

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: 01.09.2024

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):

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

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 15 з.е. (540 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):	352	96	80	96	80
В том числе:					
Занятия лекционного типа	160	48	32	48	32
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 188 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.
2	Множества. Верхняя и нижняя грани множеств

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<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; - O-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.
11	<p>Функциональные уравнения</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - алгоритмы решения функциональных уравнений; - функциональная характеристика показательной, логарифмической и степенной функций; - функциональная характеристика тригонометрических и гиперболических функций.
12	<p>Теорема о непрерывных функциях</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Производная: определение</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - производная функции; - дифференцируемость функции; - геометрический смысл производной; - физический смысл производной; - уравнения касательной и нормали к графику функции в точке.
14	<p>Производная: таблица производных</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - производная обратной функции; - правила дифференцирования; - основные производные элементарных функций.
15	<p>Производная: основные теоремы</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - необходимое условие экстремума; - основные теоремы о производных (теорема Коши, Лагранжа, Ролля); - теорема о производной функции, заданной параметрически.
16	<p>Дифференциал</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определение дифференциала функции; - геометрический смысл дифференциала; - инвариантность дифференциала; - использование дифференциала для приближённых вычислений.
17	<p>Производные высших порядков</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - производные функции высших порядков и их вычисление; - дифференциалы высших порядков; - формула Тейлора.
18	<p>Геометрический смысл второй производной</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Исследование функции</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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; - полный план исследования функции. Примеры построения графиков функций с полным исследованием.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
20	Производная: применение Рассматриваемые вопросы: - применения производной; - правила Лопиталья 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 определённым и неопределённым интегралом (формула Ньютона-Лейбница); - основные формулы определённого интегрирования (формула замены переменной, интегрирование по частям).
25	Приложения определённого интеграла Рассматриваемые вопросы: - геометрические приложения определённого интеграла (площадь фигуры, длина дуги кривой, объем тела вращения); - физические приложения определённого 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; - признаки Абеля и Дирихле; - абсолютная и условная сходимость рядов.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
29	Равномерная сходимость последовательностей Рассматриваемые вопросы: - 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: - равномерная сходимость рядов на множествах; - свойства равномерно сходящихся рядов; - признаки равномерной сходимости (признак Вейерштрасса, признаки Абеля и Дирихле).
31	Функциональные ряды Рассматриваемые вопросы: - 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: - 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: - область определения и линии уровня функции двух переменных; - поверхности уровня функции трех переменных.
34	Функции нескольких переменных: пределы Рассматриваемые вопросы: - 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: - 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: - экстремумы функций нескольких переменных; - теорема Ферма; - необходимые и достаточные условия экстремума; - условные экстремумы.
37	Интегрирование функций нескольких переменных: двойные интегралы

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>Рассматриваемые вопросы:</p> <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	<p>Интегрирование функций нескольких переменных: тройные интегралы</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <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	<p>Кратные интегралы: приложения</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <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	<p>Криволинейные интегралы первого рода</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <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	<p>Криволинейные интегралы второго рода</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <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	<p>Поверхностные интегралы функций нескольких переменных</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вычисление интегралов первого и второго рода по поверхностям; - теорема о сведении интегралов по поверхностям к двойному интегралу.
43	<p>Элементы векторного анализа</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - дивергенция и ротор векторного поля; - формула Стокса и формула Гаусса-Остроградского.
44	<p>Элементы векторного анализа: приложения</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вычисление потока векторного поля через поверхность; - физические приложения.
45	<p>Интегралы, зависящие от параметра</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <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 рядами; - использование равномерной сходимости интегралов. Предельный переход под знаком интеграла; - непрерывность и дифференцируемость интеграла по параметру. Интегрирование интеграла по параметру.

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

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

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

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	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; - 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

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	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 Лопиталья В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления пределов при помощи правила Лопиталья
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).
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

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	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 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:

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- 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 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	https://e.lanbook.com/book/284078 (дата обращения: 15.01.2024). - текст: электронный.
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	https://e.lanbook.com/book/199928 (дата обращения: 15.01.2024). - текст: электронный.
3	Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального 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	https://e.lanbook.com/book/221270 (дата обращения: 15.01.2024). - текст: электронный.
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: 15.01.2024). - текст: электронный.
5	Демидович, Б. П. Сборник задач и упражнений по	https://e.lanbook.com/book/184105 (дата обращения: 15.01.2024). -

	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	текст: электронный.
6	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	https://urait.ru/bcode/513351 (дата обращения: 15.01.2024). - текст: электронный.
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: 15.01.2024). - текст: электронный.
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. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 324 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09085-7	https://urait.ru/bcode/511024 (дата обращения: 15.01.2024). - текст: электронный.
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://e.lanbook.com/book/210314 (дата обращения: 15.01.2024). - текст: электронный.

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/>);
- Электронно-библиотечная система ibooks.ru (<http://ibooks.ru/>).
- Интернет-университет информационных технологий (<http://www.intuit.ru/>).

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