2-x}{2+x}} dx,$$

$$\int \frac{x^3+5}{(x-1)(x^2+4)} dx, \quad \int \cos(\ln x) dx, \quad \int x^5 \sqrt[3]{(1+x^3)^2} dx$$

2. Найти площадь фигуры, заключенной между кривыми: $y = 2 - x^2$ и $y^3 = x^2$

3. Найти длину дуги кривой: $r = a(1 + \cos \varphi)$

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
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», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы

Оценка	Критерии оценивания
	одна компетенция сформирована на уровне «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»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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

«Исследование функции с помощью производной и построение её графика» для оценки компетенции ОПК-1

Построение графиков функций на занятиях требует достаточно много времени. Конечно, на практических аудиторных занятиях рассматривается часть примеров, но многие интересные случаи построения графиков остаются нерассмотренными. Поскольку эта тема очень важна для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Физика», то такой проект целесообразен при изучении математического анализа.

На первом этапе работы над проектом студентам дается задание изучить теоретический материал по теме исследования. Здесь систематизируются собранные факты, происходит анализ собранных сведений, формируется умение делать логические выводы, т.е. развиваются научно-поисковые проектные умения. Проведя анализ выполненной работы, студенты делают обобщающий вывод, что с помощью знаков значений функции можно определить: нули функции, интервалы, в которых функция расположена выше и ниже оси OX (интервалы знакопостоянства функции). С помощью знаков первой производной функции можно определить: интервалы возрастания и убывания функции (интервалы знакопостоянства первой производной функции); необходимые и достаточные условия экстремума функции. С помощью знаков второй производной можно определить: интервалы выпуклости и вогнутости функции, необходимые и достаточные условия точки перегиба. Изучаются особенности поведения функции на границе области определения и в точках разрыва, построение асимптот.

Исследуется специфика построения графиков рациональных, иррациональных, тригонометрических, обратных тригонометрических функций. Для геометрических и физических приложений определенного интеграла важно уметь строить графики в полярных координатах. Также необходимо уметь исследовать и строить кривые, заданные параметрически. Физической интерпретацией таких кривых является движение материальной точки на плоскости.

На втором этапе приобретенный теоретический опыт применяется для построения графиков функций. Студентам дается задание изучить схему построения графиков и построить графики конкретных функций.

Примерные варианты заданий.

Исследовать и построить графики функций и кривых:

Вариант 1. ;

$$y = \frac{x^4}{(1+x)^3} \quad y = \sqrt[3]{(x-3) \cdot (x-6)^2} ; \quad y = \frac{x}{\ln x} ; \quad y = x - 2 \arctg x.$$

На заключительном этапе студенты выступают с докладами по результатам своего исследования. При наличии технической возможности это могут быть презентации проектов. Таким образом, студенты приобретают ценный исследовательский опыт и, прослушав все доклады, получают достаточно полное представление о разнообразных случаях поведения функции.

Критерии оценивания (оценочное средство - Проект)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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 ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» ИЛИ 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	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» ИЛИ Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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	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 некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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 - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Метод математической индукции, вывод формул общего члена и суммы арифметической и геометрической прогрессий.

2. Бином Ньютона.

3. Аксиоматическое задание и свойства множества действительных чисел.

4. Модуль действительного числа и его свойства.

5. Ограниченные и неограниченные множества. Понятие точных верхней и нижней граней числового множества.

6. Понятие функции, способы задания функций. Обратная функция, примеры.

7. Элементарные свойства функций: монотонность, периодичность, симметрия.

8. Понятие предела числовой последовательности (4 определения с примерами).

9. Единственность предела числовой последовательности.

10. Ограниченность сходящейся последовательности. Теорема Больцано-Вейерштрасса.

11. Критерий Коши сходимости числовой последовательности.

12. Теорема о существовании предела монотонной ограниченной последовательности. Число .

13. Теорема о предельном переходе в неравенствах.

