

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
01.03.02 Прикладная математика и информатика,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Математический анализ**

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль): Математическое моделирование и системный анализ

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 5665  
Подписал: заведующий кафедрой Нутович Вероника  
Евгеньевна  
Дата: 09.04.2025

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения дисциплины (модуля) является:

- формирование умений и навыков, необходимых для практического применения методов и алгоритмов математического анализа при поиске пределов и производных, вычислении интегралов и сходимости;
- ознакомление студентов с теорией математического анализа, пределов и производных, интегральных сумм и рядов;
- обеспечение студентов прочными знаниями в области математического анализа, формирование основ математической подготовки студентов, необходимых для профессиональной деятельности.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- формирование личности студента, его умение алгоритмически мыслить;
- формирование умений и навыков, необходимых для использования обучающимся в дальнейших дисциплинах направления таких, как дифференциальные уравнения, комплексный и функциональный анализ, и в дальнейшей их профессиональной деятельности;
- обучение студента применению основных понятий и методов математического анализа.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ОПК-1** - Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

- понятия предела, непрерывной функции, производной, определенного и неопределенного интеграла, числового и функционального ряда;
- методы нахождения пределов последовательностей и функций, производных, определенных и неопределенных интегралов, исследования сходимости числовых и функциональных рядов.

### **Уметь:**

- проверять сходимость последовательности, существование производной функции в точке или интеграла от неограниченной функции;
- находить пределы и производные функции, вычислять интегралы от функций вещественного переменного, проверять, сходится ли ряд или нет;

**Владеть:**

- методами вычисления пределов, производных и интегралов, исследования числовых и функциональных рядов
- навыками осуществления поиска, анализа и синтеза информации для решения задач с использованием методов математического анализа;

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 18 з.е. (648 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов				
	Всего	Семестр			
		№1	№2	№3	№4
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	368	96	80	96	96
В том числе:					
Занятия лекционного типа	176	48	32	48	48
Занятия семинарского типа	192	48	48	48	48

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 280 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<b>Вещественные числа</b> Рассматриваемые вопросы: - множество действительных чисел; - действительные числа на вещественной прямой; - аксиома непрерывности.
2	<b>Комплексные числа в алгебраической форме</b> Рассматриваемые вопросы: - множество комплексных чисел и его построение; - арифметические операции над комплексными числами; - извлечение квадратного корня из комплексного числа.
3	<b>Комплексные числа в тригонометрической форме</b> Рассматриваемые вопросы: - вычисление модуля и аргумента комплексного числа - операции над комплексными числами в тригонометрической форме; - извлечение корня натуральной степени из комплексного числа.
4	<b>Множества. Верхняя и нижняя грани множеств</b> Рассматриваемые вопросы: - операции над множествами, их свойства; - наибольший и наименьший элементы множества; - точная верхняя и точная нижняя грань множества; - теоремы о существовании точной верхней и нижней грани множества у ограниченных множеств
5	<b>Пределы числовых последовательностей</b> Рассматриваемые вопросы: - определение числовой последовательности; - определение предела числовой последовательности; - свойства предела последовательностей.
6	<b>Теоремы о пределе последовательностей</b> Рассматриваемые вопросы: - лемма о двух милиционерах; - число Эйлера, второй замечательный предел; - теорема Штольца.
7	<b>Частичные пределы последовательностей</b> Рассматриваемые вопросы: - частичные последовательности (подпоследовательности) и частичные пределы; - свойства частичных пределов; - лемма Больцано-Вейерштрасса.
8	<b>Графики элементарных функции</b> Рассматриваемые вопросы: - основные свойства функций; - возможность существования обратной функции; - построение основных (табличных) графиков функций с указанием их свойств

