

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Факультет вычислительной математики и кибернетики

**УТВЕРЖДАЮ**

**Декан факультета ВМК МГУ**

**/И.А.Соколов/**

\_\_\_\_\_ 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Наименование дисциплины (модуля):**

**Математический анализ II**

**Уровень высшего образования:**

**бакалавриат**

**Направление подготовки (специальность):**

**02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**дисциплина относится к базовой части программы**

**Форма обучения:**

**очная**

Москва 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки по направлениям 02.03.02, 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

1. Дисциплина относится к базовой части ОПОП ВО.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля): учащиеся должны владеть знаниями по алгебре и геометрии в объеме, соответствующем профильному уровню подготовки программы по математике средней школы.

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотношенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, частично формируемые при реализации дисциплины (модуля):

- **ОПК-1.Б** Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с фундаментальной информатикой и информационными технологиями
- **ПК-2.Б** Способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

**Знать:**

1. основы теории вещественных чисел;
2. основы теории числовых последовательностей и числовых рядов;
3. основы теории предела функции одной переменной и непрерывности;
4. основы теории дифференциального исчисления функции одной переменной;
5. основы теории интегрирования функций одной переменной;
6. основы теории предела, непрерывности и дифференцируемости функций многих переменных.

**Уметь:**

1. применять на практике теоретические факты о числовых последовательностях, о непрерывных функциях одного и нескольких переменных, о дифференциальных свойствах функций одного и нескольких переменных;
2. использовать аппарат дифференциального и интегрального исчисления функций одной переменной для решения теоретических и практических задач;
3. использовать аппарат дифференциального исчисления функций многих переменных для решения теоретических и практических задач.

**Владеть:**

1. методами дифференциального и интегрального исчисления функций одного переменного для решения задач оптимизации и геометрических приложений;
2. навыками использования аппарата дифференциального исчисления функций многих переменных для решения задач оптимизации;
3. навыками исследования числовых рядов при решении прикладных задач.

4. Формат обучения: лекции и семинарские занятия проводятся с использованием меловой доски.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 6 з.е., в том числе 108 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 108 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы		Самостоятельная работа обучающихся, часы	Всего
		* типа лекционного занятия	* типа семинарского занятия		
1. Исследование функции и построение её графика	12	0	4	4	8
2. Текущий контроль успеваемости: самостоятельная работа № 1	6	0	2	2	4
3. Определенный интеграл Римана	38	14	10	24	14
4. Текущий контроль успеваемости: контрольная работа № 2	2	0	2	2	0
5. Вычисление корней уравнения и приближённые вычисления интеграла Римана	14	6	2	8	6
6. Текущий контроль успеваемости: коллоквиум	6	0	2	2	4
7. Предел последовательности в $E^n$ и предел функции нескольких переменных	24	8	6	14	10
8. Дифференцирование функций нескольких переменных	20	6	6	12	8
9. Неявные функции, зависимость и независимость функций	16	6	4	10	6
10. Текущий контроль успеваемости: контрольная работа № 3	2	0	2	2	0
11. Замена переменных в дифференциальных выражениях	6	0	4	4	2
12. Локальный экстремум (условный и безусловный) функции	18	6	4	10	8

нескольких переменных						
13.	Текущий контроль успеваемости: контрольная работа № 4	2	0	2	2	0
14.	Числовые ряды, признаки их сходимости. Понятие о бесконечных произведениях и двойных рядах.	12	8	0	8	4
15.	Текущий контроль успеваемости: контрольная работа № 5	2	0	2	2	0
Промежуточная аттестация: зачет		4	0	2	2	2
Промежуточная аттестация: устный экзамен		32	0	0	0	32
<b>Итого во втором семестре</b>		<b>216</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

