

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

**УТВЕРЖДЕНО**  
решением Ученого совета факультета математики,  
информационных и авиационных технологий  
от 21 мая 2024 г., протокол № 5/24

Председатель \_\_\_\_\_ / М.А. Волков  
«21» мая 2024 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<b>Математический анализ</b>
Факультет	Факультет математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	Кафедра прикладной математики
Курс	1 - очная форма обучения

Направление (специальность): 24.03.04 Авиастроение

Направленность (профиль/специализация): Моделирование и исследование операций в организационно-технических системах

Форма обучения: очная

Дата введения в учебный процесс УлГУ: 01.09.2024 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	КАФЕДРА	Должность, ученая степень, звание
Веровкин Андрей Борисович	Кафедра прикладной математики	Доцент, Кандидат физико-математических наук, Доцент

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели освоения дисциплины:

освоение основ и методов теории пределов, теории дифференциального и интегрального исчисления; формирование уровня математической культуры, достаточного для понимания и усвоения последующих курсов, базирующихся на данной дисциплине; привитие навыков исследовательской работы.

### Задачи освоения дисциплины:

изучение базовых понятий теории числовых множеств и функций действительного переменного; изучение основных определений и теорем о пределах последовательностей и функций, понятия непрерывности функций; изучение дифференциального исчисления, приложений производной для исследования функций и приближенных вычислений; изучение интегрального исчисления, приложений интегралов в решении различных прикладных задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математический анализ» относится к числу дисциплин блока Б1.О, предназначенного для студентов, обучающихся по направлению: 24.03.04 Авиастроение.

В процессе изучения дисциплины формируются компетенции: УК-1, ОПК-1.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении таких дисциплин как: Числовое программное управление станочным оборудованием, Метрология, стандартизация и сертификация, Дифференциальные уравнения, Алгебра и геометрия, Теория вероятностей, Сопротивление материалов, Численные методы, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Философия, Преддипломная практика, Научно-исследовательская работа, Ознакомительная практика, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p><b>знать:</b> способах критического анализа</p> <p><b>уметь:</b> осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p> <p><b>владеть:</b> системным подходом для решения поставленных задач</p>
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и	<b>знать:</b>

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	методы математического анализа и моделирования <b>уметь:</b> применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности <b>владеть:</b> методами математического анализа и моделирования

#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего): 8 ЗЕТ

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах): 288 часов

Форма обучения: очная

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения <u>очная</u> )		
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам	
		1	2
1	2	3	4
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	136	72	64
Аудиторные занятия:	136	72	64
Лекции	68	36	32
Семинары и практические занятия	68	36	32
Лабораторные работы, практикумы	-	-	-
Самостоятельная работа	80	36	44
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	Тестирование	Тестирование	
Курсовая работа	-	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Экзамен (24)	Экзамен	Экзамен
Всего часов по дисциплине	288	144	144

### 4.3. Содержание дисциплины. Распределение часов по темам и видам учебной работы

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Раздел 1. Раздел 1. Введение в математический анализ</b>							
Тема 1.1. 1. Множества и функции	14	4	4	0	4	6	Тестирование
Тема 1.2. Поле действительных чисел	14	4	4	0	0	6	Тестирование
Тема 1.3. Предел последовательности	14	4	4	0	0	6	Тестирование
Тема 1.4. Предел функции	14	4	4	0	0	6	Тестирование
Тема 1.5. Непрерывные функции	14	4	4	0	0	6	Тестирование
<b>Раздел 2. Раздел 2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной</b>							
Тема 2.1. Дифференцируемые функции	14	4	4	0	0	6	Тестирование
Тема 2.2. Основные теоремы дифференциального исчисления	14	4	4	0	0	6	Тестирование
Тема 2.3. Исследование функций с помощью производной	14	4	4	0	6	6	Тестирование

