

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>Множества. Верхняя и нижняя грани множеств</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
3	<p>Пределы числовых последовательностей</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определение числовой последовательности; - определение предела числовой последовательности; - свойства предела последовательностей.
4	<p>Теоремы о пределе последовательностей</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - лемма о двух милиционерах; - число Эйлера, второй замечательный предел; - теорема Штольца.
5	<p>Частичные пределы функций</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - частичные последовательности (подпоследовательности) и частичные пределы; - свойства частичных пределов; - лемма Больцано-Вейерштрасса.
6	<p>Пределы функций в точке</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - предел функции в точке; - односторонние пределы; - бесконечно малые и бесконечно большие в точке функции; - О-символика.
7	<p>Пределы функций на бесконечности</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятие предела функции при $x \rightarrow \pm\infty$; - арифметические операции над функциями, имеющими предел; - свойства предела функции.
8	<p>Первый и второй замечательные пределы</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - первый замечательный предел; - второй замечательный предел; - таблица эквивалентностей.
9	<p>Элементарные функции</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - элементарные функции; - свойства и графики элементарных функций.
10	<p>Непрерывные функции</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определение непрерывности функции в точке; - понятие непрерывности на множестве; - непрерывность элементарных функций; - теоремы о непрерывных функциях (об обращении непрерывных функции в ноль, о достижении максимума и минимума на отрезке); - теоремы о локальном поведении непрерывных функций; - асимптоты функций и алгоритм их нахождения.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
11	Функциональные уравнения Рассматриваемые вопросы: - алгоритмы решения функциональных уравнений; - функциональная характеристика показательной, логарифмической и степенной функций; - функциональная характеристика тригонометрических и гиперболических функций.
12	Теорема о непрерывных функциях 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	Производная: определение Рассматриваемые вопросы: - производная функции; - дифференцируемость функции; - геометрический смысл производной; - физический смысл производной; - уравнения касательной и нормали к графику функции в точке.
14	Производная: таблица производных Рассматриваемые вопросы: - производная обратной функции; - правила дифференцирования; - основные производные элементарных функций.
15	Производная: основные теоремы Рассматриваемые вопросы: - необходимое условие экстремума; - основные теоремы о производных (теорема Коши, Лагранжа, Ролля); - теорема о производной функции, заданной параметрически.
16	Дифференциал Рассматриваемые вопросы: - определение дифференциала функции; - геометрический смысл дифференциала; - инвариантность дифференциала; - использование дифференциала для приближённых вычислений.
17	Производные высших порядков Рассматриваемые вопросы: - производные функции высших порядков и их вычисление; - дифференциалы высших порядков; - формула Тейлора.
18	Геометрический смысл второй производной 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	Исследование функции 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	Производная: применение Рассматриваемые вопросы: - применения производной; - правила Лопиталя для вычисления пределов для случая неопределенности.
21	Первообразная Рассматриваемые вопросы: - определение первообразной, неопределенный интеграл; - свойства интегралов; - таблица основных интегралов; - основные формулы интегрирования (формула замены переменной, интегрирование по частям).
22	Интегрирование дробей и иррациональностей Рассматриваемые вопросы: - разложение дроби в сумму простейших; - метод неопределённых коэффициентов; - интегрирование дробно-рациональных функций; - интегрирование иррациональных функций.
23	Интегрирование тригонометрических и трансцендентных функций Рассматриваемые вопросы: - методы интегрирования выражений вида $R(\sin x, \cos x)$; - методы интегрирования выражений, содержащих экспоненциальную функцию; - методы интегрирования выражений, содержащих логарифмическую функцию.
24	Определённые интегралы Рассматриваемые вопросы: - определенный интеграл; - геометрический смысл определённого интеграла; - свойства определённого интеграла; - уммы Дарбу. Связь между определенным и неопределенным интегралом (формула Ньютона-Лейбница); - основные формулы определенного интегрирования (формула замены переменной, интегрирование по частям).
25	Приложения определённого интеграла 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	Несобственные интегралы Рассматриваемые вопросы: - несобственные интегралы первого и второго родов; - критерии сходимости (расходимости).
27	Знакоположительные ряды Рассматриваемые вопросы: - числовые ряды: определение; - основные признаки сходимости (признаки необходимый, интегральный, Даламбера, Коши, признаки сравнения).
28	Ряды произвольного знака Рассматриваемые вопросы: - ряды и признак Лейбница, оценка остатка ряда Лейбница;

