

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Педагогический институт  
Кафедра функционального анализа

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Т. И. Гущина  
«05» июля 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.О.26 Математический и функциональный анализ

Направление подготовки/специальность: 44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профиль/направленность/специализация: Физика и математика

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2021

**Автор программы:**

Кандидат физико-математических наук, доцент Грошева Лариса Игоревна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «22» февраля 2018 г. № 125).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры функционального анализа «18» мая 2021 г. Протокол № 9

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Педагогического института, Протокол от «05» июля 2021 г. № 8.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	19
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	29
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	31
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	34

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ОПК-8 Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний

ПК-2 Способен проектировать индивидуальные образовательные маршруты обучающихся по преподаваемым учебным предметам

### 1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- педагогический
- проектный

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сфере: 01 Образование и наука (в сфере начального, общего, основного общего, среднего общего образования, профессионального обучения, профессионального образования, в сфере научных исследований)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ОПК-8 Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	Применяет основные понятия и методы математического анализа, основы математических методов решения профессиональных задач, методы идентификации математических описаний реальных явлений и процессов на основе экспериментальных данных в своей профессиональной деятельности
	ПК-2 Способен проектировать индивидуальные образовательные маршруты обучающихся по преподаваемым учебным предметам	Составляет математические модели типовых профессиональных задач, находит способы их решения и интерпретирует профессионально смысл полученного результата, применяет математические методы при решении типовых профессиональных задач: проводит анализ функций, решает основные задачи математической статистики, решает уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ОПК-8 Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения					
		Заочная (семестр)					
		3	4	5	6	7	8
1	Алгебра и теория чисел			+	+	+	+
2	Геометрия	+	+	+	+	+	+

ПК-2 Способен проектировать индивидуальные образовательные маршруты обучающихся по преподаваемым учебным предметам

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения										
		Заочная (семестр)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Выпуклый анализ					+						
2	Естественно-научная картина мира										+	
3	История и методология физики			+	+							
4	История информатики							+				
5	История математики							+				
6	Комбинаторный анализ										+	
7	Математическая логика и теория алгоритмов					+						
8	Методы математической физики					+						
9	Общая и экспериментальная физика			+	+	+	+	+	+	+		
10	Основы теоретической физики					+	+					
11	Практикум по решению физических задач							+	+			
12	Преддипломная практика											+
13	Проблемы современной физики							+				
14	Теоретическая механика								+			
15	Элементарная физика	+	+									

## 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Математический и функциональный анализ» относится к обязательной части учебного плана ОП по направлению подготовки 44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).

Дисциплина «Математический и функциональный анализ» изучается в 5, 6, 7, 8, 9, 10 семестрах.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 13 з.е.

Заочная: 13 з.е.

Вид учебной работы	Заочная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>468</b>

Контактная работа	60
Лекции (Лекции)	28
Практические (Практ. раб.)	32
Самостоятельная работа (СР)	379
Экзамен	9
Зачет	20

### 3.2.Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		3	3	3	
5 семестр					
1	Действительные числа	0,5	1	6	Выполнение практических заданий
2	Функции действительного переменного	0,5	1	6	Выполнение практических заданий
3	Предел последовательност и	0,5	1	6	Выполнение практических заданий
4	Предел функции	0,5	0,5	6	Контрольная работа; Выполнение практических заданий
5	Непрерывность	0,5	1	6	Выполнение практических заданий
6	Элементарные функции	-	1	6	Выполнение практических заданий
7	Производная	0,5	0,5	6	Выполнение практических заданий
8	Основные теоремы дифференциальног о исчисления и их приложения к исследованию функций	0,5	1	6	Выполнение практических заданий
9	Дифференциал	0,5	1	8	Контрольная работа
6 семестр					
10	Неопределенный интеграл	1	1	15	Контрольная работа; Выполнение практических заданий