<b>Самостоятельная работа № 1</b>	
1) В задачах №1, 2, 3 выполнить полное исследование функции и построить её график:	
1) $y = (\frac{1}{2})^{-2x} \cdot (x^2 - 3x + 2)$ ; 2) $x = \frac{(t+1)^2}{4}$ , $y = \frac{(t-1)^2}{4}$ ; 3) $r = a + b \cos \varphi$ ;	
2) Найти прямоугольник наибольшей площади, вписанный в эллипс: $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ .	
<b>Контрольная работа № 2</b>	
Вариант №1.	
1.	Исследовать на сходимость интеграл: $\int_0^{\infty} \frac{\ln^q(1+x^2)}{x^n} dx$ .
2.	Исследовать на абсолютную и условную сходимость: $\int_0^{\infty} \frac{\sin x \cdot \operatorname{arctg}^p x}{1+x^q} dx$ .
Вариант №2.	
1.	Исследовать на сходимость интеграл: $\int_0^{\infty} \frac{\operatorname{arctg}(1+x^q)}{x^n} dx$ .
2.	Исследовать на абсолютную и условную сходимость: $\int_0^{\infty} \frac{\ln(1+x^p) \sin x}{1+x^q} dx$ .

**Контрольная работа № 3**

1. Исследовать на непрерывность по каждой переменной и по совокупности:

$$f(x, y) = \frac{2y \sin x}{y^2 + \sin^2 x}; \quad f(k\pi; 0) = f(0; 0) = 0.$$

2. Исследовать на дифференцируемость:

$$f(x, y) = \ln(1 + x^2 + y^4) \sin \frac{1}{x^2 + y^2}; \quad f(0; 0) = 0.$$

3. Найти  $du, d^2u$  функции  $u = f(\xi, \eta)$ , если  $\xi = \sin(x+y), \quad \eta = e^{xy}$ .

4. Найти  $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}$ , если  $F(u, v) = 0$ , где

$$u = \sin(x + y + z), \quad v = x^2 + z^2.$$

5. Разложить по формуле Маклорена до членов 4-го порядка малости функцию  $u = f(x, y)$ , если

$$u = \arcsin \frac{x^2 + y^4}{\sqrt{1 + x^2 + y^2}}.$$

6. Написать уравнения касательной прямой и нормальной плоскости в данной точке к следующей кривой:

$$y = x, z = x^2; \text{ в точке } K(1; 1; 1).$$

**Контрольная работа № 4**

1. Произвести замену переменных в следующем дифференциальном выражении:

$$w = y^2 \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - 2xy \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} + x^2 \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} - \left( x \frac{\partial z}{\partial x} + y \frac{\partial z}{\partial y} \right) \quad \text{при } x = r \cos \varphi, \quad y = r \sin \varphi.$$

2. Найти условные экстремумы функции:  $z = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$  при условии:  $\frac{1}{x^2} + \frac{1}{y^2} = \frac{1}{8}$ .

3. Найти наибольшее и наименьшее значения функции:  $z = x^2 + 2xy - y^2 - 4$  в области  $D: \{y = x + 1; y = 0; x - 3 = 0\}$ .

**Контрольная работа № 5**

Исследовать числовые ряды на сходимость:

$$1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt[3]{n^2 + 4n - 2}};$$

$$2. \sum_{n=1}^{\infty} n^2 \cdot \sin \frac{\pi}{2^n};$$

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

$$4. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{(n+1) \ln^2(n+1)};$$

$$5. \sum_{n=2}^{\infty} \frac{(-1)^n \sqrt[n]{n}}{\ln n};$$

### Вопросы к коллоквиуму

Коллоквиум проводится в форме устного собеседования. Билет коллоквиума содержит темы из следующего списка:

#### Графическое исследование функции

1. Понятие локального экстремума функции. Необходимое условие локального экстремума дифференцируемой функции.
2. Понятие монотонности функции в точке и на множестве. Критерий монотонности дифференцируемой функции.
3. Первое достаточное условие локального экстремума.
4. Второе достаточное условие локального экстремума.
5. Направление выпуклости графика функции. Понятие о точках перегиба.
6. Достаточные условия локальной выпуклости графика и выпуклости его на интервале (a;b).
7. Необходимое условие перегиба графика в данной точке.
8. Первое достаточное условие перегиба в данной точке.
9. Второе достаточное условие перегиба в данной точке.
10. Отскакивание асимптот к графику функции (вертикальных и наклонных).
11. Отскакивание наибольшего и наименьшего значения функции на сегменте [a;b] (глобальный экстремум). Понятие о краевом экстремуме.

