

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, исследовании оптимизационных задач прикладного характера, вычислении интегралов и сходимости рядов.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- 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 функций, 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	Вещественные числа Рассматриваемые вопросы: - множество действительных чисел; - действительные числа на вещественной прямой; - аксиома непрерывности.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
2	<p><b>Множества. Верхняя и нижняя грани множеств</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- операции над множествами, их свойства;</li> <li>- наибольший и наименьший элементы множества;</li> <li>- точная верхняя и точная нижняя грань множества;</li> <li>- теоремы о существовании точной верхней и нижней грани множества у ограниченных множеств.</li> </ul>
3	<p><b>Пределы числовых последовательностей</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение числовой последовательности;</li> <li>- определение предела числовой последовательности;</li> <li>- свойства предела последовательностей.</li> </ul>
4	<p><b>Теоремы о пределе последовательностей</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- лемма о двух милиционерах;</li> <li>- число Эйлера, второй замечательный предел;</li> <li>- теорема Штольца.</li> </ul>
5	<p><b>Частичные пределы функций</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- частичные последовательности (подпоследовательности) и частичные пределы;</li> <li>- свойства частичных пределов;</li> <li>- лемма Больцано-Вейерштраса.</li> </ul>
6	<p><b>Пределы функций в точке</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- предел функции в точке;</li> <li>- односторонние пределы;</li> <li>- бесконечно малые и бесконечно большие в точке функции;</li> <li>- О-символика.</li> </ul>
7	<p><b>Пределы функций на бесконечности</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие предела функции при <math>x &gt; \pm\infty</math>;</li> <li>- арифметические операции над функциями, имеющими предел;</li> <li>- свойства предела функции.</li> </ul>
8	<p><b>Первый и второй замечательные пределы</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- первый замечательный предел;</li> <li>- второй замечательный предел;</li> <li>- таблица эквивалентностей.</li> </ul>
9	<p><b>Элементарные функции</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- элементарные функции;</li> <li>- свойства и графики элементарных функций.</li> </ul>
10	<p><b>Непрерывные функции</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение непрерывности функции в точке;</li> <li>- понятие непрерывности на множестве;</li> <li>- непрерывность элементарных функций;</li> <li>- теоремы о непрерывных функциях (об обращении непрерывных функций в ноль, о достижении максимума и минимума на отрезке);</li> <li>- теоремы о локальном поведении непрерывных функций;</li> <li>- асимптоты функций и алгоритм их нахождения.</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
11	<b>Функциональные уравнения</b> Рассматриваемые вопросы: - алгоритмы решения функциональных уравнений; - функциональная характеристика показательной, логарифмической и степенной функций; - функциональная характеристика тригонометрических и гиперболических функций.
12	<b>Теорема о непрерывных функциях</b> Рассматриваемые вопросы: - теорема об обращении непрерывных функций в ноль, теорема о достижении максимума и минимума непрерывной функции на отрезке; - теоремы о локальном поведении непрерывных функций; - асимптоты функций и алгоритм их нахождения.
13	<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.
14	<b>Производная: таблица производных</b> Рассматриваемые вопросы: - производная обратной функции; - правила дифференцирования; - основные производные элементарных функций.
15	<b>Производная: основные теоремы</b> Рассматриваемые вопросы: - необходимое условие экстремума; - основные теоремы о производных (теорема Коши, Лагранжа, Ролля); - теорема о производной функции, заданной параметрически.
16	<b>Дифференциал</b> Рассматриваемые вопросы: - определение дифференциала функции; - геометрический смысл дифференциала; - инвариантность дифференциала; - использование дифференциала для приближённых вычислений.
17	<b>Производные высших порядков</b> Рассматриваемые вопросы: - производные функции высших порядков и их вычисление; - дифференциалы высших порядков; - формула Тейлора.
18	<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;
19	<b>Исследование функции</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;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- полный план исследования функции. Примеры построения графиков функций с полным исследованием.
20	<b>Производная: применение</b> Рассматриваемые вопросы: - применения производной; - правила Лопиталя для вычисления пределов для случая неопределенности.
21	<b>Первообразная</b> Рассматриваемые вопросы: - определение первообразной, неопределенный интеграл; - свойства интегралов; - таблица основных интегралов; - основные формулы интегрирования (формула замены переменной, интегрирование по частям).
22	<b>Интегрирование дробей и иррациональностей</b> Рассматриваемые вопросы: - разложение дроби в сумму простейших; - метод неопределённых коэффициентов; - интегрирование дробно-рациональных функций; - интегрирование иррациональных функций.
23	<b>Интегрирование тригонометрических и трансцендентных функций</b> Рассматриваемые вопросы: - методы интегрирования выражений вида $R(\sin x, \cos x)$ ; - методы интегрирования выражений, содержащих экспоненциальную функцию; - методы интегрирования выражений, содержащих логарифмическую функцию.
24	<b>Определённые интегралы</b> Рассматриваемые вопросы: - определенный интеграл; - геометрический смысл определенного интеграла; - свойства определенного интеграла; - уммы Дарбу. Связь между определенным и неопределенным интегралом (формула Ньютона-Лейбница); - основные формулы определенного интегрирования (формула замены переменной, интегрирование по частям).
25	<b>Приложения определённого интеграла</b> Рассматриваемые вопросы: - геометрические приложения определенного интеграла (площадь фигуры, длина дуги кривой, объем тела вращения); - физические приложения определенного интеграла (нахождение статических моментов и центров тяжести фигуры).
26	<b>Несобственные интегралы</b> Рассматриваемые вопросы: - несобственные интегралы первого и второго родов; - критерии сходимости (расходимости).
