


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

## УТВЕРЖДЕНО

решением Учёного совета факультета математики,  
информационных и авиационных технологий

от «21» июня 2020 г., протокол № 5/20

Председатель \_\_\_\_\_ / М.А. Волков  
«21» июня 2020 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Математический анализ
Факультет	Математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	Телекоммуникационные технологии и сети
Курс	1

Направление (специальность) 11.03.02 - "Инфокоммуникационные технологии и системы связи"

*код направления (специальности), полное наименование*

Направленность (профиль/специализация) Интернет и гетерогенные сети

*полное наименование*

Форма обучения очная

*очная, заочная, очно-заочная*

Дата введения в учебный процесс УлГУ:

«1» сентября 2020 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 1 от 1 сентября 2021 г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 1 от 1 сентября 2022 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 1 от 1 сентября 2023 г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, учёная степень, звание
Веревкин Андрей Борисович Богданов Андрей Юрьевич	Прикладной математики	Доцент, к.ф.-м.н., доцент Доцент, к.ф.-м.н., доцент

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой прикладной математики, реализующей дисциплину	Заведующий выпускающей кафедрой телекоммуникационных технологий и сетей
 Подпись / <u>Бутов А.А.</u> / ФИО «18» мая 2020 г.	 Подпись / <u>Смагин А.А.</u> / ФИО «18» мая 2020 г.

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

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

**Цели освоения дисциплины:** освоение основ и методов теории пределов, теории дифференциального и интегрального исчисления функций одного и нескольких переменных, теории рядов; 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 функций одного и нескольких переменных, приложений производной для исследования функций и приближенных вычислений; изучение интегрального исчисления функций одного и нескольких переменных, приложений интегралов в решении различных прикладных задач; изучение основ теории числовых и функциональных рядов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Дисциплина «Математический анализ» (Б1.О.03) относится к дисциплинам Базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» Основной Профессиональной Образовательной Программы по направлению подготовки – 11.03.02 - "Инфокоммуникационные технологии и системы связи". Данная дисциплина базируется на входных знаниях, умениях, навыках и компетенциях студента, полученных им в школе. Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении последующих дисциплин – «Физика», «Дифференциальные уравнения», «Численные методы», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теория информации», а также в «Научно-исследовательской работе» и для прохождения государственной итоговой аттестации.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), 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
<b>ОПК-1</b> – способность применять естественнонаучные и общетеchnические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.	<b>Знать:</b> множества и числа; пределы последовательностей и функций, точки непрерывности и разрыва функций; производные и интегралы функций; числовые и функциональные ряды, функциональные последовательности; свойства равномерно сходящихся функциональных последовательностей и рядов; функции нескольких переменных и их непрерывность, пределы, частные производные и дифференциалы; теорию поля; приложения интегралов Римана, криволинейных и поверхностных интегралов; математические модели естествознания. <b>Уметь:</b> находить пределы последовательностей и

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

	<p>функций; находить пределы с помощью эквивалентностей, правил Лопитала и формулы Тейлора; исследовать функции на непрерывность и экстремум, строить их графики; исследовать числовые и функциональные ряды на сходимость; дифференцировать и интегрировать функции, функциональные последовательности и ряды; приближенно вычислять с заданной точностью; находить длины, площади и объёмы, центры тяжести, моменты инерции тел; применять интегралы к решению физических и геометрических задач.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками и методами нахождения пределов, производных, дифференциалов и интегралов; техникой применения дифференцирования и интегрирования степенных рядов для нахождения значений функций.</p>
<b>ПК-3</b> – способность использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов исследований.	<p><b>Знать:</b> основные математические методы обработки, анализа и синтеза результатов исследований.</p> <p><b>Уметь:</b> собирать, обрабатывать и анализировать результаты исследований.</p> <p><b>Владеть:</b> математическими методами обработки, анализа и синтеза результатов исследований.</p>
<b>УК-1</b> – способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	<p><b>Знать:</b> основные понятия и результаты математического анализа; алгоритмы поиска естественнонаучной информации; ориентироваться в иностранных языках со словарём.</p> <p><b>Уметь:</b> собирать и обрабатывать информацию для научно-практической деятельности; решать задачи математического анализа; обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные.</p> <p><b>Владеть:</b> методами решения типовых задач математического анализа; навыками устной и письменной речи учебного и научного характера.</p>


#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачётных единицах (всего): 7

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

Форма обучения: очная

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения очная)		
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам	
		1	2
1	2	3	4
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	102	54/36*	48
Аудиторные занятия:	102	54/36*	48


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

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения очная)		
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам	
		1	2
1	2	3	4
Лекции	68	36/18*	32
Семинары и практические занятия	34	18/18*	16
Лабораторные работы, практикумы	-	-	-
Самостоятельная работа	114	54	60
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контрольная работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	36	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа 0	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа 36
Курсовая работа	-	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачёт, экзамен	зачёт	экзамен
Всего часов по дисциплине	252	108	144

*\*Количество часов работы ППС с обучающимися в дистанционном формате с применением дистанционного обучения*