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
9	<b>Построение графиков функций</b> Рассматриваемые вопросы: - основные преобразования над элементарными функциями; - построение суммы и произведения функций; - построение графиков с использованием предельных свойств.
10	<b>Пределы функций в точке</b> Рассматриваемые вопросы: - предел функции в точке; - односторонние пределы; - бесконечно малые и бесконечно большие в точке функции; - O-символика.
11	<b>Пределы функций на бесконечности</b> Рассматриваемые вопросы: - понятие предела функции при $x$ , стремящемся к бесконечности; - арифметические операции над функциями, имеющими предел; - свойства предела функции.
12	<b>Первый и второй замечательные пределы</b> Рассматриваемые вопросы: - первый замечательный предел; - второй замечательный предел; - таблица эквивалентностей.
13	<b>Непрерывные функции</b> Рассматриваемые вопросы: - определение непрерывности функции в точке; - понятие непрерывности на множестве; - непрерывность элементарных функций.
14	<b>Теоремы о непрерывных функциях</b> Рассматриваемые вопросы: - теоремы об обращении непрерывных функций в ноль, о достижении максимума и минимума на отрезке; - теоремы о локальном поведении непрерывных функций; - асимптоты функций и алгоритм их нахождения.
15	<b>Функциональные уравнения</b> Рассматриваемые вопросы: - алгоритмы решения функциональных уравнений; - функциональная характеристика показательной, логарифмической и степенной функций; - функциональная характеристика тригонометрических и гиперболических функций.
16	<b>Производная: определение</b> Рассматриваемые вопросы: - производная функции; - дифференцируемость функции; - геометрический смысл производной; - физический смысл производной; - уравнения касательной и нормали к графику функции в точке.
17	<b>Производная: таблица производных</b> Рассматриваемые вопросы: - производная обратной функции; - правила дифференцирования; - основные производные элементарных функций.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
18	<b>Производная: основные теоремы</b> Рассматриваемые вопросы: - необходимое условие экстремума; - основные теоремы о производных (теорема Коши, Лагранжа, Ролля); - теорема о производной функции, заданной параметрически и неявно.
19	<b>Дифференциал</b> Рассматриваемые вопросы: - определение дифференциала функции; - геометрический смысл дифференциала; - инвариантность дифференциала; - использование дифференциала для приближённых вычислений.
20	<b>Производные высших порядков</b> Рассматриваемые вопросы: - производные функции высших порядков и их вычисление; - дифференциалы высших порядков; - примеры их вычисления для конкретных функций.
21	<b>Формула Тейлора</b> Рассматриваемые вопросы: - формула Тейлора для многочлена; - формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано; - единственность разложения функции в ряд Тейлора.
22	<b>Геометрический смысл второй производной</b> Рассматриваемые вопросы: - исследование функции на возрастание/убывание при помощи производной; - выпуклость и вогнутость функций, точки перегиба. - неравенство Йенсена. Исследование функции на выпуклость/вогнутость при помощи второй производной.
23	<b>Исследование функции</b> Рассматриваемые вопросы: - общий план исследования и построения графика функции; - построение дробно-рациональной функции общего вида; - построение тригонометрической функции общего вида.
24	<b>Производная: применение</b> Рассматриваемые вопросы: - применения производной; - правило Лопиталю для вычисления пределов для случая неопределенности $0/0$ ; - правило Лопиталю для вычисления пределов для случая неопределенности бесконечность на бесконечность.
25	<b>Первообразная</b> Рассматриваемые вопросы: - определение первообразной, неопределенный интеграл; - свойства интегралов; - таблица основных интегралов.
26	<b>Основные формулы интегрирования</b> Рассматриваемые вопросы: - формула замены переменной; - интегрирование по частям; - получение рекуррентных формул.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
27	<b>Интегрирование рациональных дробей</b> Рассматриваемые вопросы: - разложение дроби в сумму простейших; - метод неопределённых коэффициентов; - метод Остроградского.
28	<b>Интегрирование тригонометрических функций</b> Рассматриваемые вопросы: - универсальная тригонометрическая подстановка; - замены для случая симметрий подынтегральной функции; - использование формул понижения степени.
29	<b>Интегрирование иррациональных функций</b> Рассматриваемые вопросы: - замены для случая дробно-линейных иррациональностей; - сведение к интегралу от тригонометрической функции; - интегрирование методом неопределённых коэффициентов.
30	<b>Интегрирование более сложных иррациональных функций</b> Рассматриваемые вопросы: - подстановки Эйлера для вычисления интегралов; - дифференциальные биномы, случаи их интегрируемости; - подстановки Чебышёва для интегрирования дифференциальных биномов.
31	<b>Интегрирование трансцендентных функций</b> Рассматриваемые вопросы: - вычисление интегралов, включающих показательную функцию; - вычисление интегралов, включающих гиперболические функции; - вычисление интегралов, включающих логарифмическую функцию.
32	<b>Определённые интегралы</b> Рассматриваемые вопросы: - определённый интеграл; - геометрический смысл определённого интеграла; - свойства определённого интеграла.
33	<b>Основные теоремы интегрального исчисления</b> Рассматриваемые вопросы: - связь между определённым и неопределённым интегралом (формула Ньютона-Лейбница); - формула замены переменной; - формула интегрирования по частям.
34	<b>Вычисление площадей при помощи определённого интеграла</b> Рассматриваемые вопросы: - формулы для площади в декартовых координатах; - формулы для площади в полярных координатах; - примеры вычисления площадей.
35	<b>Длина дуги кривой</b> Рассматриваемые вопросы: - определение длины дуги кривой; - формулы для длины дуги в декартовых координатах; - формулы для длины дуги в полярных координатах.
36	<b>Объём тела вращения</b> Рассматриваемые вопросы: - формула для объёма через площади поперечных сечений;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формулы для объёма тела, полученного вращением вокруг оси абсцисс;</li> <li>- формулы для объёма тела, полученного вращением вокруг оси ординат.</li> </ul>
37	<p><b>Площадь поверхности</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулы для площади в декартовых координатах;</li> <li>- формулы для площади в полярных координатах;</li> <li>- примеры вычисления площадей.</li> </ul>
38	<p><b>Механические приложения интеграла</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вычисление массы плоской кривой;</li> <li>- вычисление статистических моментов и координат центра тяжести кривой;</li> <li>- вычисление статистических моментов и координат центра тяжести плоских фигур.</li> </ul>
39	<p><b>Несобственные интегралы от неотрицательной функции</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- интегралы 1го и 2го рода;</li> <li>- критерии сравнения;</li> <li>- вычисление табличных интегралов.</li> </ul>
40	<p><b>Несобственные интегралы от функции произвольного знака</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- признак Абеля сходимости несобственного интеграла;</li> <li>- признак Дирихле сходимости несобственного интеграла;</li> <li>- формулы интегрирования по частям и замены переменной.</li> </ul>
41	<p><b>Функции нескольких переменных: определение</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- область определения функции нескольких переменных;</li> <li>- линии уровня функции двух переменных;</li> <li>- поверхности уровня функции трех переменных.</li> </ul>
42	<p><b>Арифметическое n-мерное пространство</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расстояние между двумя точками в n-мерном пространстве;</li> <li>- примеры областей в n-мерном пространстве;</li> <li>- общее определение открытой и замкнутой области, окрестности точки.</li> </ul>
43	<p><b>Функции нескольких переменных: пределы</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повторный предел функции нескольких переменных;</li> <li>- двойной предел функции нескольких переменных;</li> <li>- теоремы о взаимосвязи повторного и двойного пределов.</li> </ul>
44	<p><b>Непрерывность функции нескольких переменных</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение непрерывной функции по Коши и по Гейне;</li> <li>- примеры исследования функции на непрерывность;</li> <li>- основные теоремы о непрерывных функциях (Больцано-Вейерштрасса).</li> </ul>
45	<p><b>Дифференцирование функций нескольких переменных</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение частных производных;</li> <li>- достаточные условия дифференцируемости функции;</li> <li>- теорема о дифференцировании сложной функции.</li> </ul>
46	<p><b>Дифференциал функции нескольких переменных</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- частные и полные дифференциалы;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- геометрический смысл дифференциала;</li> <li>- дифференциал в приближённых вычислениях.</li> </ul>
47	<p><b>Функции, заданные в неявном виде</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теорема о существовании и единственности явной функции для случая неявного задания;</li> <li>- дифференцируемость неявной функции;</li> <li>- неявные функции от нескольких переменных.</li> </ul>
48	<p><b>Геометрические приложения производной</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- градиент, производная по направлению и их геометрический смысл;</li> <li>- касательная плоскость и нормаль к поверхности, заданной в явном виде;</li> <li>- касательная плоскость и нормаль к поверхности, заданной в неявном виде.</li> </ul>
49	<p><b>Формула Тейлора</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано;</li> <li>- приближённые вычисления по формуле Тейлора;</li> <li>- применение формулы Тейлора для вычисления пределов.</li> </ul>
50	<p><b>Экстремумы функции нескольких переменных</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- необходимые условия экстремума;</li> <li>- достаточные условия экстремума функции двух переменных;</li> <li>- достаточные условия экстремума функции нескольких переменных, критерий Сильвестра.</li> </ul>
51	<p><b>Условный экстремум функции нескольких переменных</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие условного экстремума;</li> <li>- метод неопределённых множителей Лагранжа;</li> <li>- решение задач на условный экстремум.</li> </ul>