11	Определенный интеграл	1	1	15	Выполнение практических заданий
12	Приложения определенного интеграла	1	1	15	Выполнение практических заданий
13	Несобственные интегралы	1	1	15	Выполнение практических заданий; Контрольная работа
7 семестр					
14	Числовые ряды	0,5	0,5	6	Выполнение практических заданий
15	Функциональные последовательности и ряды	0,5	0,5	10	Выполнение практических заданий
16	Степенные ряды	0,5	-	8	Выполнение практических заданий
17	Разложение функций в степенные ряды	0,5	0,5	6	Выполнение практических заданий
18	Ряды Фурье	0,5	0,5	6	Выполнение практических заданий; Контрольная работа
19	Функции нескольких переменных	0,5	0,5	6	Выполнение практических заданий
20	Дифференцируемые функции нескольких переменных	-	0,5	6	Выполнение практических заданий
21	Максимумы и минимумы функций нескольких переменных	0,5	0,5	6	Выполнение практических заданий
22	Отображения из $n$ -мерного пространства в $m$ -мерное и неявные функции	0,5	0,5	6	Контрольная работа; Выполнение практических заданий
8 семестр					
23	Двойной интеграл	2	1	10	Выполнение практических заданий

24	Тройной интеграл и многократный интеграл	2	1	10	Выполнение практических заданий; Контрольная работа
25	Криволинейные интегралы	2	2	10	Выполнение практических заданий
26	Поверхностные интегралы	1	2	10	Выполнение практических заданий
27	Эйлеровы интегралы	1	2	12	Контрольная работа; Выполнение практических заданий
9 семестр					
28	Элементы теории множеств	0,5	1	22	Выполнение практических заданий
29	Мера Лебега	0,5	0,5	5	Выполнение практических заданий
30	Интеграл Лебега	0,5	0,5	7	Выполнение практических заданий; Контрольная работа
31	Метрические пространства	0,5	0,5	5	Выполнение практических заданий
32	Гильбертовы пространства	1	0,5	6	Выполнение практических заданий; Контрольная работа
33	Линейные функционалы в гильбертовом пространстве	1	1	15	Выполнение практических заданий
10 семестр					
34	Комплексные числа	0,5	1	15	Выполнение практических заданий
35	Дифференцирование функций комплексного переменного	0,5	0,5	12	Выполнение практических заданий
36	Элементарные функции	0,5	0,5	12	Выполнение практических заданий; Контрольная работа



37	Интегрирование функций комплексного переменного	0,5	0,5	8	Выполнение практических заданий
38	Разложение функций в ряд Тейлора	0,5	0,5	14	Выполнение практических заданий
39	Изолированные особые точки.	0,5	0,5	15	Выполнение практических заданий
40	Аналитическое продолжение	1	0,5	15	Контрольная работа; Выполнение практических заданий

### Тема 1. Действительные числа (ПК-2)

#### Лекция.

Действительные числа. Изображение действительных чисел на прямой. Расширения множества действительных чисел. Промежутки. Окрестности. Абсолютная величина. Целая и дробная части числа. Некоторые символы математической логики. Ограниченные множества на прямой.

#### Практическое занятие.

[1]: 10, 13, 16, 22, 47(нечетные).

#### Задания для самостоятельной работы.

[9]: 1-4, 6, 22-29.

### Тема 2. Функции действительного переменного (ПК-2)

#### Лекция.

Понятие отображения и функции. Функции действительного переменного. График функции действительного переменного. Способы задания функций действительного переменного. Некоторые типы функций. Обратная функция. Суперпозиция функций

#### Практическое занятие.

[1]: 47(четные), 48, 54, 61.

#### Задания для самостоятельной работы.

[9]: 151-170, 175, 183-188.

### Тема 3. Предел последовательности (ПК-2)

#### Лекция.

Сходящиеся последовательности. Бесконечные пределы. Частичные пределы. Единственность предела. Ограниченность сходящейся последовательности. Переход к пределу в неравенствах. Арифметические действия над сходящимися последовательностями. Неопределенности. Сходимость монотонной последовательности. Число  $e$ . Лемма о вложенных отрезках. Лемма Больцано-Вейерштрасса. Критерий Коши сходимости последовательности.