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

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

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	рядами; - использование равномерной сходимости интегралов. Предельный переход под знаком интеграла; - непрерывность и дифференцируемость интеграла по параметру. Интегрирование интеграла по параметру.
46	Эйлеровы интегралы Рассматриваемые вопросы: - эйлеровы интегралы первого и второго рода; - простейшие свойства Г-функции; - теорема умножения для Г-функции; - формула Стирлинга.
47	Ряды Фурье Рассматриваемые вопросы: - разложение функций в ряд Фурье; - характер сходимости рядов Фурье; - операции над рядами Фурье. Полнота и замкнутость системы тригонометрических многочленов. Единственность разложения по тригонометрическим многочленам.
48	Интегралы Фурье Рассматриваемые вопросы: - интеграл Фурье; - приложения интеграла Фурье.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Множества. Верхние и нижние грани множеств 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
2	Пределы числовых последовательностей В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - вычисления пределов числовых последовательностей; - использования свойств предела последовательностей.
3	Теоремы о пределе последовательностей В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления предела последовательности по теореме о двух милиционерах или по теореме Штольца, сведения пределов к числу e
4	Частичные пределы функций В результате выполнения практического задания студент получает навыки нахождения верхнего и нижнего пределов последовательностей, проверки свойств частичных пределов
5	Пределы функций В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления простейших пределов функций, учится сравнивать порядок функций.
6	Первый и второй замечательные пределы В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - раскрытия неопределённостей с использованием таблицы эквивалентностей.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
7	Таблица эквивалентностей В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления пределов с использованием таблицы эквивалентностей
8	Элементарные преобразования графиков функций В результате выполнения практического задания студент получает навыки построения графиков функций при помощи элементарных преобразований
9	Операции над функциями: преобразования графиков В результате выполнения практического задания студент получает навыки построения графиков функций с модулями, графиков суммы и произведения двух функций
10	Непрерывные функции В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - определения непрерывности функции в точке; - нахождения асимптот функций.
11	Функциональные уравнения В результате выполнения практического задания студент получает навыки решения функциональных уравнений для некоторых классов функций
12	Асимптоты функций В результате выполнения практического задания студент получает навыки нахождения горизонтальных, вертикальных и наклонных асимптот функции
13	Производная: определение В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - нахождения производных функции; - написания уравнения касательной и нормали к графику функции в точке; - применения производных.
14	Производная: таблица производных В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - нахождения производной обратной функции; - применения правил дифференцирования.
15	Производные параметрически и неявно заданной функции В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления производных первого и второго порядка от параметрически и неявно заданной функции
16	Уравнения касательной и нормали. В результате выполнения практического задания студент получает навыки нахождения уравнений касательной и нормали для функций, заданных в разных формах.
17	Основные теоремы о производных В результате выполнения практического задания студент получает навыки проверки и возможности применения теорем Ролля, Лагранжа и Коши к заданным функциям.
18	Дифференциал В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - нахождения дифференциала функции; - использования дифференциала для приближённых вычислений.
19	Производные высших порядков 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	Формула Тейлора В результате выполнения практического задания студент получает навыки разложения функций в ряд Тейлора, вычисления пределов при помощи формулы Тейлора
21	Исследование функций при помощи первой производной В результате выполнения практического задания студент получает навыки исследования функций на \max/\min , выпуклость/вогнутость при помощи 1ой и 2ой производной
22	Полное исследование функций В результате выполнения практического задания студент получает навыки полного исследования функций и построения её графика
23	Решение оптимизационных задач В результате выполнения практического задания студент получает навыки решения задач на \max/\min при помощи производной
24	Правило Лопиталя В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления пределов при помощи правила Лопиталя
25	Первообразная 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	Интегрирование дробей и иррациональностей В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления неопределенных интегралов от дробно-рациональных и иррациональных функций
27	Интегрирование тригонометрических и трансцендентных функций В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления неопределенных интегралов от тригонометрических и иррациональных функций
28	Определённые интегралы В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - нахождения определенного интеграла; - применения формулы Ньютона-Лейбница и основных формулы определенного интегрирования (формула замены переменной, интегрирование по частям).
29	Приложения определённого интеграла 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	Несобственные интегралы В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - нахождения несобственных интегралов первого и второго родов; - применения критериев сходимости (расходимости).