52	<p><b>Отображения</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- линейное отображение для случая <math>n</math> переменных;</li> <li>- формула для изменения площади/объёма;</li> <li>- нелинейные отображения и их невырожденность. Матрица Якоби и якобиан</li> </ul>
53	<p><b>Криволинейные интегралы первого рода</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение криволинейного интеграла первого рода;</li> <li>- вычисление интегралов первого рода по кривым;</li> <li>- теорема о сведении интегралов по кривым к интегралу Римана.</li> </ul>
54	<p><b>Криволинейные интегралы второго рода</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение криволинейного интеграла второго рода;</li> <li>- вычисление интегралов второго рода по кривым;</li> <li>- определение векторного поля, векторная запись криволинейных интегралов.</li> </ul>
55	<p><b>Механические приложения криволинейных интегралов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вычисление массы плоской кривой;</li> <li>- вычисление статистических моментов и координат центра тяжести;</li> <li>- вычисление работы векторного поля.</li> </ul>
56	<p><b>Интегрирование функций нескольких переменных: двойные интегралы</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение двойного интеграла;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- повторный интеграл и теорема о переходе от двойного интеграла к повторному;</li> <li>- замена переменных в двойном интеграле.</li> </ul>
57	<p>Двойной интеграл в полярных координатах</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- переход в полярные координаты в двойном интеграле</li> <li>- вычисление интеграла Эйлера-Пуассона;</li> <li>- примеры вычисления интегралов в полярных координатах.</li> </ul>
58	<p>Связь между криволинейными и двойными интегралами</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- условие независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования. Интегрирование полных дифференциалов;</li> <li>- сведение криволинейных интегралов по замкнутому контуру к двойному интегралу по области, ограниченной заданным контуром;</li> <li>- формула Грина.</li> </ul>
59	<p>Интегрирование функций нескольких переменных: тройные интегралы</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение тройного интеграла;</li> <li>- теорема о переходе от тройного интеграла к повторному;</li> <li>- примеры вычислений тройного интеграла.</li> </ul>
60	<p>Тройной интеграл в сферических и цилиндрических координатах</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение сферических и цилиндрических координат;</li> <li>- вычисление якобианов данных систем координат;</li> <li>- примеры вычислений тройного интеграла в этих системах координат.</li> </ul>
61	<p>Поверхностный интеграл первого рода</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение поверхностного интеграла первого рода;</li> <li>- сведение поверхностного интеграла к двойному по проекции;</li> <li>- примеры вычислений поверхностного интеграла первого рода.</li> </ul>
62	<p>Поверхностный интеграл второго рода</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение поверхностного интеграла второго рода;</li> <li>- сведение поверхностного интеграла к двойному по проекции;</li> <li>- примеры вычислений поверхностного интеграла второго рода.</li> </ul>
63	<p>Элементы векторного анализа</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- дивергенция и ротор векторного поля;</li> <li>- формула Стокса;</li> <li>- формула Гаусса-Остроградского.</li> </ul>
64	<p>Элементы векторного анализа: приложения</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вычисление потока векторного поля через поверхность;</li> <li>- вычисление циркуляции векторного поля;</li> <li>- приложения к задачам механики и гидродинамики.</li> </ul>
65	<p>Числовые ряды</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение суммы ряда и частичных сумм;</li> <li>- расходимость гармонического ряда;</li> <li>- необходимое условие сходимости.</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
66	<p><b>Числовые ряды со знакоположительными членами</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- признаки сравнения;</li> <li>- признаки Даламбера и Коши;</li> <li>- интегральный признак сходимости Коши.</li> </ul>
67	<p><b>Числовые ряды произвольного знака</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- признак Лейбница, теорема об остатке ряда Лейбница;</li> <li>- условная и абсолютная сходимость рядов;</li> <li>- признаки Абеля и Дирихле.</li> </ul>
68	<p><b>Бесконечные произведения</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение бесконечного произведения через частичные</li> <li>- необходимый признак сходимости бесконечного произведения</li> <li>- связь между сходимостью ряда и сходимостью произведения.</li> </ul>
69	<p><b>Равномерная сходимость последовательностей</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение равномерной сходимости на множестве;</li> <li>- критерий Коши равномерной сходимости;</li> <li>- теорема о пределе равномерно сходящейся последовательности из непрерывных функций.</li> </ul>
70	<p><b>Равномерная сходимость рядов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение равномерной сходимости ряда на множестве;</li> <li>- критерий Коши равномерной сходимости;</li> <li>- примеры исследования рядов на равномерную сходимость.</li> </ul>
71	<p><b>Признаки равномерной сходимости рядов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- признак Вейерштрасса;</li> <li>- признак Лейбница;</li> <li>- признаки Абеля и Дирихле равномерной сходимости.</li> </ul>
72	<p><b>Основные теоремы о равномерной сходимости</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теорема о переходе к пределу равномерно сходящегося ряда;</li> <li>- теорема о дифференцировании равномерно сходящегося ряда;</li> <li>- теорема об интегрировании равномерно сходящегося ряда.</li> </ul>
73	<p><b>Ряды Тейлора</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теорема о разложении в ряд Маклорена с остаточным членом в форме Лагранжа;</li> <li>- теорема о разложении в ряд Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа;</li> <li>- получение табличных разложений функций.</li> </ul>
74	<p><b>Ряды Тейлора: приложения</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приближённые вычисления при помощи рядов Тейлора;</li> <li>- вычисление определённых и неопределённых интегралов при помощи рядов Тейлора;</li> <li>- приближённое решение дифференциальных уравнений вычисления при помощи рядов Тейлора.</li> </ul>
75	<p><b>Степенные ряды</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- радиус сходимости степенного ряда;</li> <li>- теорема о дифференцируемости и интегрируемости степенных рядов;</li> <li>- теоремы Адамара и Абеля.</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
76	<p>Некоторые сведения о нормированных пространствах</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пространства <math>C(a,b)</math>, <math>L(a,b)</math>, <math>L_2(a,b)</math>;</li> <li>- пространства со скалярным произведением;</li> <li>- ортогональные системы функций.</li> </ul>
77	<p>Ряды Фурье</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ортогональные системы функций в <math>L_2(a,b)</math>;</li> <li>- ряд Фурье и коэффициенты Фурье по ортогональной системе;</li> <li>- квадратичное отклонение функции.</li> </ul>
78	<p>Экстремальность коэффициентов ряда Фурье</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теорема о минимуме квадратичного отклонения, достигаемого на рядах Фурье;</li> <li>- неравенство Бесселя и равенство Парсеваля;</li> <li>- сходимость ряда Фурье для функций из <math>L_2(a,b)</math>.</li> </ul>
79	<p>Ряд Фурье для функций с периодом два пи</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулы для коэффициентов ряда Фурье чётных и нечётных функций;</li> <li>- необходимые и достаточные условия сходимости ряда Фурье;</li> <li>- сходимость ряда Фурье для дважды дифференцируемых функций.</li> </ul>
80	<p>Ряды Фурье для функций с произвольным периодом</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулы для коэффициентов ряда Фурье на произвольном периоде;</li> <li>- необходимые и достаточные условия сходимости ряда Фурье общего вида;</li> <li>- запись рядов Фурье в комплексной форме.</li> </ul>
81	<p>Замкнутость тригонометрической системы функций</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- лемма о приближении кусочно-линейными функциями интегрируемых функций, имеющих разрывы первого рода;</li> <li>- теорема о коэффициентах Фурье для любой интегрируемой функции с разрывами первого рода;</li> <li>- простейшие свойства рядов Фурье.</li> </ul>
82	<p>Интегральное представление для частичной суммы ряда Фурье</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формула суммы косинусов;</li> <li>- интегральная формула для частичной суммы ряда Фурье и ядро Дирихле;</li> <li>- интегральное представление единицы.</li> </ul>
83	<p>Преобразование Фурье</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение преобразования Фурье и его свойства;</li> <li>- комплексная и вещественная формулы Фурье;</li> <li>- теорема о преобразовании свёртки функций в умножение образов.</li> </ul>
84	<p>Преобразование Фурье: приложения</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- преобразование Фурье некоторых функций;</li> <li>- решение дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами;</li> <li>- решение уравнения теплопроводности на бесконечной прямой.</li> </ul>
85	<p>Собственные параметрические интегралы</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теорема о переходе к пределу под знаком параметрического интеграла;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- правило Лейбница для производной параметрического интеграла; - теорема об интегрировании параметрического интеграла по параметру.
86	<b>Несобственные параметрические интегралы</b> Рассматриваемые вопросы: - теорема о переходе к пределу под знаком параметрического интеграла; - правило Лейбница для производной параметрического интеграла; - теорема об интегрировании параметрического интеграла по параметру.
87	<b>Гамма-функция Эйлера</b> Рассматриваемые вопросы: - определение и основные свойства; - формулы понижения и дополнения; - формула Стирлинга.
88	<b>Бета-функция Эйлера</b> Рассматриваемые вопросы: - определение и основные свойства; - связь между гамма и бета-функцией; - примеры вычисления интегралов, сводящихся к гамма и бета-функциям.