27	<b>Знакоположительные ряды</b> Рассматриваемые вопросы: - числовые ряды: определение; - основные признаки сходимости (признаки необходимый, интегральный, Даламбера, Коши, признаки сравнения).
28	<b>Ряды произвольного знака</b> Рассматриваемые вопросы: - ряды и признак Лейбница, оценка остатка ряда Лейбница;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- признаки Абеля и Дирихле;</li> <li>- абсолютная и условная сходимость рядов.</li> </ul>
29	<p><b>Равномерная сходимость последовательностей</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- равномерная сходимость последовательностей на множествах;</li> <li>- свойства равномерно сходящихся последовательностей;</li> <li>- теорема о непрерывной функции, являющейся пределом последовательности, сходящейся равномерно;</li> <li>- критерий Коши равномерной сходимости.</li> </ul>
30	<p><b>Равномерная сходимость рядов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- равномерная сходимость рядов на множествах;</li> <li>- свойства равномерно сходящихся рядов;</li> <li>- признаки равномерной сходимости (признак Вейерштраса, признаки Абеля и Дирихле).</li> </ul>
31	<p><b>Функциональные ряды</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- функциональные ряды;</li> <li>- степенные ряды;</li> <li>- интервал сходимости и исследование степенных рядов на сходимость;</li> <li>- применение функциональных рядов для нахождения приближенных значений функций, вычисления определенного интеграла функций.</li> </ul>
32	<p><b>Ряды Тейлора</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- о сходимости рядов, полученных по формуле Тейлора;</li> <li>- табличные ряды Тейлора;</li> <li>- применение рядов Тейлора для нахождения приближенных значений функций, вычисления определенного интеграла функций.</li> </ul>
33	<p><b>Функции нескольких переменных: определение</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- область определения и линии уровня функции двух переменных;</li> <li>- поверхности уровня функции трех переменных.</li> </ul>
34	<p><b>Функции нескольких переменных: пределы</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повторный и двойной пределы функции нескольких переменных. Теоремы о взаимосвязи повторного и двойного пределов;</li> <li>- непрерывность функции нескольких переменных. Основные теоремы о непределенных функциях. Непрерывность элементарных функций.</li> </ul>
35	<p><b>Дифференцирование функций нескольких переменных</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- частные производные функции нескольких переменных. Дифференциал. Дифференциалы высших порядков;</li> <li>- производная сложной функции. Формула Тейлора для функции нескольких переменных;</li> <li>- теорема о неявной функции. Частные производные функции, заданной неявно;</li> <li>- геометрические приложения функций нескольких переменных (уравнения касательной плоскости и нормали к поверхности и др.).</li> </ul>
36	<p><b>Экстремумы функций нескольких переменных</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- экстремумы функций нескольких переменных;</li> <li>- теорема Ферма;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- необходимые и достаточные условия экстремума;</li> <li>- условные экстремумы.</li> </ul>
37	<p><b>Интегрирование функций нескольких переменных: двойные интегралы</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- двойной интеграл. Повторный интеграл и теорема о переходе от двойного интеграла к повторному;</li> <li>- замена переменных в двойном интеграле. Двойной интеграл в полярных и обобщенных полярных координатах.</li> </ul>
38	<p><b>Интегрирование функций нескольких переменных: тройные интегралы</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- тройной интеграл. Теорема о переходе от тройного интеграла к повторному;</li> <li>- замена переменных в тройном интеграле. Тройной интеграл в цилиндрических и сферических координатах.</li> </ul>
39	<p><b>Кратные интегралы: приложения</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- геометрические и физические приложения двойного интеграла (площадь фигуры и объем тела, масса фигуры, статические моменты и центр тяжести фигуры);</li> <li>- геометрические и физические приложения тройного интеграла (объем тела, масса фигуры, статические моменты и центр тяжести фигуры).</li> </ul>
40	<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>
41	<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>- 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. Формула Грина.</li> </ul>
42	<p><b>Поверхностные интегралы функций нескольких переменных</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вычисление интегралов первого и второго рода по поверхностям;</li> <li>- теорема о сведении интегралов по поверхностям к двойному интегралу.</li> </ul>
43	<p><b>Элементы векторного анализа</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- дивергенция и ротор векторного поля;</li> <li>- формула Стокса и формула Гаусса-Остроградского.</li> </ul>
44	<p><b>Элементы векторного анализа: приложения</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вычисление потока векторного поля через поверхность;</li> <li>- физические приложения.</li> </ul>
45	<p><b>Интегралы, зависящие от параметра</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- равномерная и неравномерная сходимости. Условие равномерной сходимости;</li> <li>- предельный переход под знаком интеграла. Дифференцирование и интегрирование под знаком интеграла;</li> <li>- равномерная сходимость интегралов. Определение равномерной сходимости интегралов. Связь с</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>рядами;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использование равномерной сходимости интегралов. Предельный переход под знаком интеграла;</li> <li>- непрерывность и дифференцируемость интеграла по параметру. Интегрирование интеграла по параметру.</li> </ul>
46	<p><b>Эйлеровы интегралы</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- эйлеровы интегралы первого и второго рода;</li> <li>- простейшие свойства Г-функции;</li> <li>- теорема умножения для Г-функции;</li> <li>- формула Стирлинга.</li> </ul>
47	<p><b>Ряды Фурье</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разложение функций в ряд Фурье;</li> <li>- характер сходимости рядов Фурье;</li> <li>- операции над рядами Фурье. Полнота и замкнутость системы тригонометрических многочленов.</li> </ul> <p>Единственность разложения по тригонометрическим многочленам.</p>
48	<p><b>Интегралы Фурье</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- интеграл Фурье;</li> <li>- приложения интеграла Фурье.</li> </ul>