Форма обучения: заочная

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения заочная)		
	Всего по плану	В т.ч. по сессиям	
		1	2
1	2	3	4
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	24/12*	12*	12
Аудиторные занятия:	24/12*	12*	12
Лекции	16/8*	8*	8
Семинары и практические занятия	8/4*	4*	4
Лабораторные работы, практикумы	-	-	-
Самостоятельная работа	215	92	123
Форма текущего контроля знаний и	13/4*	проверка решения	проверка решения


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

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения заочная)		
	Всего по плану	В т.ч. по сессиям	
		1	2
1	2	3	4
контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)		задач, самостоятельная работа 4*	задач, самостоятельная работа 9
Курсовая работа	-	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачёт, экзамен	зачёт	экзамен
Всего часов по дисциплине	252/16*	108	144


#### 4.3. Содержание дисциплины (модуля). 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>1 семестр</b>							
<i>Раздел 1. Введение в математический анализ</i>							
1. Множества и функции	12	4	2	0	2	6	устный опрос, проверка решения задач
2. Поле действительных чисел	12	4	2	0	2	6	устный опрос, проверка решения задач
3. Теория пределов	14	5	2	0	2	7	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа

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

4. Непрерывные функции	13	4	2	0	2	7	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа 0
<i>Раздел 2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной</i>							
5. Дифференцируемые функции	14	5/4*	2/1*	0	3*	7	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа 0
6. Исследование функций с помощью производных	15	5*	3*	0	2*	7	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа 0
<i>Раздел 3. Интегральное исчисление функций одной переменной</i>							
7. Неопределённый интеграл	13	4*	2*	0	3*	7	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа 0
8. Определённый интеграл Римана	15	5*	3*	0	2*	7	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа 0
Итого	108/36*	36/18*	18/18*	0	18/10*	54	4
<b>2 семестр</b>							
<i>Раздел 4. Ряды</i>							
9. Числовые ряды	18	4	2	0	2	7	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа 5
10. Функциональные последовательности и ряды	18	4	2	0	2	7	устный опрос, проверка решения задач, контрольная


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

							работа 5/1*
11. Ряды и интегралы Фурье	19	4	2	0	2	8	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа 5
<i>Раздел 5. Интегро-дифференциальное исчисление функций многих переменных</i>							
12. Топология вещественных пространств	17	4	2	0	2	7	устный опрос, проверка решения задач 4
13. Пределы и дифференцирование вектор-функций многих переменных	17	4	2	0	2	7	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа 4
14. Интегралы, зависящие от параметра	18	4	2	0	2	8	устный опрос, проверка решения задач 4
15. Кратные интегралы Римана	18	4	2	0	2	8	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа 4
16. Криволинейные и поверхностные интегралы	19	4	2	0	2	8	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа 5
Итого	144	32	16	0	16	60	36
Всего	252/36*	68/18*	34/18*	0	34/10*	114	36

\*Количество часов работы ППС с обучающимися в дистанционном формате с применением дистанционного обучения


Форма обучения: *заочная*

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий				Форма текущего контроля знаний	
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной		Самостоятельная
		Лекции	Практические занятия,	Лабораторные работы,			

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

			семинары	практикумы	форме	работ	
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1 сессия</b>							
<i>Раздел 1. Введение в математический анализ</i>							
1. Множества и функции	12,5/1,5*	1*	0,5*	0	0	11	проверка решения задач 0
2. Поле действительных чисел	12,5/1,5*	1*	0,5*	0	0	11	проверка решения задач 0
3. Теория пределов	13,5/1,5*	1*	0,5*	0	0	12	проверка решения задач, контрольная работа 0
4. Непрерывные функции	12,5/1,5*	1*	0,5*	0	0	11	проверка решения задач, контрольная работа 0
<i>Раздел 2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной</i>							
5. Дифференцируемые функции	14,5/2,5*	1*	0,5*	0	0	12	проверка решения задач, контрольная работа 1*
6. Исследование функций с помощью производных	14,5/2,5*	1*	0,5*	0	0	12	проверка решения задач, контрольная работа 1*
<i>Раздел 3. Интегральное исчисление функций одной переменной</i>							
7. Неопределённый интеграл	13,5/2,5*	1*	0,5*	0	0	11	проверка решения задач, контрольная работа 1*
8. Определённый интеграл Римана	14,5/2,5*	1*	0,5*	0	1*	12	проверка решения задач, контрольная работа 1*
Итого	108/16*	8*	4*	0	1*	92	4*
<b>2 сессия</b>							
<i>Раздел 4. Ряды</i>							
9. Числовые ряды	16,5	1	0,5	0	0	15	проверка решения задач, кон-



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

							трольная работа 1
10. Функциональные последовательности и ряды	16,5	1	0,5	0	0	15	проверка решения задач, контрольная работа 1
11. Ряды и интегралы Фурье	16,5	1	0,5	0	0	15	проверка решения задач, контрольная работа 1
<i>Раздел 5. Интегро-дифференциальное исчисление функций многих переменных</i>							
12. Топология вещественных пространств	16,5	1	0,5	0	0	15	проверка решения задач 1
13. Пределы и дифференцирование вектор-функций многих переменных	16,5	1	0,5	0	0	15	проверка решения задач, контрольная работа 1
14. Интегралы, зависящие от параметра	17,5	1	0,5	0	0	16	проверка решения задач 1
15. Кратные интегралы Римана	17,5	1	0,5	0	0	16	проверка решения задач, контрольная работа 1
16. Криволинейные и поверхностные интегралы	17,5	1	0,5	0	1	16	проверка решения задач, контрольная работа 2
Итого	144	8	4	0	1	123	9
Всего	252/16*	16/8*	8/4*	0	2/1*	215	13/4*

\*Количество часов работы ППС с обучающимися в дистанционном формате с применением дистанционного обучения

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)


### Раздел 1. Введение в математический анализ.

#### Тема 1. Множества и функции.

Множества и операции над ними. Отношения на множествах. Функции. Мощность множества. Теорема Кантора-Бернштейна. Счётные множества и их свойства. Существование несчетных множеств. Континуум. Парадокс Рассела.