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<b>Вещественные числа</b> В результате практических занятий студент осваивает навыки работы с вещественными числами, строит дедекиндовы сечения и доказывает иррациональность некоторых чисел.
2	<b>Комплексные числа в алгебраической форме</b> В результате практических занятий студент осваивает арифметические операции над комплексными числами.
3	<b>Комплексные числа в тригонометрической форме</b> В результате практических занятий студент осваивает операции над комплексными числами в тригонометрической форме.
4	<b>Множества. Верхняя и нижняя грани множеств</b> В результате практических занятий студент осваивает операции над множествами, ищет наибольший и наименьший элементы множества; точную верхнюю и точную нижнюю грань множества.
5	<b>Пределы числовых последовательностей</b> В результате практических занятий студент осваивает свойства предела последовательностей и вычисляет простейшие пределы.
6	<b>Теоремы о пределе последовательностей</b> В результате практических занятий студент осваивает применение леммы о двух милиционерах, второй замечательного предела к вычислению пределов.
7	<b>Частичные пределы последовательностей</b> В результате практических занятий студент осваивает вычисление частичных пределов последовательности и доказывает их свойства.
8	<b>Графики элементарных функций</b> В результате практических занятий студент осваивает построение графиков функций и анализирует их свойства.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
9	<b>Построение графиков функций</b> В результате практических занятий студент осваивает основные преобразования над элементарными функциями, построение суммы и произведения функций.
10	<b>Пределы функций в точке</b> В результате практических занятий студент осваивает вычисление предела функции в точке и односторонних пределов.
11	<b>Пределы функций на бесконечности</b> В результате практических занятий студент осваивает вычисление предела функции при $x$ , стремящемся к бесконечности; свойства предела функции.
12	<b>Первый и второй замечательные пределы</b> В результате практических занятий студент осваивает вычисление пределов сведением к первому, второму замечательному пределу или к таблице эквивалентностей.
13	<b>Непрерывные функции</b> В результате практических занятий студент осваивает определение непрерывности функции в точке; проверяет функции на непрерывность.
14	<b>Теоремы о непрерывных функциях</b> В результате практических занятий студент осваивает теоремы об обращении непрерывных функций в ноль, о достижении максимума и минимума на отрезке; ищет асимптоты функций.
15	<b>Функциональные уравнения</b> В результате практических занятий студент осваивает алгоритмы решения функциональных уравнений.
16	<b>Производная: определение</b> В результате практических занятий студент осваивает алгоритм проверки дифференцируемости функции; пишет уравнения касательной и нормали к графику функции в точке.
17	<b>Производная: таблица производных</b> В результате практических занятий студент осваивает вычисление производная обратной функции и сложной функции, правила дифференцирования.
18	<b>Производная: основные теоремы</b> В результате практических занятий студент осваивает проверку необходимого условия экстремума; использует основные теоремы о производных (теорема Коши, Лагранжа, Ролля); вычисляет производную функции, заданной параметрически и неявно.
19	<b>Дифференциал</b> В результате практических занятий студент осваивает вычисление дифференциала и его применение для приближённых вычислений.
20	<b>Производные высших порядков</b> В результате практических занятий студент осваивает вычисление производных функций высших порядков и их вычисление; дифференциалов высших порядков.
21	<b>Формула Тейлора</b> В результате практических занятий студент нахождение формулы Тейлора для многочлена, формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано.
22	<b>Геометрический смысл второй производной</b> В результате практических занятий студент осваивает исследование функции на возрастание/убывание при помощи производной; выпуклость и вогнутость функций, точки перегиба.
23	<b>Исследование функции</b> В результате практических занятий студент осваивает алгоритм исследования и построения графика функции на конкретных примерах.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
24	<b>Производная: применение</b> В результате практических занятий студент осваивает применения производной; правило Лопиталья для вычисления пределов для случая неопределенности 0/0; правило Лопиталья для вычисления пределов для случая неопределенности бесконечность на бесконечность.
25	<b>Первообразная</b> В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - нахождения первообразной; - применения свойства интегралов; - применения основных формул интегрирования (формула замены переменной, интегрирование по частям).
26	<b>Методы разложения и линейной замены</b> В результате практических занятий студент осваивает методы разложения и линейной замены в применении к конкретным интегралам.
27	<b>Формула замены переменной</b> В результате практических занятий студент осваивает формулу замены переменной и занесения множителя под знак интеграла на конкретных примерах.
28	<b>Рациональные дроби</b> В результате практических занятий студент осваивает алгоритм разложения дроби в сумму простейших, учится определять тип простейшей дроби.
29	<b>Интегрирование рациональных дробей</b> В результате практических занятий студент осваивает интегрирование дробей методом неопределённых коэффициентов.
30	<b>Метод Остроградского</b> В результате практических занятий студент осваивает интегрирование дробей методом Остроградского.
31	<b>Интегрирование тригонометрических функций</b> В результате практических занятий студент осваивает интегрирование тригонометрических функций простейшими способами: занесением множителя под знак дифференциала, формулами понижения, формулой преобразования произведения в сумму
32	<b>Интегрирование тригонометрических функций: продвинутые методы</b> В результате практических занятий студент осваивает интегрирование тригонометрических функций при помощи универсальной тригонометрической подстановки, заменами на случай симметрии подынтегральной функции
33	<b>Интегрирование иррациональных функций</b> В результате практических занятий студент осваивает замены для случая дробно-линейных иррациональностей; сведение к интегралу от тригонометрической функции; интегрирование методом неопределённых коэффициентов.
34	<b>Подстановки Эйлера</b> В результате практических занятий студент осваивает подстановки Эйлера для вычисления интегралов и случаи их возможного применения
35	<b>Интегрирование дифференциальных биномов</b> В результате практических занятий студент осваивает случаи интегрируемости дифференциальных биномов; подстановки Чебышёва для интегрирования дифференциальных биномов.
36	<b>Интегрирование трансцендентных функций</b> В результате практических занятий студент осваивает вычисление интегралов, включающих показательную функцию; гиперболические функции; логарифмическую функцию.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
37	<p><b>Определённые интегралы</b>  В результате практических занятий студент осваивает вычисление определённого интеграла по определению и изучает приближённые методы его вычисления.</p>
38	<p><b>Формула Ньютона-Лейбница</b>  В результате практических занятий студент осваивает связь между определенным и неопределённым интегралом и вычисляет его.</p>
39	<p><b>Формула замены переменной</b>  В результате практических занятий студент осваивает формулу замены переменной и вычисляет определённые интегралы через неё.</p>
40	<p><b>Формула интегрирования по частям</b>  В результате практических занятий студент осваивает формулу интегрирования по частям и вычисляет определённые интегралы через неё.</p>
41	<p><b>Вычисление площадей при помощи определённого интеграла</b>  В результате практических занятий студент осваивает формулы для площади в декартовых координатах; формулы для площади в полярных координатах; вычисляет площади по этим формулам.</p>
