

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет  
Кафедра математической физики

УТВЕРЖДАЮ  
проректор

\_\_\_\_\_ П.А. Машаров  
«17» апреля 2025 г.  
МП

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки / Специальность	03.03.02 Физика
Направленность (профиль) образовательной программы / Специализация	Техническая физика беспилотных систем
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа учебной дисциплины **«Математический анализ»** для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль: Техническая физика беспилотных систем) составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 891 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2025 года.

Разработчик:

доцент кафедры математической физики,  
канд. физ.-мат. наук

В.И. Колесник

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры математической физики  
Протокол от 10.04.2025 г. №11.

Заведующий кафедрой

В.И. Колесник

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета  
16.04.2025 г.

С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.  
Протокол от 16.04.2025 г. № 4.

Председатель

В. Н. Котенко

Руководитель основной образовательной  
программы, канд. физ.-мат. наук, доц.  
10.04.2025 г.

П.В. Асланов

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной: базовая подготовка по математике в объеме программы средней школы, аналитическая геометрия.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: дифференциальные уравнения, теория функций комплексной переменной, теория вероятностей и математическая статистика, векторный и тензорный анализ, методы математической физики, теоретическая физика, используются при подготовке выпускной квалификационной работы.

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.03.02 Физика (Профиль: Техническая физика беспилотных систем)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М5.1 Математический анализ
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	11/396

### 2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	1	1	34	34	–	130	198	экзамен
	1	2	34	–	34	130	198	экзамен
Очная, всего			<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>260</b>	<b>396</b>	

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение понятий и методов математического анализа; формирование уровня математической культуры, достаточного для понимания и усвоения последующих курсов; овладение методами математических исследований.

## 4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### 4.1. Компетенции

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
-------------	------------	---------------------

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.	ОПК-1.5. Демонстрирует теоретические знания математического анализа. ОПК-1.6. Применяет знания математического анализа при решении задач теоретического и прикладного характера.	Знает основы математического анализа. Умеет применять знания математического анализа при решении математических и физических задач. Владеет навыками применения инструментария математического анализа.
---	---	---

## 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1 семестр

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
1. Числовые последовательности и их свойства.	Основные сведения о действительных числах. Числовая последовательность. Ограниченность последовательности. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности и их свойства. Сходящиеся последовательности и их свойства. Монотонные последовательности. Число $e$ .
2. Функции одной переменной.	Понятие функции. Различные способы задания функции. Координатная плоскость. График функции. Сложная функция. Предел функции в точке. Основные свойства функций, которые имеют предел. Первый и второй замечательные пределы. Сравнение бесконечно малых функций. Определение непрерывности в точке. Свойства непрерывных в точке функций. Точки разрыва и их классификация. Непрерывность основных элементарных функций. Свойства функций, непрерывных на отрезке. Существование и непрерывность обратной функции.
3. Производная.	Физические задачи, которые приводят к понятию производной. Определение производной. Уравнение касательной и нормали в точке. Радиус кривизны. Физический и геометрический смысл производной. Дифференцируемость функции в точке. Дифференциал и его свойства. Физический и геометрический смысл дифференциала. Правила дифференцирования. Производных элементарных функций. Производная от параметрически заданной и неявно заданной функции. Теоремы о среднем для дифференцируемых функций. Теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши. Производные и дифференциалы высшего порядка. Правило Лопиталя. Формула Тейлора. Приближенные вычисления с помощью формулы Тейлора.
4. Исследование функции.	Монотонность и ее признаки. Экстремум и его признаки. Наибольшее и наименьшее значения функций. Выпуклость и точки перегиба. Асимптоты графика функции. Построение графиков с помощью производной.