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
ых. Построение графика функции.							
<b>Раздел 3. . Интегральное исчисление функций одной переменной</b>							
Тема 3.1. Первообразные и неопределенный интеграл	14	4	4	0	6	6	Тестирование
Тема 3.2. Определенный интеграл Римана	14	4	4	0	6	6	Тестирование
Тема 3.3. Длина и мера числовых подмножеств	14	4	4	0	6	6	Тестирование
Тема 3.4. Геометрические приложения интеграла	14	4	4	0	6	6	Тестирование
Тема 3.5. Несобственные интегралы	14	4	4	0	6	6	Тестирование
<b>Раздел 4. Раздел 4. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных</b>							
Тема 4.1. Вещественные пространства и топология.	10	4	4	0	2	2	Тестирование
Тема 4.2. Вектор-функции многих	8	4	4	0	2	0	Тестирование

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний	
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа		
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы				
1	2	3	4	5	6	7	8	
переменных								
Тема 4.3. Пределы, непрерывность, частные производные и дифференциалы	8	4	4	0	0	0	Тестирование	
Тема 4.4. Исследование экстремумов в числовых функциях с помощью правила множителей Лагранжа	8	4	4	0	4	0	Тестирование	
<b>Итого подлежит изучению</b>	216	68	68	0	48	80		

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Раздел 1. Раздел 1. Введение в математический анализ

#### Тема 1.1. 1. Множества и функции

Множества и операции над ними. Отношения на множествах. Функции. Простейшая классификация функций. Свойства функций. Функция как отношение. Мощность множества. Теорема Кантора-Бернштейна. Счетные множества и их свойства. Мощность множества рациональных чисел. Существование несчетных множеств. Континуум. Мощность множества всех подмножеств данного множества.

#### Тема 1.2. Поле действительных чисел

Принципы минимума и математической индукции для  $\mathbb{N}$ . Определение поля и упорядоченного поля. Примеры. Грани числовых множеств. Полное поле. Неполнота поля  $\mathbb{Q}$ . Вещественные числа как бесконечные дроби. Плотность  $\mathbb{Q}$  в  $\mathbb{R}$ . Принципы полноты поля  $\mathbb{R}$ . Открытые и замкнутые множества в  $\mathbb{R}$ , их свойства. Понятие секвенциальной компактности. Принцип Больцано-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

Вейерштрасса. Понятие компактности. Лемма Бореля-Лебега.

### Тема 1.3. Предел последовательности

Определение предела последовательности. Единственность. Ограниченность сходящейся последовательности. Арифметические свойства. Предельный переход в неравенствах. Фундаментальность. Критерий Коши. Теорема Вейерштрасса о пределе монотонной последовательности. Число  $\epsilon$ , второй замечательный предел. Подпоследовательность и частичный предел последовательности. Лемма Больцано-Вейерштрасса. Нижний и верхний пределы последовательности, их свойства.

### Тема 1.4. Предел функции

Предел функции в точке. Эквивалентность определений по Гейне и Коши. Бесконечно малые и финально ограниченные величины. Их свойства. Арифметические свойства предела функции. Предельный переход в неравенствах. Первый и второй замечательные пределы. Предел функции по базе. Предел композиции функций. Критерий Коши существования предела функции. Сравнение асимптотического поведения функций. Свойства  $o(f)$ ,  $O(f)$ .

### Тема 1.5. Непрерывные функции

Непрерывность функции в точке. Различные определения. Непрерывность основных элементарных функций. Односторонние пределы. Точки разрыва и их классификация. Колебание функции в точке. Критерий непрерывности Бэра. Локальные свойства непрерывных функций: ограниченность, сохранение знака, непрерывность суммы, произведения, частного, композиции. Глобальные свойства: теорема Больцано-Коши о промежуточном значении и ее следствие. Теорема Вейерштрасса о максимальном значении. Критерий непрерывности монотонной функции. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора. Теорема об обратной функции.