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p><b>Множества. Верхние и нижние грани множеств</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получает навыки нахождения супремума и инфимума числовых множеств, искать множества с заданными свойствами, учится проверять свойства операций над множествами</p>
2	<p><b>Пределы числовых последовательностей</b></p> <p>В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вычисления пределов числовых последовательностей;</li> <li>- использования свойств предела последовательностей.</li> </ul>
3	<p><b>Теоремы о пределе последовательностей</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления предела последовательности по теореме о двух милиционерах или по теореме Штольца, сведения пределов к числу е</p>
4	<p><b>Частичные пределы функций</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получает навыки нахождения верхнего и нижнего пределов последовательностей, проверки свойств частичных пределов</p>
5	<p><b>Пределы функций</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления простейших пределов функций, учится сравнивать порядок функций.</p>
6	<p><b>Первый и второй замечательные пределы</b></p> <p>В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- раскрытия неопределённостей с использованием таблицы эквивалентностей.</li> </ul>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
7	<b>Таблица эквивалентностей</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления пределов с использованием таблицы эквивалентностей
8	<b>Элементарные преобразования графиков функций</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки построения графиков функций при помощи элементарных преобразований
9	<b>Операции над функциями: преобразования графиков</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки построения графиков функций с модулями, графиков суммы и произведения двух функций
10	<b>Непрерывные функции</b> В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - определение непрерывности функции в точке; - нахождения асимптот функций.
11	<b>Функциональные уравнения</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки решения функциональных уравнений для некоторых классов функций
12	<b>Асимптоты функций</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки нахождения горизонтальных, вертикальных и наклонных асимптот функции
13	<b>Производная: определение</b> В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - нахождения производных функций; - написания уравнения касательной и нормали к графику функции в точке; - применения производных.
14	<b>Производная: таблица производных</b> В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - нахождения производной обратной функции; - применения правил дифференцирования.
15	<b>Производные параметрически и неявно заданной функции</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления производных первого и второго порядка от параметрически и неявно заданной функции
16	<b>Уравнения касательной и нормали.</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки нахождения уравнений касательной и нормали для функций, заданных в разных формах.
17	<b>Основные теоремы о производных</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки проверки и возможности применения теорем Ролля, Лагранжа и Коши к заданным функциям.
18	<b>Дифференциал</b> В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - нахождения дифференциала функции; - использования дифференциала для приближённых вычислений.
19	<b>Производные высших порядков</b> В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - нахождения производных функции высших порядков;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- нахождения дифференциалов высших порядков; - применения формулы Тейлора.
20	<b>Формула Тейлора</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки разложения функций в ряд Тейлора, вычисления пределов при помощи формулы Тейлора
21	<b>Исследование функций при помощи первой производной</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки исследования функций на $\max/\min$ , выпуклость/вогнутость при помощи 1ой и 2ой производной
22	<b>Полное исследование функций</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки полного исследования функций и построения её графика
23	<b>Решение оптимизационных задач</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки решения задач на $\max/\min$ при помощи производной
24	<b>Правило Лопитала</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления пределов при помощи правила Лопитала
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>Интегрирование дробей и иррациональностей</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления неопределенных интегралов от дробно-рациональных и иррациональных функций
27	<b>Интегрирование тригонометрических и трансцендентных функций</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления неопределенных интегралов от тригонометрических и иррациональных функций
28	<b>Определённые интегралы</b> В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - нахождения определенного интеграла; - применения формулы Ньютона-Лейбница и основных формул определенного интегрирования (формула замены переменной, интегрирование по частям).
29	<b>Приложения определённого интеграла</b> В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - использовать геометрические приложения определенного интеграла (находить площадь фигуры, длина дуги кривой, объем тела вращения); - использовать физические приложения определенного интеграла (нахождение статических моментов и центров тяжести фигуры).
30	<b>Несобственные интегралы</b> В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - нахождения несобственных интегралов первого и второго родов; - применения критерии сходимости (расходимости).