#### Определённый интеграл

12. Понятие об определённом интеграле. Верхняя и нижняя интегральные суммы (суммы Дарбу), их свойства. Интегралы Дарбу.
13. Критерий интегрируемости функции.
14. Интегрируемость непрерывных, монотонных, кусочно-непрерывных функций.
15. Свойства определённого интеграла: аддитивность, линейность, интегрируемость произведения функций, сравнение интегралов от двух различных функций, интегрируемость модуля функции.
16. Свойства определённого интеграла: первая теорема о среднем, формулировка второй теоремы о среднем, интеграл с переменным верхним пределом, теорема о существовании первообразной у всякой непрерывной функции. Формула Ньютона-Лейбница – основная формула интегрального исчисления.
17. Замена переменной и интегрирование по частям в определённом интеграле.

#### Приложения определённого интеграла

18. Квадрируемость и понятие площади плоской фигуры. Вычисление площади криволинейной трапеции и площади криволинейного сектора. Геометрический смысл определённого интеграла.

19. Кубируемость и понятие объёма тела в пространстве. Вычисление объёма тела, полученного вращением криволинейной трапеции вокруг оси ОХ. Формула (без вывода) для объёма тела, полученного вращением криволинейной трапеции вокруг оси ОУ,
20. Спрямоугольность кривой и понятие длины кривой. Вычисление длины дуги кривых, заданных параметрически, а также в декартовых или в полярных координатах. Понятие о дифференциале длины дуги кривой.
21. Понятие о физических приложениях определённого интеграла.
22. Приближённые методы вычисления определённого интеграла. Метод прямоугольников. Его погрешность
23. Приближённые методы вычисления определённого интеграла. Метод трапеций. Его погрешность (без доказательства).
24. Приближённые методы вычисления определённого интеграла. Метод парабол (Симпсона). Его погрешность (без доказательства).
- Несобственные интегралы
25. Несобственный интеграл первого рода, его сходимость. Критерий Коши сходимости несобственного интеграла. I-го рода. Вычисление с помощью формулы Ньютона-Лейбница.
26. Достаточные условия сходимости несобственного интеграла I-го рода. Признаки сравнения: общие, специальные (с интегралом Дирихле), признаки сравнения в предельной формулировке.
27. Абсолютная и условная сходимость несобственного интеграла I рода. Признак Абеля-Дирихле.
28. Исследование на абсолютную и условную сходимость интеграла  $\int_1^{\infty} \frac{\sin x}{x^{\alpha}} dx$ .
29. Замена переменных и интегрирование по частям в несобственном интеграле первого рода.
30. Несобственный интеграл второго рода. Понятие о его сходимости. Критерий Коши. Признаки сравнения для несобственного интеграла II рода: общие и специальные (с интегралом Дирихле II рода).
31. Понятие о главном значении по Коши (v.p. – *veLOUR principal*) несобственных интегралов I и II рода.

*Титовой билет коллоквиума*

**Дать определение или формулировку:**

1. Второе достаточное условие локального экстремума.
2. Определённый интеграл от функции  $f(x)$  на отрезке  $[a;b]$ .
3. Первая теорема о среднем для определённого интеграла.
4. Формула для объёма тела, полученного вращением криволинейной трапеции вокруг оси ОХ.

**Основной вопрос (с доказательством):**

5. Интеграл с переменным верхним пределом, теорема о существовании первообразной у всякой непрерывной функции.