## Раздел 2. Раздел 2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной

### Тема 2.1. Дифференцируемые функции

Задачи, приводящие к понятию производной. Определение производной. Примеры вычисления. Односторонние производные. Касательная. Производные суммы, произведения, частного. Дифференцируемость функции в точке. Связь с существованием производной. Непрерывность дифференцируемой функции. Дифференциал, его свойства, геометрический смысл. Производная сложной функции. Инвариантность формы дифференциала. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница

### Тема 2.2. Основные теоремы дифференциального исчисления

Теоремы Ферма, Ролля и теорема Лагранжа о конечном приращении. Теорема Коши. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа и Коши. Локальная формула Тейлора. Формулы Тейлора основных элементарных функций. Оценка остаточного члена. Приближенные вычисления. Правило Лопиталья.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

## **Тема 2.3. Исследование функций с помощью производных. Построение графика функции.**

Условия монотонности функции. Необходимые условия внутреннего экстремума. Достаточные условия экстремума (в том числе в терминах высших производных). Выпуклая функция. Необходимые и достаточные условия выпуклости для дважды дифференцируемой функции. Точки перегиба. Асимптоты кривых. Схема полного исследования функции. Построение графиков.

## **Раздел 3. . Интегральное исчисление функций одной переменной**

### **Тема 3.1. Первообразные и неопределенный интеграл**

Первообразные и неопределенный интеграл. Правила неопределенного интегрирования: линейность, замена переменных и подстановка в интеграл, интегрирование по частям. Таблицы интегралов. Интегрирование рациональных функций. Правило Остроградского интегрирования рациональных функций. Подстановки Эйлера.

### **Тема 3.2. Определенный интеграл Римана**

Единственность интеграла Римана. Необходимое условие интегрируемости по Риману. Суммы Дарбу и формулы Дарбу и интеграл Дарбу. Критерий Дарбу интегрируемости по Риману. Критерий Лебега интегрируемости по Риману. Свойства интеграла Римана: аддитивность по мере, линейность, замена переменных и интегрирование по частям. Непрерывность и дифференцируемость интеграла Римана, как функции верхнего предела. Интегральные теоремы о среднем.

### **Тема 3.3. Длина и мера числовых подмножеств**

Числовые множества нулевой длины и нулевой меры. Их свойства. Длина и мера числовых подмножеств. Множества, измеримые по Жордану. Множество Кантора и его свойства.

### **Тема 3.4. Геометрические приложения интеграла**

Вычисление площадей фигур, длин линий, заданных явными декартовыми уравнениями, параметрически и в полярных координатах. Нахождение объемов тел вращения и площадей их поверхности. Нахождение центров тяжести фигур и тел, а также – моментов.

### **Тема 3.5. Несобственные интегралы**

Несобственные интегралы по бесконечному промежутку и от неограниченных функций, вычисление интегралов. Замена переменной, интегрирование по частям. Признаки сходимости несобственных интегралов. Абсолютная и условная сходимость.

## **Раздел 4. Раздел 4. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных**

### **Тема 4.1. Вещественные пространства и топология.**

Топологические, нормированные и метрические пространства: определения и примеры. Метрики



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

в  $R^n$ . Полные метрические пространства, полнота  $R^n$ . Свойства непрерывных отображений метрических пространств. Свойства компактных и секвенциально-компактных подмножеств метрических пространств. Критерий компактности в  $R^n$ . Связные подмножества топологических пространств. Сохранение связности при непрерывных отображениях. Теорема Больцано. Выпуклые и линейно-связные подмножества в  $R^n$ .

#### **Тема 4.2. Вектор-функции многих переменных**

Вариация вектор-функций. Теорема Жордана о функциях ограниченной вариации. Пути и кривые в  $R^n$ , длина кривой, касательная к кривой.