#### Практическое занятие.

[1]: 245-252, 256-266.

#### Задания для самостоятельной работы.

[9]: 46-66.

### Тема 4. Предел функции (ОПК-8)

#### Лекция.

Предел функции в точке. Предел функции на бесконечности. Бесконечные пределы. Теоремы о пределах. Односторонние пределы. Первый замечательный предел. Второй замечательный предел. Сравнение функций, стремящихся к 0 и к бесконечности

**Практическое занятие.**

[1]: 268, 269, 270, 274, 277, 281-342.

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 411-427, 435-445, 471-480, 482-490, 507-515.

### **Тема 5. Непрерывность (ОПК-8)**

**Лекция.**

Непрерывность функции в точке. Непрерывность функции на множестве. Арифметические действия над непрерывными функциями. Непрерывность суперпозиции. Односторонняя непрерывность. Точки разрыва. Теорема об обращении функции в 0 (I теорема Больцано-Коши). Теорема о промежуточном значении (II теорема Больцано-Коши). Теорема о множестве значений непрерывной функции. Непрерывность обратной функции. Обратные тригонометрические функции. Теорема об ограниченности непрерывной функции (I теорема Вейерштрасса). Теорема о наибольшем значении (II теорема Вейерштрасса). Равномерная непрерывность. Теорема Кантора.

**Практическое занятие.**

[9]: 675-680, 731

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 687-708.

### **Тема 6. Элементарные функции (ОПК-8)**

**Лекция.**

Степень. Степенная функция. Показательная функция. Логарифм. Логарифмическая функция. Гиперболические функции. Некоторые замечательные пределы, связанные с элементарными функциями

**Практическое занятие.**

[5]: стр. 182 № 4, 6, стр.184. № 3, стр. 192 № 4, стр.196. № 14.

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 809-815.

### **Тема 7. Производная (ПК-2)**

**Лекция.**

Определение производной. Геометрический смысл производной. Уравнение касательной. Механический смысл производной. Производные некоторых элементарных функций. Теорема о линейном приближении. Связь между непрерывностью и дифференцируемостью. Правила вычисления производной. Производная суперпозиции. Производная обратной функции. Производные обратных тригонометрических функций. Функции, заданные параметрически и их дифференцирование. Производные высших порядков.

**Практическое занятие.**

[1]: 466, 467, 471, 485, 500, 515, 518, 537, 538, 539, 543, 548, 549, 565, 580, 685, 687, 689, 691, 650, 652, 653, 658, 666, 937, 940, 944, 945, 1007, 1014, 1029, 1033.

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 845-945, 1039-1045.

### **Тема 8. Основные теоремы дифференциального исчисления и их приложения к исследованию функций (ОПК-8)**

**Лекция.**

Теорема Ферма. Теорема Ролля. Теорема Лагранжа. Теорема Коши. Правило Лопиталья. Формула Тейлора. Условие постоянства функций. Условие монотонности функций. Максимумы и минимумы функций. Необходимое условие экстремума. Достаточные условия экстремума. Наибольшее и наименьшее значения функции. Выпуклость функции. Точки перегиба.

**Практическое занятие.**

[1]: 1324-1338, 1343, 1349, 1358, 1360. 1408, 1409, 1416, 1417, 1420, 1425, 1431.

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 1299-1308.

## **Тема 9. Дифференциал (ПК-2)**

**Лекция.**

Определение дифференциала. Геометрический смысл дифференциала. Правила вычисления дифференциалов. Дифференциалы высших порядков.

**Практическое занятие.**

[9]: 1085-1090.

[9]: 1091-1096, 1099-1103.