5. Неопределённый интеграл.	Понятие первообразной. Неопределённый интеграл и его свойства. Интегрирование некоторых элементарных функций. Таблица интегралов. Основные методы интегрирования.
6. Определённый и несобственный интегралы.	Понятие определённого интеграла. Интегральные суммы, суммы Дарбу. Классы интегрируемых функций. Основные свойства определённого интеграла. Интеграл с переменным верхним пределом, формула Ньютона-Лейбница. Геометрические и физические приложения определённого интеграла. Интеграл по бесконечному промежутку. Интеграл от неограниченной функции. Интеграл Пуассона.

## 2 семестр

7. Ряды.	Числовые ряды. Абсолютная и условная сходимость. Основные признаки сходимости. Функциональные последовательности и ряды. Равномерная сходимость. Степенной ряд, область его сходимости. Основные свойства степенных рядов. Понятие ряда Фурье. Ортогональность тригонометрической системы. Основная теорема о сходимости тригонометрического ряда Фурье. Разложение функции в ряд Фурье. Интеграл Фурье. Преобразование Фурье.
8. Функции многих переменных.	Понятие функции многих переменных. Предел функции. Непрерывность. Частные производные. Дифференцируемость. Касательная плоскость и нормаль. Дифференцируемость сложных функций. Замена переменных. Полный дифференциал. Производная и дифференциалы высших порядков. Производная по направлению. Градиент. Экстремум функции многих переменных.
9. Элементы комплексного анализа.	Понятие комплексного числа, формы его записи. Комплексная плоскость. Алгебра комплексных чисел. Извлечение корня из комплексного числа. Комплекснозначные функции действительного переменного. Элементарные функции комплексного переменного. Аналитическая функция.
10. Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы.	Двойные интегралы и их основные свойства. Вычисление двойных интегралов. Тройные интегралы, их свойства и способы вычисления. Замена переменных. Геометрические и физические приложения. Криволинейные интегралы, их свойства и вычисление. Поверхностные интегралы, их свойства и вычисление. Физическая интерпретация. Формулы Грина, Стокса, Остроградского. Элементы теории поля. Оператор Гамильтона. Поток, дивергенция, ротор векторного поля.

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Форма обучения – очная, курс – 1, семестр – 1

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
<b>Раздел 1. Функции одной переменной</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	–	<b>130</b>	<b>198</b>
Числовые последовательности	6	6	–	26	38
Предел и непрерывность функции	6	6	–	26	38
Производная	8	8	–	26	42
Исследование функции	6	6	–	26	38

Неопределённый и определенный интегралы	8	8	–	26	42
<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>–</b>	<b>130</b>	<b>198</b>

## 6.2. Форма обучения – очная, курс – 1, семестр – 2

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
<b>Раздел 2. Ряды</b>	<b>8</b>	<b>–</b>	<b>8</b>	<b>48</b>	<b>64</b>
Числовые ряды	4	–	4	20	28
Функциональные ряды	4	–	4	28	36
<b>Раздел 3. Функции многих переменных</b>	<b>26</b>	<b>–</b>	<b>26</b>	<b>82</b>	<b>134</b>
Предел, непрерывность, производная функции	8	–	8	24	40
Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы	14	–	14	44	72
Элементы комплексного анализа	4	–	4	14	22
<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>34</b>	<b>–</b>	<b>34</b>	<b>130</b>	<b>198</b>
<b>ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОП</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>260</b>	<b>396</b>

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1. Контрольные вопросы

#### Раздел 1

##### Числовые последовательности

1. Числовые последовательности и их ограниченность.
2. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности и их свойства.
3. Сходящиеся последовательности и их свойства.
4. Свойства предельного перехода в неравенствах.
5. Монотонные последовательности.

##### Предел и непрерывность функции

6. Понятие функции, способы её задания.
7. Предел функции в точке.
8. Непрерывность функции.
9. Точки разрыва функции и их классификация.
10. Ограниченные и монотонные функции.
11. Сравнение бесконечно малых функций. Эквивалентные функции.
12. Первый замечательный предел.
13. Второй замечательный предел.