#### **Тема 4.3. Пределы, непрерывность, частные производные и дифференциалы**

Частные производные и теорема Шварца о равенстве смешанных частных производных. Дифференцируемость функций многих переменных, дифференциал  $dF(x)$  отображения  $F: R^n \rightarrow R^m$  и его свойства. Матрица Якоби  $JF(x)$ . Достаточное условие дифференцируемости в точке. Теорема о дифференциале сложной функции и «цепное правило» вычисления частных производных. Теорема о дифференциале обратной функции. Формула Тейлора для гладких числовых функций многих переменных. Второй дифференциал числовой функции многих переменных. Формулировки теоремы о локальном диффеоморфизме и теоремы о неявной функции и ее дифференциале. Касательная плоскость к поверхностям в  $R^n$ , определение и способы задания. Необходимые и достаточные условия функциональной зависимости числовых функций многих переменных.

#### **Тема 4.4. Исследование экстремумов числовых функций с помощью правила множителей Лагранжа**

Локальный экстремум числовой функции многих переменных. Необходимое и достаточное условия существования локального экстремума в точке. Гладкие многообразия в  $R^n$ , неособые многообразия. Условный локальный экстремум числовой функции многих переменных, примеры. «Правило множителей» Лагранжа. Достаточный признак условного локального экстремума числовой функции многих переменных.

### **6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

#### **Раздел 1. Раздел 1. Введение в математический анализ**

##### **Тема 1.1. 1. Множества и функции**

Вопросы к теме:

Очная форма

Множества и функции

##### **Тема 1.2. Поле действительных чисел**

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

Вопросы к теме:

Очная форма

Поле действительных чисел.

### **Тема 1.3. Предел последовательности**

Вопросы к теме:

Очная форма

1. Числовая последовательность, подпоследовательность.
2. Предел последовательности.
3. Вычисление пределов последовательностей.

### **Тема 1.4. Предел функции**

Вопросы к теме:

Очная форма

1. Предел функции в точке.
2. Раскрытие неопределенностей.
3. Первый замечательный предел.
4. Второй замечательный предел.
5. Вычисление пределов.
6. Эквивалентные бесконечно малые функции.
7. Раскрытие неопределенностей с помощью принципа замены эквивалентных бесконечно малых

### **Тема 1.5. Непрерывные функции**

Вопросы к теме:

Очная форма

1. Непрерывные функции.
2. Точки разрыва и их классификация.
3. Равномерная непрерывность функции.
4. Самостоятельная работа по Разделу 1.

## **Раздел 2. Раздел 2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной**

### **Тема 2.1. Дифференцируемые функции**

Вопросы к теме:

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

Очная форма

1. Техника дифференцирования.
2. Геометрический смысл производной.
3. Дифференциал.
4. Производные и дифференциалы высших порядков.
5. Формула Лейбница.
6. Решение различных задач по теме.

## **Тема 2.2. Основные теоремы дифференциального исчисления**

Вопросы к теме:

Очная форма

1. Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши.
2. Формула Тейлора.
3. Раскрытие неопределенностей с помощью правила Лопиталья.
4. Раскрытие неопределенностей с помощью формулы Тейлора.

## **Тема 2.3. Исследование функций с помощью производных. Построение графика функции.**

Вопросы к теме:

Очная форма

1. Нахождение промежутков монотонности, точек экстремума, наибольших и наименьших значений, промежутков выпуклости, точек перегиба.
2. Доказательство неравенств.
3. Исследование функций с помощью производной.
4. Построение графиков функций кривых, заданных параметрически и в полярных координатах.
5. Самостоятельная работа по Разделу 2.

## **Раздел 3. . Интегральное исчисление функций одной переменной**

### **Тема 3.1. Первообразные и неопределенный интеграл**

Вопросы к теме:

Очная форма

1. Первообразная и неопределенный интеграл. Таблица интегралов. Непосредственное интегрирование.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

2. Изучение методов интегрирования.
3. Классы интегрируемых функций.

### **Тема 3.2. Определенный интеграл Римана**

Вопросы к теме:

Очная форма

1. Вычисление определенных интегралов Римана с помощью правила Ньютона–Лейбница.
2. Замена переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле.

### **Тема 3.3. Длина и мера числовых подмножеств**

Вопросы к теме:

Очная форма

1. Длина и мера числовых подмножеств.