**Задания для самостоятельной работы.**

Не предусмотрено

## **Тема 10. Неопределенный интеграл (ПК-2)**

**Лекция.**

Понятие первообразной. Определение неопределенного интеграла и его свойства. Таблица основных интегралов. Замена переменных в неопределенном интеграле. Интегрирование по частям в неопределенном интеграле. Интегрирование простых дробей. Интегрирование рациональных функций. Интегрирование некоторых иррациональных функций. Интегрирование некоторых тригонометрических функций.

**Практическое занятие.**

[8]: 910-933.

[ 8]: 990, 992, 996, 997, 1002, 1004, 1007.

[ 1]: 1745, 1756, 1764, 1773.

[1]: 1832-1850.

[18]: 8.3.19-8.3.23, 8.3.25, 8.3.27.

[ 1]: 2014, 2016, 2018, 2020, 2023, 2024, 2025, 2026, 2037, 2039.

[ 8]: 1050, 1051, 1056, 1068, 1071.

[ 1]: 1805, 2151, 2152.

[8]: 1085, 1087, 1089, 1091, 1095, 1097, 1101, 1103, 1109, 1111.

[1]: 1910-1925.

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 2126-2159.

## **Тема 11. Определенный интеграл (ПК-2)**

**Лекция.**

Определение определенного интеграла. Геометрический смысл определенного интеграла. Необходимое условие интегрируемости. Нижние и верхние суммы. Нижний и верхний интегралы. Необходимое и достаточное условие интегрируемости. Достаточное условие интегрируемости. Линейность определенного интеграла. Аддитивность определенного интеграла (по промежутку). Неравенства для определенного интеграла. Теорема о среднем значении. Интеграл по ориентированному отрезку. Интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной в определенном интеграле. Интегрирование по частям в определенном интеграле.

**Практическое занятие.**

[8]: 1204, 1208, 1314-1319.

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 2219-2222, 2239-2244.

## **Тема 12. Приложения определенного интеграла (ПК-2)**

**Лекция.**

Мера Жордана на плоскости. Необходимые и достаточные условия измеримости по Жордану. Аддитивность меры Жордана. Вычисление площади в декартовых координатах. Вычисление площади в полярных координатах. Мера Жордана в пространстве. Объем. Вычисление объемов с помощью определенного интеграла. Спрямоугольные кривые. Длина гладкой кривой. Дифференциал длины кривой. Интеграл по длине кривой. Площадь поверхности вращения.

**Практическое занятие.**

[1]: 2455, 2459, 2462, 2478, 2532, 2543, 2564.

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 2397-2400, 2418-2422, 2431-2434.

## **Тема 13. Несобственные интегралы (ОПК-8)**

**Лекция.**

Интегралы по бесконечному промежутку. Интеграл от неограниченной функции.

**Практическое занятие.**

[9]: 2334-2340, 2358-2360.

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 2390-2395

## **Тема 14. Числовые ряды (ОПК-8)**

**Лекция.**

Понятие числового ряда. Частичные суммы. Сходимость числового ряда. Геометрическая прогрессия. Необходимое условие сходимости. Гармонический ряд. Критерий Коши сходимости ряда. Сложение рядов и умножение ряда на число. Остаток ряда. Ряды с положительными членами. Признаки сравнения рядов с положительными членами. Признак Даламбера сходимости рядов с положительными членами. Признак Коши сходимости рядов с положительными членами. Интегральный признак сходимости рядов с положительными членами. Знакопеременные ряды. Признак Лейбница. Абсолютно сходящиеся ряды. Условно сходящиеся ряды. Переместительное свойство абсолютно сходящихся рядов. Умножение рядов.

**Практическое занятие.**

[1]: 2727-2736.

[1]: 2771-2783.

[1]: 2790-2799.

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 2556-2564, 2576-2584, 2669-2670.