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
31	<b>Знакоположительные ряды</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки исследования знакоположительных рядов на сходимость, нахождения сумм рядов непосредственно.
32	<b>Ряды с членами произвольного знака</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки исследования рядов с членами произвольного знака на сходимость, на абсолютную и условную сходимость
33	<b>Равномерная сходимость последовательностей</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки исследования последовательностей на равномерную сходимость.
34	<b>Равномерная сходимость рядов</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки исследования рядов на равномерную сходимость, вычисления суммы ряда непосредственно, применения признаков равномерной сходимости
35	<b>Степенные ряды</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки исследования степенных рядов, находит область сходимости и радиус сходимости
36	<b>Ряды Тейлора.</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки использования табличных разложений для приближенных вычислений значений функций, для приближенного вычисления интегралов.
37	<b>Функции нескольких переменных.</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки нахождения области определения функции нескольких переменных, линий и поверхностей уровня
38	<b>Пределы функций нескольких переменных</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки нахождения повторных и двойных пределов функций нескольких переменных
39	<b>Дифференцирование функций нескольких переменных</b> В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - находить частные производные функций нескольких переменных, находить дифференциалы; - вычислять производную сложной функции, применять формулу Тейлора для функции нескольких переменных.
40	<b>Дифференцирование неявных функций</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки нахождения частных производных неявных функций, записи уравнения касательной плоскости и нормали, формулы Тейлора для случая неявных функций.
41	<b>Экстремумы функций нескольких переменных</b> В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - находить экстремумы функций нескольких переменных; - применять необходимые и достаточные условия экстремума; - находить условные экстремумы.
42	<b>Двойные интегралы</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления двойных интегралов и решения прикладных задач геометрии и механики, сводящихся к вычислению двойного интеграла
43	<b>Тройные интегралы</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления тройных

