

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): Математические модели в экономике и технике

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: 22.05.2023

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

- обеспечить студентов прочными знаниями в области математического анализа, формирование основ математической подготовки студентов, необходимых для профессиональной деятельности бакалавров;

- формирование компетенций для научно-исследовательской деятельности;

- изучение необходимых связей этой науки с линейной алгеброй, механикой, физикой, комплексным анализом и другими разделами математики;

- подготовка к изучению дальнейших и специальных курсов, использующих методы математического анализа.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- формирование личности студента, развитие его интеллекта и умения логически и алгоритмически мыслить, формирование умений и навыков, необходимых при практическом применении теории математического анализа;

- формирование навыков решения задач по нижеследующим темам: исследование функции средствами дифференциального исчисления и построение их графиков, применение основных методов интегрирования, применение определенных, кратных, криволинейных и поверхностных интегралов для решения задач геометрии и физики, исследование функций нескольких переменных, нахождение их безусловных и условных экстремумов, исследование сходимости числовых и функциональных рядов, разложение функций в ряды Тейлора, Фурье, использование интегральных преобразований.

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:

- основные методы решения типовых задач вычисления пределов, производных, интегралов на вещественной прямой или плоскости (в

пространстве).

Уметь:

- анализировать условие задачи и применять соответствующий метод для ее решения;

- применять системный подход.

Владеть:

- навыками решения типовых задач по данной дисциплине.

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):	294	64	82	80	68
В том числе:					
Занятия лекционного типа	148	32	34	48	34
Занятия семинарского типа	146	32	48	32	34

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 246 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	<p>Пределы последовательностей</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none">- множество действительных чисел;- действительные числа на вещественно прямой;- аксиома непрерывности;- предел последовательности;- свойства предела последовательностей;- второй замечательный предел.
2	<p>Пределы функций. Непрерывные функции</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none">- предел функции;- свойства предела функции;- первый и второй замечательные пределы;- O-символика;- односторонние пределы;- непрерывные функции;- 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.
3	<p>Производная</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none">- производная функции, определение, геометрический смысл;- производная обратной функции;- основные производные элементарных функций;- основные теоремы о производных (теорема Коши, Лагранжа, Ролля), теорема о производной функции, заданной параметрически;- производные функции высших порядков и их вычисление;- формула Тейлора;- исследование функции на возрастание/убывание при помощи производной, теорема Ферма;- 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;- применения производной;- правило Лопитала для вычисления пределов для случая неопределенности.
4	<p>Интегрирование функций</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none">- неопределенный интеграл, определение;- таблица основных интегралов;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - основные формулы интегрирования (формула замены переменной, интегрирование по частям); - интегрирование различных классов функций (тригонометрических, дробно-рациональных, иррациональных, трансцендентных, содержащих экспоненту и логарифм); - определенный интеграл, суммы Дарбу; - связь между определенным и неопределенным интегралом (формула Ньютона-Лейбница); - основные формулы определенного интегрирования (формула замены переменной, интегрирование по частям); - геометрические приложения определенного интеграла (площадь фигуры, длина дуги кривой, объем тела вращения); - физические приложения определенного интеграла (нахождение статических моментов и центров тяжести фигуры); - несобственные интегралы первого и второго родов; - критерии сходимости (расходимости).
5	<p>Ряды</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - числовые ряды; - основные признаки сходимости (признаки необходимый, интегральный, Даламбера, Лейбница); - абсолютная и условная сходимость; - функциональные ряды; - степенные ряды; - интервал сходимости и исследование степенных рядов на сходимость; - применение функциональных рядов для нахождения приближенных значений функций, вычисления определенного интеграла функций.
6	<p>Функции нескольких переменных</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - область определения и линии уровня функции двух переменных; - поверхности уровня функции трех переменных; - 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; - 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.); - экстремумы функций нескольких переменных, теорема Ферма; - необходимые и достаточные условия экстремума; - экстремумы неявных функций; - условные экстремумы.
7	<p>Функции нескольких переменных: интегралы</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - двойной интеграл, суммы Дарбу; - повторный интеграл и теорема о переходе от двойного интеграла к повторному, примеры; - замена переменных в двойном интеграле; - двойной интеграл в полярных и обобщенных полярных координатах, примеры; - геометрические и физические приложения двойного интеграла (площадь фигуры и объем тела, масса