## **Тема 15. Функциональные последовательности и ряды (ОПК-8)**

**Лекция.**

Функциональные последовательности и ряды. Поточечная сходимость. Равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функционального ряда. Непрерывность предельной функции и суммы степенного ряда. Интегрирование функциональных последовательностей и функциональных рядов. Дифференцирование функциональных последовательностей и функциональных рядов.

**Практическое занятие.**

[1]: 2811, 2812.

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 2716-2724.

**Тема 16. Степенные ряды (ОПК-8)****Лекция.**

Степенные ряды. Область сходимости. Равномерная сходимость степенного ряда. Непрерывность, интегрирование и дифференцирование степенного ряда.

**Практическое занятие.**

[19]: 1.3.8, 1.3.10, 1.3.12, 1.3.14, 1.3.16, 1.3.20.

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 2812-2825.

**Тема 17. Разложение функций в степенные ряды (ПК-2)****Лекция.**

Задача о разложении функции в степенной ряд. Ряд Тейлора. Условия разложения функции в степенной ряд. Разложение в степенной ряд показательной функции. Разложение в степенной ряд тригонометрических функций. Разложение в степенной ряд логарифмической функции. Разложение в степенной ряд  $\arctg x$ . Биномиальный ряд.

**Практическое занятие.**

[1]: 2881-2886, 2850, 2851, 2855, 2860, 2864, 2865, 2866.

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 2841-2847, 2851-2862.

**Тема 18. Ряды Фурье (ОПК-8)****Лекция.**

Понятие тригонометрического ряда Фурье. Разложение кусочно гладкой функции в ряд Фурье.

**Практическое занятие.**

[19]: 1.4.18-1.4.23.

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 2939-2955.

**Тема 19. Функции нескольких переменных (ОПК-8)****Лекция.**

Пространство  $R_n$ . Сходимость в  $R_n$ . Векторные функции действительного переменного. Открытые и замкнутые множества. Области. Функции нескольких переменных. Предел и непрерывность функций нескольких переменных

**Практическое занятие.**

[18]: 11.1.16-11.1.19, 11.1.40-11.1.42, 11.1.44, 11.1.45, 11.1.46, 11.1.15.

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 3136-3148, 3151-3158.

**Тема 20. Дифференцируемые функции нескольких переменных (ПК-2)**

**Лекция.**

Частные производные. Дифференцируемость и дифференциал. Дифференцируемость гладкой функции. Связь между гладкостью, дифференцируемостью, существованием частных производных и непрерывностью. Дифференцируемость суперпозиции. Дифференциал суперпозиции. Правила вычисления дифференциалов. Производная по направлению. Касательная плоскость к поверхности. Геометрический смысл дифференциала. Частные производные высших порядков. Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора.

**Практическое занятие.**

[1]: 3037-3060.

[1]: 3125-3139.

[1]: 3440, 3451.

[1]: 3181, 3184, 3188, 3191, 3194, 3196.

[1]: 3220, 3222, 3224, 3225, 3242, 3246, 3251.

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 3213-3229, 3256-3260, 3371-3375.

**Тема 21. Максимумы и минимумы функций нескольких переменных (ОПК-8)****Лекция.**

Максимумы и минимумы функций нескольких переменных. Необходимые условия экстремума. Квадратичные формы от двух переменных. Достаточные условия экстремума. Нахождение наибольшего и наименьшего значений функции.

**Практическое занятие.**

[8]: 1973, 1974.

[1]: 3272-3278.

[1]: 3279-3282.

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 3621-3628, 3675-3677.

**Тема 22. Отображения из  $n$ -мерного пространства в  $m$ -мерное и неявные функции (ПК-2)****Лекция.**

. Отображения из  $n$ -мерного пространства в  $m$ -мерное. Криволинейные координаты. Линейные отображения. Касательное отображение. Матрица Якоби, якобиан. Произведение отображений. Обратное отображение. Неявные функции (простейший случай). Теорема о неявных функциях (общий случай). Существование обратного отображения. Кривые на плоскости, задаваемые уравнением Поверхности в пространстве, задаваемые уравнением Условный экстремум (простейший случай). Необходимое условие условного экстремума (простейший случай). Достаточные условия условного экстремума (простейший случай). Условный экстремум (общий случай).