#### Тема 2. Поле действительных чисел.

Вполне упорядоченные множества и математическая индукция. Определение упорядочен-

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

ного поля. Точные грани числовых множеств. Полное поле. Неполнота поля  $\mathcal{Q}$ . Вещественные числа как бесконечные дроби. Плотность  $\mathcal{Q}$  в  $\mathcal{R}$ . Принципы полноты  $\mathcal{R}$ . Открытые и замкнутые множества в  $\mathcal{R}$ , их свойства. Хаусдорфовость. Секвенциальная компактность. Принцип Больцано-Вейерштрасса. Компактность. Лемма Бореля-Лебега.

### Тема 3. Теория пределов.

Предел последовательности и его свойства. Предельный переход в неравенствах. Ограниченность сходящейся последовательности. Фундаментальность и критерий Коши. Теорема Вейерштрасса о монотонной последовательности. Число Непера и второй замечательный предел. Подпоследовательности и частичные пределы последовательности. Лемма Больцано-Вейерштрасса. Предел функции в точке по Гейне и Коши и его свойства. Предел композиции функций. Критерий Коши существования предела функции. Предельный переход в неравенствах. Первый и второй замечательные пределы. Асимптотическое поведение функций. Свойства  $o(f)$ ,  $O(f)$ .

### Тема 4. Непрерывные функции.

Непрерывность функции в точке. Непрерывность 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, теоремы Вейерштрасса об ограниченности и максимальном значении. Критерий непрерывности монотонной функции. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора. Теорема об обратной функции.

## Раздел 2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной.

### Тема 5. Дифференцируемые функции.

Производная и односторонние производные. Касательная. Производные суммы, произведения, частного и композиции. Непрерывность дифференцируемой функции. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница. Теоремы Ферма, Ролля и теорема Лагранжа о конечном приращении. Теорема Коши. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа, Коши и Пеано. Формулы Тейлора основных элементарных функций. Оценка остаточного члена в формуле Тейлора и приближенные вычисления значений функций. Правила Лопиталья.

### Тема 6. Исследование функций с помощью производных.

Условия монотонности функции. Необходимое условие локального экстремума. Достаточные условия локального экстремума. Выпуклость и её необходимые и достаточные условия для дважды дифференцируемой функции. Точки перегиба. Асимптоты кривых. Схема полного исследования функции. Построение графиков.


## Раздел 3. Интегральное исчисление функций одной переменной.

### Тема 7. Неопределённый интеграл.

Свойства неопределённого интеграла: линейность, замена переменных и интегрирование по частям. Таблица интегралов. Интегрирование рациональных функций и правило Остроградского. Интегрирование квадратичных иррациональностей и подстановки Эйлера. Интегрирование тригонометрических и экспоненциальных функций.

### Тема 8. Определённый интеграл Римана и его приложения.

Необходимое условие интегрируемости по Риману. Формулы Дарбу и критерий Дарбу интегрируемости по Риману. Числовые множества нулевой длины и нулевой меры. Критерий Лебега интегрируемости по Риману. Непрерывность и дифференцируемость интеграла Римана, как функции верхнего предела. Формула Ньютона-Лейбница. Свойства интеграла Римана: аддитивность по мере, линейность, замена переменных и интегрирование по частям. Интегральные теоремы о среднем. Длина и мера числовых подмножеств  $\mathcal{R}$ .

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

Множества, измеримые по Жордану. Множество Кантора и его свойства. Вычисление площадей фигур, длин кривых и объёмов тел. Нахождение объёмов тел вращения и площадей их поверхности. Нахождение центров тяжести фигур и тел, а также масс и моментов. Теорема Жордана о функциях ограниченной вариации. Несобственные интегралы и признаки их сходимости. Абсолютная и условная сходимость.

#### Раздел 4. Ряды.

##### Тема 9. Числовые ряды.

Понятие числового ряда. Необходимое условие сходимости числового ряда. Критерий Коши сходимости числовых рядов. Необходимое и достаточное условие сходимости знакоположительного ряда. Признаки сходимости знакоположительных рядов (Вейерштрасса, Даламбера, радикальный и интегральный признак Коши, Раабе, Гаусса). Знакопередающиеся ряды и теорема Лейбница. Абсолютно и условно сходящиеся ряды и их арифметические свойства. Признаки Абеля и Дирихле. Бесконечные произведения. Двойные и повторные ряды. Некоторые приёмы суммирования числовых рядов.

