

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
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

Математический анализ
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
бакалавриат
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
03.03.03 Радиофизика
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Фундаментальная радиофизика
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная
(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
3	Базовая. Блок 1.	Дисциплина <i>Б1.О.11 Математический анализ</i> относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП по направлению подготовки 03.03.03 "Радиофизика" с профилем «Фундаментальная радиофизика». Дисциплина обязательна для освоения в 1 семестре.

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	
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 фундаментальным и знаниями в области физики и радиофизики.	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.	Теоретический вопрос на экзамене

	ОПК-1.2. Анализирует физические аспекты теории и возможности ее использования для решения научно-исследовательских задач.	Знает основополагающие принципы, понятия и факты дифференциального и интегрального исчисления функций одной переменной: основные понятия, формулы, теоремы. Умеет применять методы математического анализа к анализу физических аспектов теории при решении научно-исследовательских задач. Владеет опытом анализа физических аспектов математического анализа и его использования для решения научно-исследовательских задач.	Теоретический вопрос на экзамене, проект
	ОПК-1.3. Решает научно-исследовательские задачи, в том числе в сфере педагогической деятельности.	Знает методы решения ключевых задач математического анализа. Умеет решать практические задачи в области физики и радиофизики с помощью прикладных аспектов математического анализа. Владеет навыками применения аппарата математического анализа для решения задач профессиональной деятельности.	Контрольная работа, практическое задание на экзамене

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	8 ЗЕТ
Часов по учебному плану	288
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	162
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа	96
- текущий контроль (КСРИФ)	2
самостоятельная работа	63
Промежуточная аттестация – экзамен.	63

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание 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	Консультации	Всего	
		Очная	Очная	Очная	Очная	
Тема 1. Введение в анализ	56	16	24	0	40	16
Тема 2. Пределы последовательности и функции. Непрерывность функции.	56	16	24	0	40	16
Тема 3. Дифференциальное исчисление функций одной переменной.	56	16	24	0	40	16
Тема 4. Интегральное исчисление функций одной переменной.	55	16	24	0	40	15
КСР	2	0	0	2	2	0
Контроль (экзамен)	63					
Итого	288	64	96	2	162	63

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

Контрольные вопросы и практические задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно

<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, без ошибок.	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 с недочетами.	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, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. 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.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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 оценки при промежуточной аттестации

Уровень подготовки	
Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
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»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Вопросы по теории к экзамену по дисциплине «Математический анализ» 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 e .
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. Объем тела через площадь поперечного сечения. Объем тела вращения.
88. Площадь поверхности тела вращения.
89. Вычисление статических моментов и центров тяжести кривых, а также плоских фигур.

5.2.2. Типовые практические задания для экзамена (для оценки сформированности умений и навыков компетенции ОПК-1)

1. Вычислить пределы

$$1) \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{\cos x}{\sqrt[3]{(1 - \sin x)^2}}, \quad 2) \lim_{x \rightarrow 1} \left(\frac{1}{1-x} - \frac{3}{1-x^3} \right), \quad 3) \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}-0} (\operatorname{tg} x)^{\operatorname{ctg} x}.$$

2. Найти производную $y'(x) = ?$

$$\begin{cases} x = e^t \cos t \\ y = e^t \sin t \end{cases}$$

3. Исследовать функцию и построить её график.

$$y = \frac{x^2 - 5}{x - 3}$$

4. Вычислить интегралы:

$$1) \int \frac{dx}{\sqrt{4 - 9x^2}}, \quad 2) \int (x^2 - 2x + 5)e^{-x} dx, \quad 3) \int \frac{dx}{(x^2 + 1)(x^2 + 4)}.$$

5.2.3. Типовая контрольная работа (для оценки сформированности умений и навыков компетенции ОПК-1)

1. Вычислить интегралы:

$$\begin{aligned} & \int \frac{\sin 2x}{\sqrt{2 + \cos^2 x}} dx, \quad \int \frac{(x-3)dx}{\sqrt{3-2x-x^2}}, \quad \int \frac{2\operatorname{tg} x + 3}{\sin^2 x + 2\cos^2 x} dx, \quad \int_{-4}^1 \frac{dx}{\sqrt[4]{5-x} + \sqrt{5-x}} \\ & \int \frac{dx}{(x^2 + 2x - 8)(x^2 + 2x + 5)}, \quad \int_0^{e-1} \ln(x+1) dx, \quad \int \cos^3 2x dx, \quad \int \sqrt[3]{x} \sqrt[3]{1 + 3\sqrt[3]{x^2}} dx \end{aligned}$$

2. Найти площадь фигуры, ограниченной линиями:

$$y^2 + 8x = 16, \quad y^2 - 24x = 48$$

4. Найти длину дуги плоской кривой

$$r = 1 - \cos \varphi$$

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа, т. 1 – М.: Высшая школа, 1988. В библиотеке ННГУ 370 экз. Ссылка на каталог:
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=364323>
2. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа, т. 2 – М.: Высшая школа, 1988. В библиотеке ННГУ 325 экз. Ссылка на каталог:
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=298122>
3. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа, т. 3 – М.: Высшая школа, 1989. В библиотеке ННГУ 168 экз. Ссылка на каталог:
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=93050>
4. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа, т.1 и т.2. – СПб.: Лань, 2008. В библиотеке ННГУ 208 экз. Ссылка на каталог:
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=298117>
5. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу. М. АСТ. Астрель, 2003. – 558с. В библиотеке ННГУ 350 экз. Ссылка на каталог:
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=455736>

б) учебно-методические пособия по курсу

1. Галкина С.Ю., Галкин О.Е., Круглова С.С. Теория пределов. Дифференциальное исчисление функций одной переменной. Электронное учебно-методическое пособие. 2010 г. Нижний Новгород. ННГУ. Регистрационный номер 226.10.06. Адрес ресурса в интернете:
www.unn.ru/books/met_files/MA1_KGG.pdf
2. Галкина С.Ю., Галкин О.Е. Неопределённый интеграл. Электронное учебно-методическое пособие. 2015 г. Нижний Новгород. ННГУ. Регистрационный номер 951.15.06. Адрес ресурса в интернете: www.unn.ru/books/met_files/NeoprInt.pdf
3. Галкина С.Ю., Галкин О.Е. Определённый интеграл и его приложения. Электронное учебно-методическое пособие. 2015 г. Нижний Новгород. ННГУ. Регистрационный номер 950.15.06. Адрес ресурса в интернете: www.unn.ru/books/met_files/OprInt.pdf

в) дополнительная литература:

1. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Основы математического анализа. Часть 1, Часть 2 – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. В библиотеке ННГУ 55 экз. Ссылка на каталог:
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=31258>
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=389760>
2. Берман Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа. – М.: Наука, 1985. В библиотеке ННГУ 370 экз. Ссылка на каталог:
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=92714>

г) интернет-ресурсы

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

3. <http://www.znanium.com/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для обучения студентов имеются аудитории, оснащенные партами, учебной доской, мобильное место преподавателя (проектор, ноутбук, экран, ПО для презентаций, презентации лекций), а также учебная и научная литература, учебно-методические материалы, представленные в библиотечном фонде и базе электронных изданий университета.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 7 августа 2020 г. N 912.

Автор Минаева О.Н.

Заведующий кафедрой Дубков А.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета/института от «25» мая 2023 года, протокол № 04/23.