**Практическое занятие.**

[8]: 1923-1925, 1932.

[1]: 3145-3155.

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 3654-3659.

**Тема 23. Двойной интеграл (ОПК-8)****Лекция.**

Определение двойного интеграла. Свойства двойного интеграла. Вычисление двойного интеграла с помощью повторного. Замена переменных в двойном интеграле. Двойной интеграл в полярных координатах. Объем тела. Геометрический смысл двойного интеграла. Поверхности, заданные параметрически. Площадь гладкой поверхности. Интеграл по поверхности. Механические приложения двойного интеграла.

#### **Практическое занятие.**

[1]: 3466-3472.

[1]: 3477-3484.

[1]: 3485-3490.

[1]: 3532-3540.

[19]: 3.3.4.-3.3.11.

[19]: 3.3.24.-3.3.31, 3.3.35-3.3.40.

[19]: 3.3.44-3.3.48, 3.3.71.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

[10]: 3924-3931, 3943-3946, 3996-3998, 4007-4012, 4013-4017, 4036-4042, 4052-4058.

### **Тема 24. Тройной интеграл и многократный интеграл (ОПК-8)**

#### **Лекция.**

Определение тройного интеграла. Вычисление тройного интеграла. Замена переменных в тройном интеграле. Определение  $n$ -кратного интеграла. Определитель Грама. Площадь  $k$ -мерной поверхности в  $n$ -мерном пространстве. Объем  $n$ -мерного шара.

#### **Практическое занятие.**

[1]: 3517-3520, 3523.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 4076-4080, 4101-4106, 4107-4110.

### **Тема 25. Криволинейные интегралы (ОПК-8)**

#### **Лекция.**

Параметризованные пути. Эквивалентные и противоположные пути. Дифференциальные формы первой степени на плоскости. Криволинейный интеграл. Механический смысл криволинейного интеграла. Необходимое и достаточное условие существования первообразной. Формула Грина. Вычисление площади с помощью криволинейного интеграла.

#### **Практическое занятие.**

[1]: 3806, 3812-3814.

[1]: 3845-3851.

[1]: 3822-3824.

[19]: 4.2.48-4.2.54.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 4221-4225, 4231-4234, 4258-4267, 4271-4273, 4298-4300, 4308-4311.

### **Тема 26. Поверхностные интегралы (ОПК-8)**

#### **Лекция.**

Параметризованные поверхности. Дифференциальные формы в пространстве. Поверхностный интеграл от дифференциальной формы. Интеграл по поверхности. Связь поверхностного интеграла от дифференциальной формы с интегралом по поверхности. Ориентируемые поверхности. Формула Стокса. Криволинейный интеграл от замкнутой дифференциальной формы в пространстве. Ротор векторного поля. Инвариантное определение ротора. Физический смысл ротора. Формула Гаусса-Остроградского. Формула Гаусса-Остроградского в векторном виде. Дивергенция. Дифференциальные формы и векторные и скалярные поля. Дифференциальные операции второго порядка.

#### **Практическое занятие.**

[1]: 3888-3893.

[1]: 3876-3880.

[19]: 4.3.2.-4.3.5, 4.3.9.-4.3.13.

[1]: 3894, 3895, 3900.

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 4343-4350, 4362-4365, 4367, 4373, 4376, 4377.

## **Тема 27. Эйлеровы интегралы (ОПК-8)**

**Лекция.**

Гамма-функция. Бета-функция.

**Практическое занятие.**

[9]: 3847, 3849, 3852, 3855, 3857, 3861-3864.

**Задания для самостоятельной работы.**

[9]: 3843-3857, 3860-3864.