##### Тема 10. Функциональные последовательности и ряды.

Поточечная и равномерная сходимость функциональных последовательностей и рядов. Критерий Коши равномерной сходимости. Признаки равномерной сходимости функциональных рядов (Вейерштрасса, Абеля и Дирихле). Теоремы о непрерывности предела, интегрировании и дифференцировании функциональных последовательностей и рядов. Степенные ряды. Радиус и область сходимости степенного ряда. Теоремы Абеля о степенных рядах. Достаточное условие разложения функции в степенной ряд. Применение рядов в приближенных вычислениях значений функций и их интегралов. Теорема Вейерштрасса о равномерном приближении непрерывной функции многочленами.

##### Тема 11. Ряды и интегралы Фурье.

Ортонормированные системы функций. Ряды Фурье по ортонормированным системам. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля. Тригонометрическая система и её замкнутость. Тригонометрический ряд Фурье. Условия равномерной сходимости и сходимости ряда Фурье в точке. Условия дифференцирования и интегрирования ряда Фурье. Преобразование Фурье. И его свойства. Обратное преобразование Фурье.


#### Раздел 5. Интегро-дифференциальное исчисление функций многих переменных.

##### Тема 12. Топология вещественных пространств.

Топологические, нормированные и метрические пространства. Метрики в  $R^n$ . 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  $R^n$ . Вариация вектор-функций. Пути и кривые в  $R^n$ , длина кривой, касательная к кривой.

##### Тема 13. Пределы и дифференцирование вектор-функций многих переменных.

Частные производные и теорема Шварца о равенстве смешанных частных производных. Дифференцируемость и дифференциал отображения  $F: R^n \rightarrow R^m$ . Матрица Якоби  $J_F(x)$ . 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. Теоремы о локальном диффеоморфизме и неявной функции. Касательная к многообразиям в  $R^n$ . Необходимые и достаточные условия функциональной зависимости числовых функций многих переменных.

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

ных. Локальный экстремум числовой функции многих переменных. Необходимое и достаточное условия локального экстремума в точке. Условный локальный экстремум числовой функции многих переменных. «Правило множителей» Лагранжа. Достаточный признак условного локального экстремума числовой функции многих переменных.

**Тема 14.** Интегралы, зависящие от параметра.

Равномерная сходимость семейства функций, зависящего от параметра. Лемма о коммутировании предельных переходов. Теоремы о непрерывности, дифференцируемости и интегрируемости предельной функции. Теоремы о непрерывности, дифференцируемости и интегрируемости собственного интеграла по параметру. Теорема Фруллани. Равномерная сходимость несобственного интеграла, зависящего от параметра. Критерий Коши. Признаки Вейерштрасса, Дирихле и Абеля равномерной сходимости несобственного интеграла. Теоремы о непрерывности, предельном переходе и дифференцируемости несобственного интеграла по параметру. Теоремы о перестановке собственного и несобственного интегралов. Теоремы о перестановке несобственных интегралов. Интегралы Дирихле и Пуассона. Эйлеровы интегралы и их свойства.

**Тема 15.** Кратные интегралы Римана.

Интеграл Римана на бруске. Необходимое условие интегрируемости функции на бруске. Формулы Дарбу. Теорема о предельном критерии интегрируемости на бруске. Критерий Дарбу интегрируемости по Риману на бруске. Множества нулевой меры. Теорема о графике непрерывной функции. Критерий Бэра непрерывности функции в точке. Теорема Кантора. Критерий Лебега интегрируемости по Риману на бруске и её следствия. Измеримые по Жордану множества и их свойства. Критерий Лебега на измеримом по Жордану множестве. Свойства интеграла Римана. Теорема Фубини на бруске. Теорема Фубини для цилиндров. Теорема Кавальери. Принцип Кавальери. Лемма об интегрируемости по Риману композиции двух функций. Теорема о замене переменных в одномерном интеграле Римана. Общая теорема о замене переменных. Пренебрежимые множества. Инвариантность интеграла Римана относительно движения. Геометрический смысл якобиана. Объём  $n$ -мерного шара.

**Тема 16.** Криволинейные и поверхностные интегралы.

Криволинейные интегралы 1 и 2 родов, их свойства и связь между ними. Интегрирование полных дифференциалов. Формула Грина и её свойства. Полный дифференциал на плоскости. Поверхность и её площадь. Сапог Шварца. Поверхностные интегралы 1 и 2 родов, связь между ними. Формула Гаусса-Остроградского и её приложения. Формула Стокса и её приложения. Полный дифференциал в пространстве. Скалярные и векторные поля. Градиент функции. Поток вектора и дивергенция. Циркуляция и ротор векторного поля. Символический оператор Гамильтона.

## 6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

### Раздел 1. Введение в математический анализ.

**Тема 1.** Множества и функции (семинар).


1. Множества и функции.

**Тема 2.** Поле действительных чисел (семинар).

1. Поле действительных чисел.

**Тема 3.** Теория пределов (семинар).

1. Числовая последовательность, подпоследовательность.
2. Вычисление пределов последовательностей.
3. Предел функции в точке.
4. Раскрытие неопределённостей.
5. Первый замечательный предел.

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

6. Второй замечательный предел.
7. Вычисление пределов функций.
8. Эквивалентные бесконечно малые функции.
9. Раскрытие неопределённостей с помощью эквивалентностей.

**Тема 4. Непрерывные функции(семинар).**

1. Непрерывные функции.
2. Классификация точек разрыва функции.
3. Равномерная непрерывность функции.