42	<p><b>Длина дуги кривой</b>  В результате практических занятий студент осваивает формулы для длины дуги в декартовых координатах; формулы для длины дуги в полярных координатах.</p>
43	<p><b>Объём тела вращения</b>  В результате практических занятий студент осваивает формулы для объёма через площади поперечных сечений; для объёма тела, полученного вращением вокруг оси абсцисс; ординат.</p>
44	<p><b>Площадь поверхности</b>  В результате практических занятий студент осваивает формулы для площади в декартовых координатах; в полярных координатах.</p>
45	<p><b>Механические приложения интеграла</b>  В результате практических занятий студент осваивает формулы для вычисления массы плоской кривой; статистических моментов и координат центра тяжести кривой; плоских фигур.</p>
46	<p><b>Несобственные интегралы первого рода от неотрицательной функции</b>  В результате практических занятий студент осваивает вычисление интегралов 1го рода и критерии сравнения.</p>
47	<p><b>Несобственные интегралы второго рода от неотрицательной функции</b>  В результате практических занятий студент осваивает вычисление интегралов 2го рода и критерии сравнения.</p>
48	<p><b>Несобственные интегралы от функции произвольного знака</b>  В результате практических занятий студент осваивает признак Абеля сходимости несобственного интеграла; признак Дирихле сходимости несобственного интеграла; формулы интегрирования по частям и замены переменной.</p>
49	<p><b>Функции нескольких переменных: определение</b>  В результате практических занятий студент осваивает решение задач на область определения функции нескольких переменных; линии уровня функции двух переменных; поверхности уровня функции трех переменных.</p>
50	<p><b>Арифметическое n-мерное пространство</b>  В результате практических занятий студент осваивает решение задач на расстояние между двумя точками в n-мерном пространстве; строит окрестности точек, определяет замкнутость или открытость областей.</p>
51	<p><b>Функции нескольких переменных: пределы</b>  В результате практических занятий студент осваивает методы нахождения повторного предела функции нескольких переменных; двойного предела функции нескольких переменных.</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
52	<b>Непрерывность функции нескольких переменных</b> В результате практических занятий студент осваивает определение непрерывной функции по Коши и по Гейне; решает задачи исследования функции на непрерывность.
53	<b>Дифференцирование функций нескольких переменных</b> В результате практических занятий студент осваивает методы вычисления частных производных; в частности сложной функции.
54	<b>Дифференциал функции нескольких переменных</b> В результате практических занятий студент осваивает методы нахождения частных и полных дифференциалов; использует дифференциал в приближённых вычислениях.
55	<b>Функции, заданные в неявном виде</b> В результате практических занятий студент осваивает навыки нахождения производной неявной функции от нескольких переменных.
56	<b>Геометрические приложения производной</b> В результате практических занятий студент осваивает навыки вычисления градиента, производной по направлению и их геометрический смысл; построения касательной плоскости и нормали к поверхности, заданной в явном и неявном виде.
57	<b>Формула Тейлора</b> В результате практических занятий студент осваивает формулу Тейлора с остаточным членом в форме Пеано; приближённые вычисления по формуле Тейлора;
58	<b>Экстремумы функции нескольких переменных</b> В результате практических занятий студент осваивает необходимые условия экстремума; достаточные условия экстремума функции двух переменных; достаточные условия экстремума функции нескольких переменных, критерий Сильвестра.
59	<b>Условный экстремум функции нескольких переменных</b> В результате практических занятий студент осваивает метод неопределённых множителей Лагранжа для решения задач на условный экстремум.
60	<b>Отображения</b> В результате практических занятий студент осваивает формулу для изменения площади/объёма линейного отображения; ищет матрицы Якоби и якобиан.
61	<b>Криволинейные интегралы первого рода</b> В результате практических занятий студент осваивает вычисление интегралов первого рода по кривым; теорему о сведении интегралов по кривым к интегралу Римана.
62	<b>Криволинейные интегралы второго рода</b> В результате практических занятий студент осваивает вычисление интегралов второго рода по кривым; ищет векторные поля.
63	<b>Механические приложения криволинейных интегралов</b> В результате практических занятий студент осваивает вычисление массы плоской кривой; вычисление статистических моментов и координат центра тяжести; вычисление работы векторного поля.
64	<b>Интегрирование функций нескольких переменных: двойные интегралы</b> В результате практических занятий студент осваивает теорему о переходе от двойного интеграла к повторному; замену переменных в двойном интеграле.
65	<b>Двойной интеграл в полярных координатах</b> В результате практических занятий студент осваивает переход в полярные координаты в двойном интеграле и вычисляет интегралы в полярных координатах.
66	<b>Связь между криволинейными и двойными интегралами</b> В результате практических занятий студент осваивает условие независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования, вычисляет криволинейные интегралы по формуле Грина.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
67	Интегрирование функций нескольких переменных: тройные интегралы В результате практических занятий студент осваивает теорему о переходе от тройного интеграла к повторному и вычисляет тройные интегралы.
68	Тройной интеграл в сферических и цилиндрических координатах В результате практических занятий студент осваивает вычисление тройного интеграла в этих системах координат.
69	Поверхностный интеграл первого рода В результате практических занятий студент осваивает сведение поверхностного интеграла к двойному по проекции; вычисляет поверхностный интеграл первого рода.
70	Поверхностный интеграл второго рода В результате практических занятий студент осваивает сведение поверхностного интеграла к двойному по проекции; вычисляет поверхностный интеграл второго рода.
71	Элементы векторного анализа В результате практических занятий студент осваивает понятия дивергенции и ротора векторного поля; применяет формулы Стокса и Гаусса-Остроградского.
72	Элементы векторного анализа: приложения В результате практических занятий студент осваивает вычисление потока векторного поля через поверхность; вычисление циркуляции векторного поля.
73	Числовые ряды В результате практических занятий студент осваивает нахождение частичных сумм ряда; проверяет необходимое условие сходимости.
74	Числовые ряды со знакоположительными членами В результате практических занятий студент осваивает признаки сравнения; признаки Даламбера и Коши; интегральный признак сходимости Коши.
75	Числовые ряды произвольного знака В результате практических занятий студент осваивает признак Лейбница, исследует условную и абсолютную сходимость рядов; применяет признаки Абеля и Дирихле.
76	Бесконечные произведения В результате практических занятий студент осваивает нахождение частичных произведений, исследует сходимость произведения.
77	Равномерная сходимость последовательностей В результате практических занятий студент осваивает исследование равномерной сходимости последовательности на заданных множествах.
78	Равномерная сходимость рядов В результате практических занятий студент осваивает исследование равномерной сходимости рядов на заданных множествах.
79	Признаки равномерной сходимости рядов В результате практических занятий студент осваивает признак Вейерштрасса; признак Лейбница; признаки Абеля и Дирихле равномерной сходимости.
80	Основные теоремы о равномерной сходимости В результате практических занятий студент осваивает теорему о переходе к пределу равномерно сходящегося ряда; теорему о дифференцировании равномерно сходящегося ряда; теорему об интегрировании равномерно сходящегося ряда.
81	Ряды Тейлора В результате практических занятий студент раскладывает функции в ряд Тейлора на основе табличных разложений функций.
82	Ряды Тейлора: приложения В результате практических занятий студент осваивает приближённые вычисления при помощи