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	фигуры, статические моменты и центр тяжести фигуры); - тройной интеграл, суммы Дарбу; - теорема о переходе от тройного интеграла к повторному, примеры; - замена переменных в тройном интеграле; - тройной интеграл в цилиндрических и сферических координатах, примеры; - геометрические и физические приложения тройного интеграла (объем тела, масса фигуры, статические моменты и центр тяжести фигуры).
8	Криволинейные и поверхностные интегралы функций нескольких переменных Рассматриваемые вопросы: - вычисление интегралов первого и второго рода по кривым; - теорема о сведении интегралов по кривым к интегралу Римана; - 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, примеры; - вычисление интегралов первого и второго рода по поверхностям; - теорема о сведении интегралов по поверхностям к двойному интегралу; - элементы векторного анализа, дивергенция и ротор векторного поля; - формула Стокса и формула Гаусса-Остроградского; - вычисление потока векторного поля через поверхность, физические приложения.
9	Интегралы, зависящие от параметра Рассматриваемые вопросы: - 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.
10	Эйлеровы интегралы. Ряды Фурье Рассматриваемые вопросы: - эйлеровы интегралы первого и второго рода; - простейшие свойства Г-функции; - теорема умножения для Г-функции; - формула Стирлинга; - разложение функций в ряд Фурье; - характер сходимости рядов Фурье; - интеграл Фурье и его приложения; - операции над рядами Фурье; - полнота и замкнутость системы тригонометрических многочленов; - единственность разложения по тригонометрическим многочленам.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Пределы последовательностей</p> <p>В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вычисления пределы последовательностей, - применения свойства предела последовательностей, - вычисления пределов, сводящихся ко второму замечательному пределу.
2	<p>Пределы функций. Непрерывные функции</p> <p>В результате работы на практических занятиях на конкретных примерах студенты получают навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вычисления пределов функций, - применения свойства предела функции, - вычисления пределов, сводящихся к первый и второму замечательному пределу, - определения скорости роста функции, - вычисления односторонних пределов, - исследования функции на непрерывность, - нахождения и классифицирования точек разрыва функции, - отыскания и построения асимптот функций, - построения эскизов графиков функций с использованием теории пределов
3	<p>Производная</p> <p>В результате работы на практических занятиях студенты получают навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вычисления производных функций по правилам, производные обратной функции, производные функции, заданной параметрически, производные функции высших порядков, - нахождения многочлена Тейлора для данных функций в окрестности данной точки, - исследования функции на возрастание/убывание при помощи производной, - исследования функции на выпуклость/вогнутость при помощи второй производной, - построения полного плана исследования функции, - построения графиков функций с полным исследованием, - различных применений производной, - применения правила Лопитала для вычисления пределов для случая неопределенности.
4	<p>Интегрирование функций</p> <p>В результате работы на практических занятиях студенты получают навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вычисления неопределенного интеграла при помощи таблицы и основных формул интегрирования (формула замены переменной, интегрирование по частям), - применения методов интегрирования и интегрируют различные классы функций (тригонометрические, дробно-рациональные, иррациональные, трансцендентные, содержащих экспоненту и логарифм), - вычисления неопределенного интеграла при помощи таблицы и основных формул интегрирования (формула замены переменной, интегрирование по частям), - геометрических приложений определенного интеграла (площадь фигуры, длина дуги кривой, объем тела вращения), - физических приложений определенного интеграла (нахождение стат. моментов и центров тяжести фигуры), - вычисления несобственных интегралов первого и второго родов, - исследования несобственных интегралов на сходимость при помощи критериев сходимости (расходимости).
5	<p>Ряды</p> <p>В результате работы на практических занятиях студенты получают навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исследования числовых рядов на сходимость при помощи основные признаки сходимости (признаки необходимый, интегральный, Даламбера, Лейбница), - исследования рядов на абсолютную и условную сходимость, - исследования степенных рядов на сходимость, - нахождения интервала их сходимости, - применения функциональных рядов для нахождения приближенных значений функций, вычисления