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

**Тема 5. Дифференцируемые функции(семинар).**

1. Правила дифференцирования.
2. Геометрический смысл производной.
3. Производные высших порядков.
4. Формула Лейбница.
5. Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши.
6. Формула Тейлора.
7. Раскрытие неопределённостей с помощью правил Лопиталья.
8. Раскрытие неопределённостей с помощью формулы Тейлора.

**Тема 6. Исследование функций с помощью производных (семинар).**

1. Нахождение промежутков монотонности, точек экстремума, наибольших и наименьших значений, промежутков выпуклости, точек перегиба.
2. Доказательство неравенств.
3. Построение графиков функций кривых, заданных параметрически и в полярных координатах.

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

**Тема 7. Неопределённый интеграл(семинар).**

1. Первообразная и неопределённый интеграл. Таблица интегралов.
2. Изучение методов интегрирования.
3. Классы интегрируемых функций.


**Тема 8. Определённый интеграл Римана(семинар).**

1. Правило Ньютона–Лейбница.
2. Замена переменной и интегрирование по частям в определённом интеграле.
3. Длина и мера числовых подмножеств.
4. Нахождение площадей фигур.
5. Нахождение длин кривых.
6. Нахождение объёмов тел.
7. Нахождение центров тяжести тел и фигур.
8. Нахождение моментов инерции.
9. Несобственные интегралы по бесконечному промежутку.
10. Несобственные интегралы от неограниченных функций.
11. Признаки сходимости несобственных интегралов.
12. Абсолютная и условная сходимость.
13. Признаки Абеля, Дирихле.

**Раздел 4. Ряды.**

**Тема 9. Числовые ряды (семинар).**

1. Числовой ряд и его сумма. Сходимость числовых рядов.
2. Необходимое условие сходимости. Критерий Коши сходимости рядов.
3. Признаки сходимости знакоположительных рядов: Вейерштрасса, Даламбера, Коши, Раабе и Гаусса.

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

4. Интегральный признак Коши-Маклорена сходимости знакоположительных рядов.
5. Оценка остатка знакоположительного ряда.
6. Знакопеременные ряды. Признаки сходимости Лейбница, Абеля и Дирихле.
7. Умножение и деление рядов.
8. Бесконечные произведения.

**Тема 10.** Функциональные последовательности и ряды (семинар).

1. Поточечная сходимость функциональных последовательностей.
2. Равномерная сходимость функциональных последовательностей.
3. Поточечная и равномерная сходимость функциональных рядов.
4. Степенные ряды. Радиус и область сходимости.
5. Интегрирование и дифференцирование степенных рядов.
6. Разложение функций в ряд Тейлора.
10. Суммирование степенных рядов и числовых рядов.

**Тема 11.** Ряды и интегралы Фурье(семинар).

1. Разложение функции в ряд Фурье.
2. Ряды Фурье четных и нечетных функций.
3. Ряды Фурье функций, заданных на отрезке  $[-l, l]$ .
4. Разложение функций, заданных на отрезке  $[0, l]$ , в ряд Фурье.
5. Разложение функций в интеграл Фурье.
6. Обратное преобразование Фурье.
7. Контрольная работа по Разделу 4.

**Раздел 5. Интегро-дифференциальное исчисление функций многих переменных.**

**Тема 12.** Топология вещественных пространств (семинар).

1. Топологические, нормированные и метрические пространства.
2. Компактные множества в  $R^n$ .
3. Функции ограниченной вариации.
4. Пути и кривые. Длина кривой.
5. Касательные к кривым.

**Тема 13.** Пределы и дифференцирование вектор-функций многих переменных (семинар).


1. Пределы функций многих переменных.
2. Частные производные и дифференциалы функций многих переменных.
3. Частные производные и дифференциал сложной функции.
4. Частные производные неявно заданной функции одной и двух переменных.
5. Разложение функций многих переменных в ряд Тейлора.
6. Применение дифференциалов к приближенным вычислениям.
7. Многообразия и касательные к ним.
8. Локальный экстремум числовых функций нескольких переменных.
9. Условный локальный экстремум числовых функций нескольких переменных.
10. Правило множителей Лагранжа.
11. Замена переменных в дифференциальных уравнениях.

**Тема 14.** Интегралы, зависящие от параметра (семинар).

1. Исследование семейства функций на равномерную сходимость.
2. Интегралы Римана, зависящие от параметра.
3. Исследование несобственных интегралов на равномерную сходимость.
4. Вычисление несобственных интегралов, зависящих от параметра.
5. Сведение несобственных интегралов к эйлеровым интегралам.

**Тема 15.** Кратные интегралы Римана (семинар).

1. Замена переменных в двойном интеграле.

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

2. Вычисление площади и объёма через двойные интегралы.
3. Вычисление площади поверхности.
4. Вычисление центров тяжести и моментов инерции плоских областей.
5. Замена переменных в тройном интеграле.
6. Вычисление объёмов через тройные интегралы.
7. Вычисление центров тяжести и моментов инерции тел.

**Тема 16.** Криволинейные и поверхностные интегралы (семинар).

1. Параметризация плоских и пространственных кривых.
2. Криволинейные интегралы 1-го рода.
3. Криволинейные интегралы 2-го рода.
4. Формула Грина.
5. Применение криволинейных интегралов в физических и геометрических задачах.
6. Параметризация поверхностей.
7. Поверхностные интегралы 1-го и 2-го родов.
8. Формула Гаусса-Остроградского.
9. Формула Стокса.
10. Применение формул Стокса, Гаусса-Остроградского в задачах теории поля.
11. Контрольная работа по Разделу 5.