14. Бесконечно малые последовательности и их свойства.
15. Арифметические действия над пределами последовательностей.
16. Определение предела функции по Коши и по Гейне.
17. Свойства пределов функций.
18. Первый замечательный предел и его следствия.
19. Второй замечательный предел и его следствия.
20. Эквивалентные функции, сравнение бесконечно малых.
21. Применение метода замены на эквивалентную функцию и метода выделения главной части при вычислении пределов.
22. Односторонние пределы.
23. Определения непрерывности функции в точке.
24. Непрерывность функции на множестве. Свойства функций, непрерывных на отрезке.
25. Точки разрыва функции и их классификация.
26. Определение производной функции в точке. Таблица производных (с выводом).
27. Правила вычисления производной.
28. Односторонние производные. Связь непрерывности функции в точке с существованием конечной производной.
29. Физический смысл производной.
30. Геометрический смысл производной. Уравнения касательной и нормальной прямых к графику функции.
31. Логарифмическое дифференцирование.
32. Понятие дифференцируемости функции в точке.
33. Критерий дифференцируемости. Формула для вычисления дифференциала.
34. Правила вычисления дифференциала, свойство инвариантности дифференциала первого порядка.
35. Геометрический смысл дифференциала.
36. Приближенные вычисления с помощью дифференциала.
37. Производные высших порядков, правила их вычисления.

38. Производная от функции, заданной параметрически.
39. Производная от функции, заданной неявно.
40. Дифференциалы высших порядков и их свойства.
41. Теорема Ферма.
42. Теорема Ролля.
43. Теорема Лагранжа.
44. Теорема Коши.
45. Правила Лопиталя.
46. Формула Тейлора с различными формами остаточного члена.
47. Стандартные разложения по формуле Маклорена.
48. Приложения формулы Тейлора.
49. Условия постоянства функции на промежутке.
50. Определение функции, монотонной на промежутке. Критерии строгой и нестрогой монотонности.
51. Определение точки локального экстремума. Необходимое условие экстремума. Достаточные условия экстремума.
52. Определение выпуклости функции на промежутке. Критерии выпуклости.
53. Точки перегиба. Необходимые и достаточные условия точки перегиба.
54. Асимптоты вертикальные, наклонные и горизонтальные.
55. Схема исследования функции и построения ее графика.
56. Отыскание наибольшего и наименьшего значения функции.
57. Понятие кривой и ее длины. Достаточное условие спрямляемости кривой.
58. Натуральный параметр. Эквивалентность бесконечно малых элементов дуги, касательной и хорды.
59. Кривизна кривой; радиус, центр и круг кривизны. Эволюта и эвольвента.
60. Понятие первообразной и неопределенного интеграла. Правила вычисления неопределенных интегралов.
61. Таблица интегралов.
62. Замена переменной в неопределенном интеграле. Примеры.

63. Правило интегрирования по частям в неопределенном интеграле. Примеры.
64. Комплексные числа, действия над ними. Алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы записи комплексных чисел.
65. Разложение многочленов на множители.
66. Рациональные функции. Правильные и неправильные дроби. Выделение целой части для неправильной дроби.
67. Простейшие рациональные дроби. Разложение правильной дроби на простейшие.
68. Интегрирование простейших рациональных дробей (4 типа).
69. Алгоритм вычисления неопределенного интеграла от рациональной функции. Методы нахождения неопределенных коэффициентов.
70. Интегрирование иррациональных функций.
71. Подстановки Эйлера.
72. Интегрирование дифференциального бинома.
73. Вычисление интегралов от тригонометрических функций.
74. Задача о массе стержня.
75. Понятие определенного интеграла Римана.
76. Геометрический смысл определенного интеграла.
77. Свойства определенного интеграла.
78. Интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница.
79. Формула интегрирования по частям в определенном интеграле.
80. Замена переменной в определенном интеграле.
81. Понятие несобственного интеграла. Примеры.
82. Общая схема приложений определенного интеграла.
83. Площадь фигуры в декартовых координатах и в случае параметрического задания функции.
84. Площадь криволинейного сектора в полярных координатах.
85. Длина дуги кривой, заданной параметрически, в декартовых координатах.
86. Длина дуги в полярных координатах.

87. Объём тела через площадь поперечного сечения. Объём тела вращения.

88. Площадь поверхности тела вращения.

89. Вычисление статических моментов и центров тяжести кривых, а также плоских фигур.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
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», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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

Практическая задача для промежуточной аттестации по тематике соответствует контрольным работам для текущего контроля

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическая задача)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена

Оценка	Критерии оценивания
	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», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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

Основная литература:

1. Кудрявцев Лев Дмитриевич. Курс математического анализа : [учеб. для физ.-мат. и инженер.-физ. специальностей вузов] : в 3 т. Т. 1 / Л. Д. Кудрявцев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1988. - 712 с. : ил. - ISBN 5-06-001290-5 (в пер.) : 1.60., 261 экз.
2. Кудрявцев Лев Дмитриевич. Курс математического анализа : учеб. для студентов физ.-мат. и инженер.-физ. специальностей вузов : в 3 т. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1988-. Курс математического анализа. Т. 2. - 1988. - 575, [1] с. : ил. - ISBN 5-06-000444-9, 5-06-00145 (Т.2) : 1.40., 181 экз.
3. Кудрявцев Лев Дмитриевич. Курс математического анализа : [учеб. для физ.-мат. и инженер.-физ. специальностей вузов] : в 3 т. Т. 3. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1989. - 351, [1] с. : ил. - ISBN 5-06-000444-9, 5-06-00151 : 0.95., 171 экз.
4. Фихтенгольц Григорий Михайлович. Основы математического анализа : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. и специальностям в области естеств. наук и математики, техники и технологий, образования и педагогики. Ч. 1. - Изд. 9-е, стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008. - 448 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-

5-8114-0190-1 (ч. 1) : 280.00., 1 экз.

5. Фихтенгольц Григорий Михайлович. Основы математического анализа : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. и специальностям в области естеств. наук и математики, техники и технологий, образования и педагогики. Ч. 2. - Изд. 9-е, стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008. - 464 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0191-8 (ч. 2) : 100.00., 1 экз.

6. Демидович Борис Павлович. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : учеб. пособие для вузов. - М. : АСТ : Астрель, 2003. - 558, [2] с. : ил. - ISBN 5-17-010062-0 (АСТ). - ISBN 5-271-03601-4 (Астрель) : 194.00., 270 экз.

7. Круглова С. С. Теория пределов. Дифференциальное исчисление функций одной переменной : электронное учебно-методическое пособие / Круглова С. С., Галкина С. Ю., Галкин О. Е. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2010. - 96 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730023&idb=0>.

8. Галкина С. Ю. Неопределенный интеграл : курс лекций / Галкина С. Ю., Галкин О. Е. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2015. - 37 с. - Рекомендовано методической комиссией механико-математического факультета для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 011200 «Физика», 210100 «Электроника и нанoeлектроника», 230400 «Информационные системы и технологии», 222900 «Нанотехнологии и микросистемная техника». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730143&idb=0>.

9. Галкина С. Ю. Определенный интеграл и его приложения : курс лекций / Галкина С. Ю., Галкин О. Е. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2015. - 40 с. - Рекомендовано методической комиссией механико-математического факультета для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 011200 «Физика», 210100 «Электроника и нанoeлектроника», 230400 «Информационные системы и технологии», 222900 «Нанотехнологии и микросистемная техника». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730154&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Ильин Владимир Александрович. Основы математического анализа : учеб. для вузов: [в 2 ч.]. Ч. 1. - 6-е изд., стер. - М. : Физматлит, 2001. - 648 с. - (Курс высшей математики и математической физики. Вып. 1). - ISBN 5-9221-0130-7 (Вып. 1). - ISBN 5-9221-0134-X : 158.21., 30 экз.

2. Ильин Владимир Александрович. Основы математического анализа : учеб. для студентов физ. специальностей и специальности "Прикладная математика" : в 2 ч. Ч. 2. - Изд. 4-е, стер. - М. : Физматлит, 2001. - 464 с. - (Курс высшей математики и математической физики / под ред. А. Н. Тихонова, В. А. Ильина, А. Г. Свешникова ; вып. 2). - ISBN 5-9221-0131-5 (вып. 2). - ISBN 5-9221-0134-X : 140.00., 31 экз.

3. Берман Георгий Николаевич. Сборник задач по курсу математического анализа : [для вузов]. - 20-е изд. - М. : Наука, 1985. - 383 с. : ил. - 1.20., 324 экз.

4. Краснова Светлана Анатольевна. Математический анализ для экономистов в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для вузов / С. А. Краснова, В. А. Уткин. - Москва : Юрайт, 2024. - 298 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/536982> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN

978-5-9916-6383-0 : 1309.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт".,
<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=903562&idb=0>.

5. Краснова Светлана Анатольевна. Математический анализ для экономистов в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для вузов / С. А. Краснова, В. А. Уткин. - Москва : Юрайт, 2024. - 315 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/537376> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-9916-6978-8 : 1369.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт".,
<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=907896&idb=0>.

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

1. <http://e.lanbook.com>
2. <http://www.studentlibrary.ru>
3. <http://www.znaniyum.com>

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 ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 03.03.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Минаева Оксана Николаевна, кандидат экономических наук
Дубков Александр Александрович, доктор физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Павлов Игорь Сергеевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18 декабря 2023 года, протокол № 09/23.