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	определенного интеграла функций.
6	<p>Функции нескольких переменных</p> <p>В результате работы на практических занятиях студенты получают навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - построения области определения и линий уровня функции двух переменных, поверхности уровня функции трех переменных, - нахождения повторного и двойного пределов функции нескольких переменных, - исследования функции нескольких переменных на непрерывность, - нахождения частных производных функции нескольких переменных, дифференциала функции нескольких переменных и дифференциалов высших порядков, - нахождения производной сложной функции, - записи формулы Тейлора для функции нескольких переменных в окрестности заданной точки, - вычисления частных производных функции, заданной неявно, - геометрических приложений функций нескольких переменных (уравнения касательной плоскости и нормали к поверхности и др.), - отыскания экстремумов функций нескольких переменных, - проверки необходимых и достаточных условий экстремума, - отыскания экстремумов неявных функций и условных экстремумов.
7	<p>Функции нескольких переменных: интегралы</p> <p>В результате работы на практических занятиях студенты получают навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расстановки пределов в повторном интеграле по заданному двойному и области, - вычисления двойного интеграла, - вычисления двойного интеграла в полярных и обобщенных полярных координатах, - геометрических и физических приложений двойного интеграла (площадь фигуры и объем тела, масса фигуры, статические моменты и центр тяжести фигуры), - расстановки пределов в повторном интеграле по заданному тройному и области, - вычисления тройного интеграла, тройной интеграла в цилиндрических и сферических координатах, - геометрических и физических приложений тройного интеграла (объем тела, масса фигуры, статические моменты и центр тяжести фигуры).
8	<p>Криволинейные и поверхностные интегралы функций нескольких переменных</p> <p>В результате работы на практических занятиях студенты получают навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вычисления интегралов первого и второго рода по кривым, - проверки условия независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования, - интегрирования полных дифференциалов и нахождения потенциалов для заданных дифференциалов, - сведения криволинейных интегралов по замкнутому контуру к двойному интегралу по области, ограниченной заданным контуром (применяют формулу Грина), - вычисления интегралов первого и второго рода по поверхностям, - вычисления дивергенции и ротора векторного поля, - вычисления поверхностных и криволинейных интегралов при помощи формулы Стокса и формулы Гаусса-Остроградского, - вычисления потока векторного поля через поверхность, рассматривая физическое приложения.
9	<p>Интегралы, зависящие от параметра</p> <p>В результате работы на практических занятиях студенты получают навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исследования функциональных последовательностей и рядов на равномерную и неравномерную сходимости, - дифференцирования и интегрирования под знаком интеграла, - исследования интегралов на равномерную и неравномерную сходимости, - дифференцирования и интегрирования интеграла по параметру.
10	<p>Эйлеровы интегралы. Ряды Фурье</p> <p>В результате работы на практических занятиях студенты получают навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решения задач с эйлеровыми интегралами первого и второго рода,

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - применения простейших свойств Γ-функции и теоремы умножения для Γ-функции для случая интегралов специального вида, - применения формулы Стирлинга, - разложения функции в ряд Фурье с анализом характера сходимости рядов Фурье, - вычисления интеграла Фурье (и рассматривают его приложения).

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к промежуточной аттестации
2	Подготовка к текущему контролю
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Сборник заданий по высшей математике с образцами решений (математический анализ). Полькина Е.А. Учебно-методическое издание Москва : Прометей , 2020, ISBN:978-5-907244-17-7	https://ibooks.ru/bookshelf/367948/reading
2	Математический анализ Виноградов О.Л. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург , 2017, ISBN 978-5-9775-3815-2	https://ibooks.ru/bookshelf/356687/reading
3	Математический анализ Киркинский, А. С. Учебное пособие Москва : Академический Проект , 2020, ISBN 978-5-8291-3040-4	https://e.lanbook.com/book/133205
4	Сборник задач по курсу математического анализа Берман, Г. Н. Сборник Санкт- Петербург : Лань , 2019, ISBN 978-5-8114- 0657-9	https://e.lanbook.com/book/200084
5	Курс дифференциального и интегрального исчисления Фихтенгольц, Г. М. Учебник Санкт-Петербург : Лань , 2021, ISBN:978-5- 8114-7061-7	Курс дифференциального и интегрального исчисления Фихтенгольц, Г. М. Учебник Санкт- Петербург : Лань , 2022 https://e.lanbook.com/book/189501

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

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>).

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>).

Общие информационные, справочные и поисковые системы «Консультант Плюс», «Гарант».

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>).

Электронно-библиотечная система ibooks.ru (<http://ibooks.ru/>).

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

Microsoft Internet Explorer (или другой браузер).

Операционная система Microsoft Windows.

Microsoft Office.

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

Компьютерное и мультимедийное оборудование: компьютер, проектор, экран.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 1, 3 семестрах.

Экзамен во 2, 4 семестрах.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

профессор, профессор, д.н. кафедры
«Цифровые технологии управления
транспортными процессами»

А.С. Братусь

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЦТУТП

В.Е. Нутович

Председатель учебно-методической
комиссии

Н.А. Клычева