7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Зачетная работа

1. Найти длину дуги кривой:  $r = a \sin^3 \frac{\varphi}{3}$ ;
2. Вычислить площадь  $D: y^2 = \frac{x^3}{2a-x}, x = 2a$ ;
3. Исследовать на сходимость:  $\int_0^1 \frac{\ln^p x}{\sqrt{x(1-x^2)}} dx$ ;
4. Исследовать на абсолютную и условную сходимость:  $\int_0^{\infty} x^p \sin(x^5) dx$ ;
5. Исследовать на непрерывность по каждому аргументу и по совокупности:  
 $f(x, y) = (x+y) \sin \frac{1}{x} \sin \frac{1}{y}, f(0;0) = 0$ ;
6. Исследовать на дифференцируемость:  
 $f(x, y) = e^{-\frac{1}{x^2+y^2}}$  при  $x^2 + y^2 \neq 0$ , и  $f(0;0) = 0$ ;
7. Найти дифференциалы  $du, d^2u$  для функции  $u = f(z)$ , если  $z = \sqrt{x^2 + y^2}$ ;
8. Найти  $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}$  неявной функции  $z = z(x, y)$ , если  $F(u, v) = 0$ , где  $u = x + y + z, v = x \cdot y + z$ ;
9. Разложить по формуле Маклорена до членов 6-го порядка малости:  $f(x, y) = \sqrt[3]{1 + \sin(x^2 + y^2)}$ ;
10. Определить наибольшее и наименьшее значения функции  $u = z^2 - 3xy + y^2$  в области  $S: x^2 + y^2 \leq 10$ .
11. Исследовать на сходимость ряд:  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(n!)^2}{2^{n^2}}$ .

## Вопросы к экзамену

Экзамен сдается в устной форме. В экзаменационном билете – один вопрос из приведенного ниже списка.

1. Экстремум функции одной переменной. Необходимые и достаточные условия его существования.
2. Направление выпуклости графика функции одной переменной. Точки перегиба. Необходимые и достаточные условия перегиба.
3. Асимптоты к графику функции одной переменной. Их отыскание.
4. Отыскание наибольшего (наименьшего) значения функции одной переменной на замкнутом множестве.
5. Определённый интеграл. Верхние и нижние суммы Дарбу и их свойства. Интегралы Дарбу.
6. Определённый интеграл. Необходимые и достаточные условия существования определённого интеграла от данной функции  $f(x)$  на данном интервале  $(a; b)$ .
7. Интегрируемость непрерывных, монотонных функций и функций почти всюду непрерывных на отрезке.
8. Основные свойства определённого интеграла.
9. Интеграл с переменным верхним пределом. Существование первообразной у непрерывной функции. Формула Ньютона-Лейбница.
10. Замена переменной и интегрирование по частям в определённом интеграле.
11. Квадрируемость плоских фигур. Площадь криволинейной трапеции, криволинейного сектора. Геометрический смысл определённого интеграла.
12. Кубируемость пространственных тел. Вычисление объёма тела, полученного вращением криволинейной трапеции вокруг оси OX или оси OY (вокруг оси OY – только формулировка).
13. Спрямолинейные кривые. Вычисление длины дуги кривой в декартовых, полярных и параметрических координатах. Дифференциал длины дуги.
14. Приближённые методы вычисления определённого интеграла. Формулы прямоугольников, трапеций. Формула Симпсона.
15. Приближённые методы хорд и касательных отыскания корней уравнения вида:  $f(x) = 0$ .
16. Несобственные интегралы. Критерий Коши сходимости несобственных интегралов I рода. Общие признаки сравнения. Специальные признаки сравнения в обычной и в предельной формулировке.
17. Абсолютная и условная сходимости несобственных интегралов I рода. Достаточный признак сходимости Абеля-Дирихле.
18. Замена переменных и интегрирование по частям в несобственном интеграле I рода.
19. Несобственный интеграл II рода. Сведение его к несобственному интегралу I рода. Формулировка критерия Коши сходимости несобственного интеграла II рода. Общий и частный признаки сравнения для несобственных интегралов II рода (формулировки). Главное значение (по Коши) несобственного интеграла (I или II рода).
20. Множества в  $n$ -мерном евклидовом пространстве. Норма элемента, её свойства. Окрестность точки. Внутренние, предельные, граничные точки множества. Шар, сфера, замыкание множества.
21. Последовательность элементов  $n$ -мерного евклидова пространства  $E^n$ . Критерий Коши сходимости последовательности.
22. Теорема Больцано-Вейерштрасса для последовательности элементов пространства  $R^n$ .