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	интегралов и решения прикладных задач геометрии и механики, сводящихся к вычислению тройного интеграла
44	<b>Криволинейные интегралы первого рода</b> В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - вычисления интегралов первого рода по кривым.
45	<b>Криволинейные интегралы второго рода</b> В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - вычисления интегралов второго рода по кривым; - сведения криволинейных интегралов по замкнутому контуру к двойному интегралу по области, ограниченной заданным контуром; - применения формулы Грина.
46	<b>Интегрирование полных дифференциалов</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления криволинейных интегралов от полных дифференциалов и применения формулы Грина для сведения криволинейного интеграла к двойному.
47	<b>Поверхностные интегралы функций нескольких переменных</b> В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - вычисления интегралов первого и второго рода по поверхностям; - сведения интегралов по поверхностям к двойному интегралу.
48	<b>Формулы Стокса и Гаусса-Остроградского</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления криволинейных и поверхностных интегралов при помощи формул Стокса и Гаусса-Остроградского

#### 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.

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

№ п/ п	Библиографиче ское описание	Место доступа
1	Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциал	<a href="https://e.lanbook.com/book/284078">https://e.lanbook.com/book/284078</a> (дата обращения: 09.04.2025)

	ьного 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	
2	Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: в 3-х тт. : учебник для вузов : в 2 томах / Г. М. Фихтенгольц. — 16-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 2 : Курс дифференциального и интегрального исчисления — 2022. — 800 с. — ISBN 978-5-8114-9785-0	<a href="https://e.lanbook.com/book/199928">https://e.lanbook.com/book/199928</a> (дата обращения: 09.04.2025)
3	Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления В 3-х тт. : учебник для вузов : в 3	<a href="https://e.lanbook.com/book/221270">https://e.lanbook.com/book/221270</a> (дата обращения: 09.04.2025).

	томах / Г. М. Фихтенгольц. — 13-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 3 — 2022. — 656 с. — ISBN 978-5-507-44238-6	
4	Берман, Г. Н. Сборник задач по курсу математического анализа / Г. Н. Берман. — 11-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 492 с. — ISBN 978-5-507-46033-5	<a href="https://e.lanbook.com/book/295943">https://e.lanbook.com/book/295943</a> (дата обращения: 09.04.2025)
5	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	<a href="https://e.lanbook.com/book/184105">https://e.lanbook.com/book/184105</a> (дата обращения: 09.04.2025)
6	Ильин, В. А. Математический анализ в 2 ч. Часть 1 в 2 кн. Книга 1 :	<a href="https://urait.ru/viewer/mathematicheskiy-analiz-v-2-ch-chast-1-v-2-kn-kniga-2-562116#page/1">https://urait.ru/viewer/mathematicheskiy-analiz-v-2-ch-chast-1-v-2-kn-kniga-2-562116#page/1</a> (дата обращения: 17.06.2025)

	<p>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>	
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. 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>	<a href="https://urait.ru/bcode/513352">https://urait.ru/bcode/513352</a> (дата обращения: 09.04.2025).
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. —</p>	<a href="https://urait.ru/bcode/511024">https://urait.ru/bcode/511024</a> (дата обращения: 09.04.2025)

	Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 324 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5- 534-09085-7	
9	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	<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>

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 ЦГУТП

В.Е. Нутович

Председатель учебно-методической  
комиссии

Н.А. Андриянова