### **Тема 3.4. Геометрические приложения интеграла**

Вопросы к теме:

Очная форма

1. Нахождение площадей фигур в декартовых координатах с помощью интегрирования.
2. Нахождение площадей фигур в полярных координатах с помощью интегрирования.
3. Нахождение длин кривых в декартовых координатах с помощью интегрирования.
4. Нахождение длин кривых в полярных координатах с помощью интегрирования.
5. Нахождение объемов тел с помощью интегрирования.
6. Нахождение центров тяжести тел и фигур с помощью интегрирования.
7. Нахождение моментов инерции с помощью интегрирования.

### **Тема 3.5. Несобственные интегралы**

Вопросы к теме:

Очная форма

1. Несобственные интегралы по бесконечному промежутку и их вычисление.
2. Замена переменной в несобственных интегралах.
3. Интегрирование по частям.
4. Несобственные интегралы от неограниченных функций и их вычисление.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

5. Замена переменной.
6. Интегрирование по частям.
7. Признаки сходимости несобственных интегралов.
8. Абсолютная и условная сходимость.
9. Самостоятельная работа по Разделу 3.

## **Раздел 4. Раздел 4. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных**

### **Тема 4.1. Вещественные пространства и топология.**

Вопросы к теме:

Очная форма

1. Топологические, нормированные и метрические пространства: определения и примеры.
2. Полные метрические пространства, полнота  $R^n$ .
3. Критерий компактности в  $R^n$ .

### **Тема 4.2. Вектор-функции многих переменных**

Вопросы к теме:

Очная форма

1. Понятие вектор-функции.
2. Функции ограниченной вариации.
3. Пути и кривые.
4. Длина кривой.
5. Касательные к кривым.
6. Решение задач по теме.

### **Тема 4.3. Пределы, непрерывность, частные производные и дифференциалы**

Вопросы к теме:

Очная форма

1. Нахождение пределов функций многих переменных.
2. Вычисление частных производных и дифференциалов разных порядков функций многих переменных.
3. Производная и дифференциал сложной функции.
4. Производная неявно заданной функции одной и двух переменных.
5. Разложение функций многих переменных в ряд Тейлора.
6. Применение дифференциалов к приближенным вычислениям

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

7. Изучение свойств многообразий и построение касательных к ним.

#### **Тема 4.4. Исследование экстремумов числовых функций с помощью правила множителей Лагранжа**

Вопросы к теме:

Очная форма

1. Исследование функций нескольких переменных на экстремум.
2. Нахождение локальных экстремумов, в том числе и условных правилом множителей Лагранжа.
3. Выполнение замены переменных в дифференциальных уравнениях с частными производными.
4. Самостоятельная работа по Разделу 4.

#### **7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ**

Данный вид работы не предусмотрен УП.

#### **8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ**

Данный вид работы не предусмотрен УП.

#### **9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Множество действительных чисел. Сравнение действительных чисел. Теорема о точной верхней грани.
2. Приближение действительных чисел рациональными.
3. Счетные множества. Счетность множества рациональных чисел. Несчетность множества действительных чисел.
4. Определение предела последовательности. Единственность предела. Ограниченность сходящейся последовательности.
5. Бесконечно малые последовательности и их свойства.
6. Свойства пределов последовательностей.
7. Предельный переход в неравенствах. Теорема о двух милиционерах.
8. Монотонные последовательности. Существование предела.
9. Число  $e$ .
10. Принцип вложенных отрезков.
11. Теорема Гейне-Бореля-Лебега.
12. Теорема Больцано-Вейерштрасса.
13. Предельные точки последовательности. Верхний и нижний пределы последовательности.
14. Критерий Коши сходимости последовательностей.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