## 7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

## 8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Выполнение курсовых работ и рефератов не предусмотрено учебным планом.


*Примерная тематика контрольных работ по дисциплине «Математический анализ»:*

1. Числовые и функциональные ряды.
2. Пределы и непрерывность функций многих переменных.
3. Частные производные и дифференциалы функций многих переменных.
4. Экстремумы функций многих переменных.
5. Интегралы, зависящие от параметра.
6. Кратные интегралы.
7. Криволинейные интегралы.

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

### 1 семестр

1. Определение предела последовательности. Единственность предела. Ограниченность сходящейся последовательности.
2. Бесконечно малые последовательности и их свойства.
3. Свойства пределов последовательностей.
4. Предельный переход в неравенствах. Теорема о двух милиционерах.
5. Второй замечательный предел. Число  $e$ .
6. Критерий Коши сходимости последовательностей.
7. Предел функции по Коши и по Гейне и их эквивалентность.
8. Арифметические свойства пределов функций.
9. Непрерывность функций в точке. Арифметические свойства непрерывных функций.
10. Теорема Вейерштрасса об ограниченности непрерывной на отрезке функции.
11. Теорема Вейерштрасса о достижимости минимального и максимального значений непрерывной на отрезке функции.

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


12. Теорема Больцано о промежуточных значениях непрерывной на отрезке функции.
13. Непрерывность суперпозиции непрерывных функций.
14. Теорема о непрерывности элементарных функций.
15. Первый замечательный предел.
16. Второй замечательный предел.
17. Определение производной и дифференцируемость функции.
18. Геометрический смысл производной. Уравнение касательной.
19. Дифференцирование сложной функции. Дифференцирование обратной функции.
20. Дифференцирование суммы, разности, произведения и частного функций.
21. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница.
22. Правило Лопиталя для раскрытия неопределённостей вида « $0/0$ » и « $\infty/\infty$ ».
23. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано.
24. Формулы Маклорена для основных элементарных функций.
25. Выпуклость графика функции. Точки перегиба. Необходимые условия.
26. Нахождение наклонных асимптот.
27. Первообразная и неопределённый интеграл. Замена переменных в неопределённом интеграле. Метод интегрирования по частям.
28. Интегрирование рациональных функций.
29. Интегрирование некоторых тригонометрических выражений.
30. Интегрирование дробно-линейных иррациональностей.
31. Интегрирование квадратичных иррациональностей.
32. Определение интеграла Римана. Единственность интеграла Римана. Ограниченность интегрируемой функции. Свойство линейности интеграла Римана.
33. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора.
34. Интегрируемость непрерывных функций. Свойство аддитивности определённого интеграла.
35. Интегрирование неравенств. Теорема о среднем.
36. Формула Ньютона-Лейбница.
37. Длина кривой и формула для её вычисления.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ


### 2 семестр

1. Числовые ряды. Сумма ряда. Критерий Коши. Необходимое условие сходимости.
2. Признаки сравнения для рядов с положительными членами.
3. Основные признаки сходимости для рядов с положительными членами: признаки Даламбера, Раабе и Гаусса, радикальный и интегральный признаки Коши.
4. Абсолютная и условная сходимость рядов.
5. Ряды Лейбница. Признак Лейбница сходимости знакочередующихся рядов.
6. Перестановка членов ряда в абсолютно и условно сходящихся рядах.
7. Поточечная и равномерная сходимость. Критерий Коши равномерной сходимости рядов. Признак Вейерштрассара равномерной сходимости рядов.
8. Теорема о перестановке пределов. Почленный переход к пределу в рядах. Непрерывность суммы ряда.
9. Почленное интегрирование рядов.
10. Почленное дифференцирование рядов.
11. Основная теорема о степенных рядах. Радиус и интервал сходимости. Равномерная сходимость степенных рядов. Непрерывность суммы степенного ряда.
12. Почленное интегрирование и дифференцирование степенных рядов.
13. Теоремы Абеля.