##### Производная

14. Производная функции, её геометрический смысл.
15. Дифференцируемость функции в точке.
16. Дифференциал функции 1-го порядка.
17. Производные элементарных функций.
18. Сложная функция и её дифференцируемость.
19. Обратная функция и её дифференцируемость.
20. Дифференциалы высших порядков.
21. Формула Тейлора.

##### Исследование функции

22. Точки локального экстремума. Необходимое условие экстремума.
23. Достаточные условия экстремума.

24. Выпуклость графика функции.
25. Точки перегиба графика функции.
26. Асимптоты графика функции.
27. Теорема Ролля.
28. Теорема Лагранжа.
29. Условие монотонности функции на интервале.  
Неопределённый, определённый, несобственный интегралы
30. Понятие первообразной.
31. Неопределённый интеграл и его свойства.
32. Понятие определённого интеграла
33. Необходимое условие интегрируемости функции.
34. Верхние и нижние интегральные суммы и их свойства.
35. Необходимое и достаточное условие интегрируемости функции.
36. Классы интегрируемых функций.
37. Интеграл с переменным верхним пределом.
38. Формула Ньютона-Лейбница. Теорема о среднем значении.
39. Понятие интеграла по бесконечному промежутку.
40. Понятие интеграла от неограниченной функции.
41. Основные свойства определённого интеграла.
42. Спрямоугольная кривая. Достаточное условие спрямоугольности.
43. Площадь криволинейного сектора.
44. Физическое приложение определённого интеграла.

## Раздел 2

### Ряды

45. Сходимость числового ряда.
46. Числовые ряды с неотрицательными членами, признаки сходимости.
47. Знакопеременные числовые ряды. Признак Лейбница.
48. Степенной ряд и область его сходимости. Теорема Коши-Адамара.
49. Разложение функции в степенной ряд. Формула Эйлера.
50. Периодические функции и их свойства.
51. Тригонометрическая система и её ортогональность. Ряд Фурье.
52. Разложение в ряд Фурье чётных и нечётных функций.
53. Интеграл Фурье.
54. Преобразование Фурье.

## Раздел 3

Функции многих переменных. Кратные, криволинейные, поверхностные интегралы

55. Понятие многомерного пространства.
56. Частные производные ФМП.
57. Дифференцируемость ФМП.
58. Инвариантность формы первого дифференциала ФМП.
59. Производная по направлению. Градиент.
60. Понятие двойного интеграла.
61. Замена переменных в двойном интеграле.
62. Понятие тройного интеграла.
63. Криволинейный интеграл первого рода .
64. Криволинейный интеграл второго рода.
65. Понятие поверхностного интеграла первого рода.
66. Понятие поверхностного интеграла второго рода.
67. Поток векторного поля.
68. Дивергенция векторного поля.

69. Ротор векторного поля.

#### Элементы комплексного анализа

70. Комплексные числа, формы их записи.

71. Алгебра комплексных чисел.

72. Элементарные функции комплексного переменного.

73. Аналитические функции.

#### 7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по практике по темам:

- числовые последовательности (вычисление пределов; исследование на монотонность);
- функции одной переменной (вычисление пределов в точке, вычисление производных, исследование на непрерывность, исследование функции и построение графика);
- неопределенный, определённый, несобственный интегралы (вычисление интегралов, приложения определённого интеграла);
- ряды (исследование на сходимость числовых и функциональных рядов, разложение в степенной ряд и ряд Фурье);
- функции многих переменных (вычисление частных производных, градиента, исследование на экстремум);
- кратные, криволинейные, поверхностные интегралы (вычисление интегралов, замена переменных, приложения интегралов);
- элементы комплексного анализа (задачи по алгебре комплексных чисел, вычисление интегралов, исследование функции на аналитичность).