15. Предел функции по Коши и по Гейне и их эквивалентность.
16. Арифметические свойства пределов функций.
17. Непрерывность функций в точке. Арифметические свойства непрерывных функций.
18. Локальные свойства непрерывных функций.
19. Теорема Вейерштрасса об ограниченности непрерывной на отрезке функции.
20. Теорема Вейерштрасса о достижимости минимального и максимального значений непрерывной на отрезке функции.
21. Теорема Вейерштрасса о промежуточных значениях непрерывной на отрезке функции.
22. Теорема о непрерывности обратной функции.
23. Непрерывность суперпозиции непрерывных функций.
24. Непрерывность простейших элементарных функций. Теорема о непрерывности элементарных функций.
25. Первый замечательный предел.
26. Первый замечательный предел.
27. Второй замечательный предел.
28. Определение производной и дифференцируемость функции. Непрерывность дифференцируемой функции.
29. Геометрический смысл производной. Уравнение касательной.
30. Дифференцирование сложной функции. Инвариантность формы дифференциала.
31. Дифференцирование обратной функции.
32. Дифференцирование суммы, разности, произведения и частного функций.
33. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница.
34. Возрастание (убывание) функции в точке. Локальный экстремум. Необходимое условие экстремума.
35. Теорема Ролля.
36. Теорема Лагранжа о конечных приращениях.
37. Формула Коши.
38. Правило Лопиталя для раскрытия неопределенностей вида «ноль на ноль».
39. Правило Лопиталя для раскрытия неопределенностей вида «бесконечность на бесконечность».
40. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано.
41. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа.
42. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Коши.
43. Формулы Маклорена для основных элементарных функций.
44. Выпуклость графика функции. Точки перегиба. Необходимые условия.
45. Нахождение наклонных асимптот.
46. Первообразная и точная первообразная, определения и свойства.
47. Первообразная и точная первообразная, определения и свойства.
48. Определённый интеграл Римана и его единственность.
49. Необходимое условие интегрируемости функции по Риману.
50. Суммы Дарбу и их свойства. Формулы Дарбу.
51. Зависимость сумм Дарбу от разбиения отрезка. Интегралы Дарбу.
52. Критерий Дарбу интегрируемости по Риману. Примеры.
53. Числовые множества нулевой длины и их свойства. Примеры.
54. Числовые множества нулевой меры и их свойства. Примеры.
55. Формулировка критерия Лебега интегрируемости по Риману. Следствия
56. Линейность интеграла Римана.

57. Аддитивность интеграла Римана по мере.
58. Характеристические функции числовых множеств и их свойства.
59. Длина подмножеств  $R$ . Множества, измеримые по Жордану.
60. Обобщённая аддитивность интеграла Римана по мере.
61. Непрерывность интеграла Римана по верхнему пределу.
62. Дифференцируемость интеграла Римана по верхнему пределу.
63. Признаки существования первообразной и точной первообразной.
64. Формула Ньютона-Лейбница.
65. Замена переменных в определённом интеграле Римана.
66. Интегрирование по частям в определённом интеграле Римана.
67. Интегральные теоремы о среднем.
68. Геометрические приложения определённого интеграла Римана.
69. Формула Тейлора с остаточным членом в интегральной форме.
70. Предел последовательности точек евклидова пространства. Предел функции многих переменных. Непрерывность функции многих переменных.
71. Непрерывные функции на компакте.
72. Частные производные. Дифференцируемость. Достаточное условие дифференцируемости. Полный дифференциал. Дифференцирование сложных функций.
73. Частные производные высших порядков. Достаточное условие равенства смешанных производных. Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора.
74. Дифференцирование неявно заданной функции.

## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

*Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019г.).*

*По каждой форме обучения: очная/заочная/очно-заочная заполняется отдельная таблица*

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др).	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
<b>Раздел 1. Раздел 1. Введение в математический анализ</b>			
Тема 1.1. 1. Множества и функции	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	6	Вопросы к экзамену, Тестирование