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

14. Теорема Вейерштрасса о равномерном приближении непрерывных функций полиномами.
15. Ряды Тейлора. Сходимость ряда Тейлора для функций с равномерно ограниченными производными. Ряды Тейлора для основных элементарных функций.
16. Абстрактный ряд Фурье. Неравенство Бесселя. Сходимость к нулю коэффициентов Фурье.
17. Замкнутость ортонормированной системы. Равенство Парсеваля.
18. Тригонометрическая ортонормированная система. Тригонометрический ряд Фурье.
19. Замкнутость тригонометрической системы. Сходимость ряда Фурье в среднем.
20. Формулы Дирихле для частичных сумм ряда Фурье.
21. Признаки Гёльдера и Жордана сходимости ряда Фурье.
22. Предел последовательности точек евклидова пространства. Предел функции многих переменных. Непрерывность функции многих переменных.
23. Непрерывные функции на компакте.
24. Частные производные. Дифференцируемость. Достаточное условие дифференцируемости. Полный дифференциал. Дифференцирование сложных функций.
25. Частные производные высших порядков. Достаточное условие Шварца равенства смешанных производных. Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора.
26. Дифференцирование неявно заданной функции.
27. Геометрические приложения дифференциального исчисления. Уравнение касательной плоскости. Условные экстремумы функций многих переменных.
28. Семейства функций, зависящих от параметра. Равномерная сходимость, критерий Коши. Примеры непрерывных семейств, сходящихся к разрывной функции. Примеры дифференцируемых семейств, сходящихся к недифференцируемой функции. Примеры интегрируемых семейств, сходящихся к неинтегрируемой функции.
29. Свойства предельной функции. Теорема о коммутировании предельных переходов, непрерывность предельной функции, примеры.
30. Интегрирование предельной функции, примеры.
31. Дифференцирование предельной функции, примеры.
32. Собственные интегралы, зависящие от параметра, теорема о непрерывности.
33. Теоремы о дифференцируемости и интегрируемости собственного интеграла по параметру.
34. Равномерная сходимость несобственных интегралов 1-го и 2-го рода, зависящих от параметра. Равномерная сходимость несобственных интегралов с несколькими особенностями. Критерий Коши равномерной сходимости несобственных интегралов. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости.
35. Достаточные условия равномерной сходимости несобственного интеграла, зависящего от параметра: признаки Абеля и Дирихле.
36. Непрерывность несобственного интеграла, зависящего от параметра. Теорема о предельном переходе, теорема Дини, следствия, примеры.
37. Дифференцирование и интегрирование по конечному промежутку несобственного интеграла, зависящего от параметра.
38. Перестановка несобственных интегралов, примеры.
39. Интеграл Дирихле. Интеграл Пуассона.
40.  $\Gamma$ -функция Эйлера и ее свойства.  $B$ -функция Эйлера и ее свойства. Связь между  $B$  и  $\Gamma$ -функциями.
41. Определение интеграла Римана на  $n$ -мерном бруске. Необходимое условие интегрируемости, геометрический смысл интеграла.
42. Теорема Фубини. Сведение вычисления кратных интегралов к повторным.


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

43. Замена переменных в кратных интегралах. Приложения кратных интегралов.  
 44. Криволинейные интегралы первого и второго рода. Физический смысл криволинейных интегралов.  
 45. Формула Грина. Теория поля. Потенциальные поля. Необходимые и достаточные условия потенциальности поля.  
 46. Сведения о поверхностях. Ориентация поверхности. Неориентируемые поверхности. Поверхностные интегралы первого и второго рода и их физический смысл.  
 47. Формула Гаусса – Остроградского.

## 11. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения: *очная*


Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы ( <i>проработка учебного материала, решение задач, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.</i> )	Объём в часах	Форма контроля ( <i>проверка решения задач и др.</i> )
<b>1 семестр</b>			
<i>Раздел 1. Введение в математический анализ</i>			
1. Множества и функции	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче зачёта	8	устный опрос, проверка решения задач
2. Поле действительных чисел	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче зачёта	8	устный опрос, проверка решения задач
3. Теория пределов	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче зачёта	9	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
4. Непрерывные функции	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче зачёта	8	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
<i>Раздел 2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной</i>			
5. Дифференцируемые функции	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче зачёта	9	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
6. Исследование функций с помощью производных	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче зачёта	11	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
<i>Раздел 3. Интегральное исчисление функций одной переменной</i>			
7. Неопределённый интеграл	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче зачёта	8	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
8. Определённый интеграл Римана	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче зачёта	11	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
<b>2 семестр</b>			
<i>Раздел 4. Ряды</i>			

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

9. Числовые ряды	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	7	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
10. Функциональные последовательности и ряды	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	7	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
11. Ряды и интегралы Фурье	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	8	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
<i>Раздел 5. Интегро-дифференциальное исчисление функций многих переменных</i>			
12. Топология вещественных пространств	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче экзамена	7	устный опрос, проверка решения задач
13. Пределы и дифференцирование вектор-функций многих переменных	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	7	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
14. Интегралы, зависящие от параметра	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	8	устный опрос, проверка решения задач
15. Кратные интегралы Римана	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	8	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
16. Криволинейные и поверхностные интегралы	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче экзамена	8	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа

Форма обучения: *заочная*


Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы ( <i>проработка учебного материала, решение задач, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.</i> )	Объём в часах	Форма контроля ( <i>проверка решения задач и др.</i> )
<b>1 семестр</b>			
<i>Раздел 1. Введение в математический анализ</i>			
1. Множества и функции	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче зачёта	11	проверка решения задач
2. Поле действительных чисел	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче зачёта	11	проверка решения задач
3. Теория пределов	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче зачёта	12	проверка решения задач, контрольная работа
4. Непрерывные функции	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче зачёта	11	проверка решения задач, контрольная работа
<i>Раздел 2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной</i>			
5. Дифференциру-	Проработка учебного материала, решение	12	проверка реше-