#### 7.3. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

Донецкий государственный университет  
Физико-технический факультет  
Кафедра математической физики

Программа высшего образования  
Направление подготовки  
Профиль подготовки  
Квалификация  
Форма обучения  
Семестр  
Дисциплина

Программа бакалавриата  
03.03.02 Физика  
Техническая физика беспилотных систем  
Бакалавр  
Очная  
1  
Математический анализ

#### Экзаменационный билет № 1

1. Сходящиеся последовательности и их свойства.
2. Сложная функция и её дифференцируемость.
3. Найти предел функции а)  $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x+1}{x-1}$ , б)  $\lim_{x \rightarrow 10} \frac{3-\sqrt{x-1}}{x-10}$
4. Разложить функцию  $f(x) = x^3 + 11x^2 + 3x - 1$  по степеням  $(x+2)$ .

Утверждено на заседании кафедры математической физики,  
протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_.202\_ г.



Заведующий кафедрой

В.И. Колесник

Экзаменатор

В.И. Колесник

## 8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

## 8.1. Семестр 1

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	15
	Самостоятельная работа	15
	Контрольные работы по практике	15
	Контрольная работа по теоретическому материалу	15
<b>ИТОГО</b>		<b>60</b>
<b>Экзамен</b>		<b>40</b>
<b>Общий итог за семестр</b>		<b>100</b>

## 8.2. Семестр 2

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
2-3	Организационно-учебная работа в аудитории	15
	Самостоятельная работа	15
	Контрольные работы по практике	15
	Контрольная работа по теоретическому материалу	15
<b>ИТОГО</b>		<b>60</b>
<b>Экзамен</b>		<b>40</b>
<b>Общий итог за семестр</b>		<b>100</b>

## Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в четвертом корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете четвертого корпуса (ауд.108).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

## 10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 11.1. Основная литература

1. Берман, Г. Н. Сборник задач по курсу математического анализа : учеб. пособие для вузов / Г. Н. Берман. - СПб. : Лань : Спец. лит., 2000. - 448 с.
2. Будак, Б. М. Кратные интегралы и ряды : учеб. для физ. и физ.-мат. фак. ун-тов / Б. М. Будак, С. В. Фомин. – М.: Наука, 1967. - 608 с.
3. Виноградова, И. А. Математический анализ в задачах и упражнениях: [Учеб. пособие для вузов] / И. А. Виноградова, С. Н. Олехник, В. А. Садовничий. - М. : Изд-во МГУ, 1991. - 351 с.
4. Демидович, Б. П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : учеб. пособие для вузов / Б. П. Демидович. - М. : АСТ : Астрель, – 558 с.
5. Ильин, В. А. Основы математического анализа: [Учеб. для физ. специальностей и специальности "Прикл. математика". Ч. 1 / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. – М. : Наука, 1982. - 616 с.
6. Ильин, В. А. Основы математического анализа : [Учебник для физ. специальностей и специальности "Прикл. математика" ун-тов]. Ч. 2 / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. – М. : Наука, 1980. – 447 с.
7. Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа: В 3 т. : [Учеб. для физ.-мат. и инж.-физ. специальностей вузов]. Т. 1 / Л. Д. Кудрявцев. –М. : Высшая школа, 1988. - 712 с.
8. Шилов, Г. Е. Математический анализ: конечномерные линейные пространства / Г. Е. Шилов. – М.: Наука, 1969. – 432 с.

### 11.2. Дополнительная литература

9. Гусак, А. А. Математический анализ и дифференциальные уравнения : Справ. пособие по решению задач / А. А. Гусак. –Минск : ТетраСистемс, 2001. – 414 с.
10. Шипачев, В. С. Математический анализ: Учеб. пособие для вузов / В. С. Шипачев. - М. : Высшая школа, 1999. - 176 с.
11. Шипачев, В. С. Математический анализ: теория и практика / В. С. Шипачев. – М. : Дрофа, 2006. – 350 с.

## 11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения:

01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.

2. **eLIBRARY.RU**: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт**: электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ**: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ**: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

## 12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).