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

<b>Название разделов и тем</b>	<b>Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др).</b>	<b>Объем в часах</b>	<b>Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)</b>
Тема 1.2. Поле действительных чисел	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	6	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.3. Предел последовательности	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	6	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.4. Предел функции	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	6	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.5. Непрерывные функции	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	6	Вопросы к экзамену, Тестирование
<b>Раздел 2. Раздел 2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной</b>			
Тема 2.1. Дифференцируемые функции	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	6	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 2.2. Основные теоремы дифференциального исчисления	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	6	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 2.3. Исследование функций с помощью производных. Построение графика функции.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	6	Вопросы к экзамену, Тестирование
<b>Раздел 3. . Интегральное исчисление функций одной переменной</b>			
Тема 3.1. Первообразные и неопределенный интеграл	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	6	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 3.2. Определенный интеграл Римана	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-	6	Вопросы к экзамену, Тестирование

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др).	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
	методического и информационного обеспечения дисциплины.		
Тема 3.3. Длина и мера числовых подмножеств	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	6	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 3.4. Геометрические приложения интеграла	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	6	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 3.5. Несобственные интегралы	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	6	Вопросы к экзамену, Тестирование
<b>Раздел 4. Раздел 4. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных</b>			
Тема 4.1. Вещественные пространства и топология.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	2	Вопросы к экзамену, Тестирование

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы основная

1. Зорич Владимир Антонович. Математический анализ : учебник для ун-тов. Ч. 1 / Зорич Владимир Антонович. - Москва : Наука, 1981. - 543 с. - ISBN (в пер.). / .— ISBN 1\_144197
2. Зорич Владимир Антонович. Математический анализ : учебник для ун-тов. Ч. 2 / Зорич Владимир Антонович. - Москва : Наука, 1984. - 670 с. - ISBN (в пер.). / .— ISBN 1\_144198
3. Математический анализ. Вещественные числа и последовательности : Учебное пособие для вузов / И.В. Садовнича, Т.Н. Фоменко, Е.В. Хорошилова, В.А. Ильин. - 2-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - 109 с. - (Высшее образование). - <https://urait.ru/bcode/473170>. - <https://urait.ru/book/cover/4164D547-0DBC-4E9A-80D2-960E757459A0>. - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - Электрон. дан. - ISBN

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

978-5-534-08461-0 : 279.00. / .— ISBN 0\_279101

### **дополнительная**

1. Демидович Борис Павлович. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : для физ. и мех.-матем. спец. вузов / Демидович Борис Павлович. - 10-е изд., испр. - Москва : Наука, 1990. - 624 с. : ил. - ISBN 5-02-014505-X (в пер.). / .— ISBN 1\_87294
2. Виноградова Ирина Андреевна. Математический анализ в задачах и упражнениях : учеб. пособие для вузов / Виноградова Ирина Андреевна, С. Н. Олехник, В. А. Садовничий. - Москва : МГУ, 1991. - 352 с. - ISBN 5-211-01559-2 (в пер.). / .— ISBN 1\_39736
3. Штраус Л. А. Пределы : учеб.-метод. указания / Л. А. Штраус, И. В. Барина ; УлГУ. - Ульяновск : УлГУ, 2012. - 32 с. - Библиогр.: с. 32. / .— ISBN 1\_190738

### **учебно-методическая**

1. Веревкин А. Б. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Математический анализ» для всех направлений и специальностей ФМИАТ / А. Б. Веревкин, М. С. Гаврилова. - 2022. - 12 с. - Неопубликованный ресурс. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/13172>. - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный. / .— ISBN 0\_468707.

### **б) Программное обеспечение**

- Операционная система "Альт образование"
- Офисный пакет "Мой офис"

### **в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

#### **1. Электронно-библиотечные системы:**

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2024]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2024]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

консалтинг. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2024]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2024]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС **Znanium.com** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2024]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2024].

**3. eLIBRARY.RU**: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2024]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

**4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»** : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2024]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

**5. Российское образование** : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

**6. Электронная библиотечная система УлГУ** : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций (*выбрать необходимое*)

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для представления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

оборудования, используемого в учебном процессе:

- Мультимедийное оборудование: компьютер/ноутбук, экран, проектор/телевизор
- Компьютерная техника

### **13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик	Кандидат физико-математических наук, Доцент	Веревкин Андрей Борисович
	Должность, ученая степень, звание	ФИО