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
31	Знакоположительные ряды В результате выполнения практического задания студент получает навыки исследования знакоположительных рядов на сходимость, нахождения сумм рядов непосредственно.
32	Ряды с членами произвольного знака В результате выполнения практического задания студент получает навыки исследования рядов с членами произвольного знака на сходимость, на абсолютную и условную сходимость
33	Равномерная сходимость последовательностей В результате выполнения практического задания студент получает навыки исследования последовательностей на равномерную сходимость.
34	Равномерная сходимость рядов В результате выполнения практического задания студент получает навыки исследования рядов на равномерную сходимость, вычисления суммы ряда непосредственно, применения признаков равномерной сходимости
35	Степенные ряды В результате выполнения практического задания студент получает навыки исследования степенных рядов, находит область сходимости и радиус сходимости
36	Ряды Тейлора. В результате выполнения практического задания студент получает навыки использования табличных разложений для приближенных вычислений значений функций, для приближенного вычисления интегралов.
37	Функции нескольких переменных. В результате выполнения практического задания студент получает навыки нахождения области определения функции нескольких переменных, линий и поверхностей уровня
38	Пределы функций нескольких переменных В результате выполнения практического задания студент получает навыки нахождения повторных и двойных пределов функций нескольких переменных
39	Дифференцирование функций нескольких переменных В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - находить частные производные функции нескольких переменных, находить дифференциалы; - вычислять производную сложной функции, применять формулу Тейлора для функции нескольких переменных.
40	Дифференцирование неявных функций 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	Экстремумы функций нескольких переменных 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	Двойные интегралы В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления двойных интегралов и решения прикладных задач геометрии и механики, сводящихся к вычислению двойного интеграла
43	Тройные интегралы 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	Криволинейные интегралы первого рода В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки: - вычисления интегралов первого рода по кривым.
45	Криволинейные интегралы второго рода 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	Интегрирование полных дифференциалов 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	Поверхностные интегралы функций нескольких переменных 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	Формулы Стокса и Гаусса-Остроградского 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	Библиографическое описание	Место доступа
1	Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциал	https://e.lanbook.com/book/284078 (дата обращения: 09.04.2025)

	<p>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</p>	
2	<p>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</p>	<p>https://e.lanbook.com/book/199928 (дата обращения: 09.04.2025)</p>
3	<p>Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления В 3-х тт. : учебник для вузов : в 3</p>	<p>https://e.lanbook.com/book/221270 (дата обращения: 09.04.2025).</p>

	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	https://e.lanbook.com/book/295943 (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	https://e.lanbook.com/book/184105 (дата обращения: 09.04.2025)
6	Ильин, В. А. Математический анализ в 2 ч. Часть 1 в 2 кн. Книга 1 :	https://urait.ru/viewer/matematicheskiy-analiz-v-2-ch-chast-1-v-2-kn-kniga-2-562116#page/1 (дата обращения: 17.06.2025)

	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	
7	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	https://urait.ru/bcode/513352 (дата обращения: 09.04.2025).
8	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. —	https://urait.ru/bcode/511024 (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	https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_bibl_1454721/?ysclid=m9a1qplmea175957450

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);
- 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

В.Е. Нутович

Председатель учебно-методической
комиссии

Н.А. Андриянова