23. Функция  $n$  переменных. Её предельное значение (определение по Коши и по Гейне). Критерий Коши существования предела функции  $n$  переменных.
24. Арифметические операции над пределами функций  $n$  переменных.
25. Бесконечно малые функции  $n$  переменных. Асимптотическое сравнение бесконечно малых функций.
26. Непрерывность функции  $n$  переменных по одной переменной и по совокупности переменных. Арифметические операции над непрерывными функциями.
27. Сложная функция нескольких переменных. Теорема о непрерывности сложной функции.
28. Свойства непрерывных функций  $n$  переменных: устойчивость знака, прохождение через промежуточное значение, первая и вторая теоремы Вейерштрасса для функции  $n$  переменных на замкнутом ограниченном множестве.
29. Равномерная непрерывность функции  $n$  переменных. Теорема Кантора.
30. Дифференцируемость функции  $n$  переменных. Частные производные. Необходимые и достаточные условия дифференцируемости функции.
31. Дифференциал функции  $n$  переменных. Инвариантность формы его записи. Правила вычисления дифференциала.
32. Производная по направлению. Градиент функции  $n$  переменных. Его геометрический смысл. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.
33. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Понятие  $n$  раз дифференцируемой функции. Теоремы о равенстве смешанных частных производных второго порядка.
34. Дифференциалы высших порядков. Случай простой и сложной функций  $n$  переменных. Дифференциал как квадратичная форма. Вектор  $\nabla$  («набла»). Формула полинома Ньютона.
35. Формула Тейлора для функции  $n$  переменных с остаточным членом в форме Лагранжа. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано – без доказательства.
36. Локальный экстремум функции нескольких переменных. Необходимые и достаточные условия локального экстремума.
37. Необходимые и достаточные условия локального экстремума в случае функции двух переменных.
38. Неявная функция нескольких переменных. Теорема о существовании и дифференцируемости неявной функции. Вычисление частных производных неявной функции.
39. Система неявных функций, определяемых системой функциональных уравнений. Формулировка теоремы о существовании системы неявных функций. Вычисление частных производных системы неявных функций.
40. Условный экстремум функции  $n$  переменных. Метод неопределённых множителей Лагранжа. Необходимые и достаточные условия существования условного локального экстремума.
41. Числовой ряд. Критерий Коши сходимости числового ряда. Необходимый признак сходимости. Расходимость гармонического ряда.
42. Числовой ряд с неотрицательными членами. Критерий его сходимости. Признаки сравнения рядов в обычной и в предельной формулировке. Признак «сравнения дробей».
43. Признаки Даламбера и Коши (в обычной и в предельной формулировке). Сравнение признаков Даламбера и Коши.
44. Интегральный признак Маклорена-Коши. Признаки Раабе и Гаусса - без доказательства.

45. Знакопеременные ряды. Два вида сходимости, их взаимосвязь. Теорема Римана о перестановке членов условно сходящегося ряда.
46. Теорема Коши о перестановке членов абсолютно сходящегося ряда.
47. Признак Абеля-Дирихле сходимости знакопеременного ряда. Признак Лейбница для знакопеременного ряда. Формулировка признака Абеля.
48. Арифметические операции над сходящимися рядами (сложение, вычитание, умножение).
49. Метод Цезаро суммирования расходящихся числовых рядов.
50. Бесконечные произведения. Необходимый признак сходимости. Связь с рядами.
51. Двойные и повторные ряды. Основные понятия. Примеры

**ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)**

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	2	3	4	5
<b>Знания</b> <i>Коллоквиум, Экзамен</i>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b> <i>Контрольная работа, самостоятельная работа, зачет</i>	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> <i>Экзамен</i>	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