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	рядов Тейлора; вычисление определённых и неопределённых интегралов при помощи рядов Тейлора; приближённое решение дифференциальных уравнений вычисления при помощи рядов Тейлора.
83	Степенные ряды В результате практических занятий студент осваивает навыки исследования степенных рядов на сходимость.
84	Некоторые сведения о нормированных пространствах В результате практических занятий студент осваивает нахождение норм в пространствах $C(a,b)$ , $L(a,b)$ , $L_2(a,b)$ ; нахождение скалярных произведений.
85	Ряды Фурье В результате практических занятий студент осваивает проверку систем на ортогональность в $L_2(a,b)$ ; ищет квадратичное уклонение функции.
86	Экстремальность коэффициентов ряда Фурье В результате практических занятий студент осваивает теорему о минимуме квадратичного отклонения, достигаемого на рядах Фурье; записывает неравенство Бесселя и равенство Парсеваля.
87	Ряд Фурье для функций с периодом два пи В результате практических занятий студент осваивает формулы для коэффициентов ряда Фурье чётных и нечётных функций и раскладывает функции в ряды Фурье.
88	Ряды Фурье для функций с произвольным периодом В результате практических занятий студент осваивает формулы для коэффициентов ряда Фурье на произвольном периоде и раскладывает функции в ряды Фурье.
89	Замкнутость тригонометрической системы функций В результате практических занятий студент осваивает простейшие свойства рядов Фурье.
90	Интегральное представление для частичной суммы ряда Фурье В результате практических занятий студент осваивает формулу суммы косинусов; записывает частичную сумму ряда Фурье по интегральной формуле.
91	Преобразование Фурье В результате практических занятий студент осваивает вычисление преобразования Фурье функций и его свойства.
92	Преобразование Фурье: приложения В результате практических занятий при помощи преобразования Фурье студент осваивает решение дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами; уравнения теплопроводности на бесконечной прямой.
93	Собственные параметрические интегралы В результате практических занятий студент осваивает теорему о переходе к пределу под знаком параметрического интеграла; применяет правило Лейбница для производной параметрического интеграла; применяет теорему об интегрировании параметрического интеграла по параметру.
94	Несобственные параметрические интегралы В результате практических занятий студент осваивает теорему о переходе к пределу под знаком параметрического интеграла; применяет правило Лейбница для производной параметрического интеграла; применяет теорему об интегрировании параметрического интеграла по параметру.
95	Гамма-функция Эйлера В результате практических занятий студент осваивает вычисление интегралов, сводящихся к $\Gamma$ -функции Эйлера, применяет формулы понижения и дополнения.
96	Бета-функция Эйлера В результате практических занятий студент осваивает вычисление интегралов, сводящихся к $B$ -функции Эйлера, применяет формулы связи между $\Gamma$ и $B$ -функцией.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Работа с лекционным материалом
2	Работа с литературой
3	Текущая подготовка к занятиям
4	Подготовка к промежуточной аттестации
5	Подготовка к текущему контролю
6	Подготовка к промежуточной аттестации.
7	Подготовка к текущему контролю.