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

емые функции	задач, подготовка к сдаче зачёта		ния задач, контрольная работа
6. Исследование функций с помощью производных.	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче зачёта	12	проверка решения задач, контрольная работа
<i>Раздел 3. Интегральное исчисление функций одной переменной</i>			
7. Неопределённый интеграл	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче зачёта	11	проверка решения задач, контрольная работа
8. Определённый интеграл Римана	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче зачёта	12	проверка решения задач, контрольная работа
<b>2 семестр</b>			
<i>Раздел 4. Ряды</i>			
9. Числовые ряды	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	15	проверка решения задач, контрольная работа
10. Функциональные последовательности и ряды	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	15	проверка решения задач, контрольная работа
11. Ряды и интегралы Фурье	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	15	проверка решения задач, контрольная работа
<i>Раздел 5. Интегро-дифференциальное исчисление функций многих переменных</i>			
12. Топология вещественных пространств	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче экзамена	15	проверка решения задач
13. Пределы и дифференцирование вектор-функций многих переменных	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	15	проверка решения задач, контрольная работа
14. Интегралы, зависящие от параметра	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	16	проверка решения задач
15. Кратные интегралы Римана	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	16	проверка решения задач, контрольная работа
16. Криволинейные и поверхностные интегралы	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче экзамена	16	проверка решения задач, контрольная работа

## 12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы основная

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

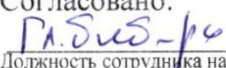


1. Зорич, В.А. Математический анализ : учебник для ун-тов. Ч. 1 / В.А. Зорич. – М. : Наука, 1981. – 543 с.
2. Зорич, В.А. Математический анализ : учебник для ун-тов. Ч. 2 / В.А. Зорич. – М. : Наука, 1984. – 670 с.

#### дополнительная

1. Демидович, Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : учебное пособие для вузов / Б.П. Демидович. – М. : Наука, 1990. – 624 с.
2. Виноградова, И.А. Математический анализ в задачах и упражнениях : учебное пособие для вузов / И.А. Виноградова, С.Н. Олехник, В.А. Садовничий. – М. : МГУ, 1991. – 352 с.
3. Максимова, О.Д. Математический анализ в примерах и задачах. Предел функции : учебное пособие для вузов / О.Д. Максимова. – 2-е изд., стер. – М. : Издательство «Юрайт», 2019. – 200 с. – (Университеты России). – ISBN 978-5-534-07222-8. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/442137>.
4. Штраус Л. А. Дифференцирование и исследование функций : учеб.-метод. указания / Штраус Л. А, И. В. Барина; Ульяновск гос. ун-т. - Ульяновск : УлГУ, 2010. - Загл. с экрана; Имеется печ. аналог. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 15,5 Мб). - Текст : электронный. <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/223>
5. Кемер А. Р. Числовые и функциональные ряды : учеб.-метод. пособие для информ. спец. / А. Р. Кемер. - Ульяновск : УлГУ, 2007. - Загл. с экрана; Имеется печ. аналог. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 391 Кб). - Текст : электронный. <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/191>

#### учебно-методическая

1. Веревкин А. Б. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Математический анализ» по направлению бакалавриата 09.03.02 «Информационные системы и технологии» / А. Б. Веревкин; УлГУ, ФМИиАТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 430 Кб). - Текст : электронный. <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/10351>
2. Штраус Л. А. Пределы : учеб.- метод. указания / Л. А. Штраус, И. В. Барина; УлГУ. - Ульяновск : УлГУ, 2012. - Имеется печ. аналог. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 1,60 Мб). - Текст : электронный. <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/236>
3. Кемер, А.Р. Интегралы: учебно-методическое пособие. Ч. 1 : Неопределённый интеграл / А.Р. Кемер. – Ульяновск : УлГУ, 2011. – 38 с.


Согласовано:  
  
 Должность сотрудника научной библиотеки  
  
 ФИО  
  
 подпись  
 \_\_\_\_\_  
 дата

**б) Программное обеспечение:** стандартные средства ОС.

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

**1. Электронно-библиотечные системы:**

- 1.1. IPRbooks : электронно-библиотечная система : сайт / группа компаний Ай Пи Ар Медиа. - Саратов, [2021]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.
- 1.2. ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2021]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир.

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

пользователей. - Текст : электронный.

1.3. Консультант студента : электронно-библиотечная система : сайт / ООО

Политехресурс. – Москва, [2021]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2021]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2021]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2021]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2021]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.8. Clinical Collection : коллекция для медицинских университетов, клиник, медицинских библиотек // EBSCOhost : [портал]. –

URL: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=9f57a3e1-1191-414b-8763-e97828f9f7e1%40sessionmgr102>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

1.9. Русский язык как иностранный : электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». – Саратов, [2021]. – URL: <https://ros-edu.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2021].

3. Базы данных периодических изданий:


3.1. База данных периодических изданий : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2021]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2021]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. «Grebennikon» : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2021]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. Национальная электронная библиотека : электронная библиотека : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2021]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный. 5. SMART Imagebase // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebSCO.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

6. Федеральные информационно-образовательные порталы: 6.1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный. 6.2. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://www.edu.ru>. –

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

Текст : электронный.

7. Образовательные ресурсы УлГУ:

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

Согласовано:

<u>Зам.начальника УИТиТ</u>	/	<u>Клочкова А.В.</u>	/	
Должность сотрудника УИТиТ		ФИО		подпись

### 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. 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 оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащённости образовательного процесса, размещёнными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

### 14. 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.

Разработчики А. Верёвкина \_\_\_\_\_ доцент \_\_\_\_\_ Верёвкин А.Б.  
подпись \_\_\_\_\_ должность ФИО

Богданов А.Ю. \_\_\_\_\_ доцент \_\_\_\_\_ Богданов А.Ю.