<b>Соответствие результатов обучения и компетенций, в развитии которых участвует дисциплина (модуль)</b>	
Результаты обучения	Компетенция, с частичным формированием которой связано достижение результата обучения
<p><b>Знать:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. основы теории вещественных чисел;</li> <li>2. основы теории числовых последовательностей и числовых рядов;</li> <li>3. основы теории предела функции одной переменной и непрерывности;</li> <li>4. основы теории дифференциального исчисления функции одной переменной;</li> <li>5. основы теории интегрирования функций одной переменной;</li> <li>6. основы теории предела, непрерывности и дифференцируемости функций многих переменных.</li> </ol> <p><b>Уметь:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. применять на практике теоретические факты о числовых последовательностях, о непрерывных функциях одного и нескольких переменных, о дифференциальных свойствах функций одного и нескольких переменных;</li> <li>2. использовать аппарат дифференциального и интегрального исчисления функций одной переменной для решения теоретических и практических задач;</li> <li>3. использовать аппарат дифференциального исчисления функций многих переменных для решения теоретических и практических задач.</li> </ol>	ОПК-1.Б
<p><b>Владеть:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. методами дифференциального и интегрального исчисления функций одного переменного для решения задач оптимизации и геометрических приложений;</li> <li>2. навыками использования аппарата дифференциального исчисления функций многих переменных для решения задач оптимизации;</li> <li>3. навыками исследования числовых рядов при решении прикладных задач.</li> </ol>	ПК-2.Б

**8. Ресурсное обеспечение:**

**Основная литература:**

1. Ильин В.А., Садовничий В.А., Сендов Бл.Х. Математический анализ. Часть 1. М.: «Проспект», изд-во МГУ. 2004.
2. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Основы математического анализа. Часть 1. М.: Физматлит, 2014.
3. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу. М.: Наука. 1990; М.: АСТ, Астрель. 2004.
4. Виноградова И.А., Олехник С.Н., Садовничий В.А.. Задачи и упражнения по математическому анализу. Часть 2. М.: изд-во МГУ. 2017.

**Дополнительная литература:**

1. Ильин В.А., Куркина А.В. Высшая математика. М.: Наука, 2002.
2. Никольский С.М. Курс математического анализа. Т. 1, 2. М.: Наука, 2001.
3. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа. Т. 1, 2. М.: 2003, 2004.
4. Архипов Г.И., Садовничий В.А., Чубариков В.Н. Лекции по математическому анализу. М.: Высшая школа, 1999.
5. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т.1,2. М.: Физматлит. 2001.
6. Зорич В.А. Математический анализ, ч. 1, 2. М.: МЦНМО, 2012.
7. Кудрявцев Л.Д., Кутасов А.Д., Чехлов В.И., Шабунин М.И. Сборник задач по математическому анализу. Т. 1. Предел, непрерывность, дифференцируемость. Издание второе переработанное и дополненное. М.: Физматлит, 2003.
8. Кудрявцев Л.Д., Кутасов А.Д., Чехлов В.И., Шабунин М.И. Сборник задач по математическому анализу. Т. 2. Интегралы, ряды. Издание второе переработанное и дополненное. М.: Физматлит, 2003.
9. Кудрявцев Л.Д., Кутасов А.Д., Чехлов В.И., Шабунин М.И. Сборник задач по математическому анализу (функции нескольких переменных). Санкт-Петербург, 1994.
10. И.В.Садовничая, Е.В.Хорошилова. Определенный интеграл. Теория и практика вычислений. М.: МАКС-Пресс, 2008.
11. И.В.Садовничая, Т.Н.Фоменко. Математический анализ. Функции многих переменных: теория и задачи. М.: МАКС-Пресс, 2008.
12. В.Н.Денисов, В.В.Тихомиров. Математический анализ. Вып. 1-4. М.: МАКС-Пресс, 2005.

Материально-техническое обеспечение: аудитория с партами и меловой доской.

9. Язык преподавания - русский.

10. Преподаватели:  
профессор факультета ВМК МГУ Т.Н. Фоменко,  
доценты факультета ВМК МГУ В.В.Нефедов.

11. Авторы программы:  
профессора факультета ВМК МГУ И.В.Садовничая, В.В. Фоменко, Т.Н.Фоменко, доценты факультета ВМК МГУ В.В.Тихомиров,  
А.А.Никитин.