#### 5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х тт. Том 1 / Г. М. Фихтенгольц. — 17-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 608 с. — ISBN 978-5-507-45809-7	<a href="https://e.lanbook.com/book/284078">https://e.lanbook.com/book/284078</a> (дата обращения: 09.04.2025)
2	Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: в 3-х тт. : учебник для вузов : в 2 томах / Г. М.	<a href="https://e.lanbook.com/book/199928">https://e.lanbook.com/book/199928</a> (дата обращения: 09.04.2025)

	<p>Фихтенгольц. — 16-е изд., стер. — Санкт- Петербург : Лань, 2022 — Том 2 : Курс дифференциал ьного и интегрального исчисления — 2022. — 800 с. — ISBN 978-5- 8114-9785-0</p>	
3	<p>Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциал ьного и интегрального исчисления В 3-х тт. : учебник для вузов : в 3 томах / Г. М. Фихтенгольц. — 13-е изд., стер. — Санкт- Петербург : Лань, 2022 — Том 3 — 2022. — 656 с. — ISBN 978-5- 507-44238-6</p>	<p><a href="https://e.lanbook.com/book/221270">https://e.lanbook.com/book/221270</a> (дата обращения: 09.04.2025).</p>
4	<p>Берман, Г. Н. Сборник задач по курсу математическо го анализа / Г. Н. Берман. — 11-е изд., стер. — Санкт- Петербург : Лань, 2023. — 492 с. — ISBN 978-5-507- 46033-5</p>	<p><a href="https://e.lanbook.com/book/295943">https://e.lanbook.com/book/295943</a> (дата обращения: 09.04.2025)</p>

5	<p>Демидович, Б. П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович. — 24-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 624 с. — ISBN 978-5-8114-9078-3</p>	<p><a href="https://e.lanbook.com/book/184105">https://e.lanbook.com/book/184105</a> (дата обращения: 09.04.2025)</p>
6	<p>Ильин, В. А. Математический анализ в 2 ч. Часть 1 в 2 кн. Книга 1 : учебник для вузов / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 324 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07067-5</p>	<p><a href="https://urait.ru/viewer/matematicheskiy-analiz-v-2-ch-chast-1-v-2-kn-kniga-2-562116#page/1">https://urait.ru/viewer/matematicheskiy-analiz-v-2-ch-chast-1-v-2-kn-kniga-2-562116#page/1</a> (дата обращения: 17.06.2025)</p>
7	<p>Ильин, В. А. Математический анализ в 2 ч. Часть 1 в 2 кн. Книга 2 : учебник для вузов / В. А. Ильин, В. А.</p>	<p><a href="https://urait.ru/bcode/513352">https://urait.ru/bcode/513352</a> (дата обращения: 09.04.2025).</p>

	<p>Садовничий, Б. Х. Сендов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 315 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07069-9</p>	
8	<p>Ильин, В. А. Математический анализ в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов. — 3-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 324 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09085-7</p>	<p><a href="https://urait.ru/bcode/511024">https://urait.ru/bcode/511024</a> (дата обращения: 09.04.2025)</p>
9	<p>Мышкис, А. Д. Лекции по высшей математике : учебное пособие / А. Д. Мышкис. — 6-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 688 с. — ISBN 978-5-8114-0572-5</p>	<p><a href="https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_bibl_1454721/?ysclid=m9a1qplmea175957450">https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_bibl_1454721/?ysclid=m9a1qplmea175957450</a></p>

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

- Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>);
- Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru));
- Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>);
- Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

- Операционная система Windows;
- Microsoft Office;
- MS Teams;
- Поисковые системы.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен в 1, 2, 3, 4 семестрах.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры  
«Цифровые технологии управления  
транспортными процессами»

А.П. Иванова

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЦТУТП  
Председатель учебно-методической  
комиссии

В.Е. Нутович

Н.А. Андриянова