## **Тема 28. Элементы теории множеств (ПК-2)**

**Лекция.**

Множества и операции над ними. Эквивалентные множества. Мощность множества. Сравнение мощностей. Теорема Кантора\_ Бернштейна. Счетные множества. Свойства счетных множеств. Несчетность интервала  $(0, 1)$ . Множества мощности континуум. Канторово множество. Гипотеза континуума. Открытые множества на прямой. Строение открытых множеств на прямой. Замкнутые множества на прямой. Совершенные множества.

**Практическое занятие.**

[8]: 2440-2445, 2446-2450, 2467-2470.

**Задания для самостоятельной работы.**

[8]: 2413-2437, 2451-2457, 2471-2481, 2492-2499.

## **Тема 29. Мера Лебега (ПК-2)**

**Лекция.**

Задача построения меры. Внешняя мера. Мера Лебега на прямой. Симметрическая разность. Критерий измеримости Валле-Пуссена. Счетная аддитивность меры Лебега. Распространение меры Лебега на неограниченные множества на прямой. Измеримые функции. Канторова лестница. Эквивалентные функции. Сходимость по мере

**Практическое занятие.**

[8]: 2525-2535.

**Задания для самостоятельной работы.**

[8]: 2550-2556, 2560-2567.

## **Тема 30. Интеграл Лебега (ПК-2)**

**Лекция.**

Определение интеграла Лебега. Свойства интеграла Лебега. Связь интегралов Римана и Лебега. Предельный переход под знаком интеграла Лебега. Суммируемые функции.

**Практическое занятие.**

[8]: 2570-2578, 2590-2594.

**Задания для самостоятельной работы.**

[8]: 2595-2607.

## **Тема 31. Метрические пространства (ПК-2)**

**Лекция.**



Определение метрического пространства. Примеры. Сходимость в метрическом пространстве. Открытые и замкнутые множества в метрическом пространстве. Фундаментальные последовательности. Полные метрические пространства. Теорема Банаха о сжимающем отображении. Приложения теоремы о сжимающем отображении: решение уравнений, доказательство теоремы о существовании и единственности решения задачи Коши для дифференциальных уравнений первого порядка.

**Практическое занятие.**

[8]: 2612-2620

**Задания для самостоятельной работы.**

[20]: 111-121.

### **Тема 32. Гильбертовы пространства (ПК-2)**

**Лекция.**

Линейные нормированные пространства. Скалярное произведение и его свойства. Неравенство Коши - Буняковского. Гильбертовы пространства. Ортогональность. Теорема Пифагора. Ортогональные системы. Процесс ортогонализации. Ряд Фурье по ортогональной системе. Разложение в тригонометрический ряд Фурье. Проекция вектора на подпространство. Сходимость ряда Фурье. Полные ортогональные системы. Критерий полноты. Изоморфизм счетномерных гильбертовых пространств.

**Практическое занятие.**

[8]: 2624-2631.

**Задания для самостоятельной работы.**

Построить многочлены Лежандра, Чебышева и изучить их свойства.

### **Тема 33. Линейные функционалы в гильбертовом пространстве (ОПК-8)**

**Лекция.**

Определение линейного функционала. Ядро линейного функционала. Непрерывные линейные функционалы. Ограниченные функционалы. Связь ограниченности и непрерывности. Норма линейного функционала в гильбертовом пространстве. Структура линейного непрерывного функционала в гильбертовом пространстве. Сопряженные пространства. Примеры сопряженных пространств.

**Практическое занятие.**

[8]: 2639-2644.

**Задания для самостоятельной работы.**

[8]: 2646-2649.

### **Тема 34. Комплексные числа (ОПК-8)**

**Лекция.**

Комплексные числа и действия над ними. Стереографическая проекция. Комплексная функция действительного переменного.

**Практическое занятие.**

[3]: §1 1(2,4); 2(2,3,4); 3(3); 4(2); 6; 9(3,4); 10(6,7); 18\* .

[8]: 2676, 2678, 2680, 2690, 2692, 2693, 2694.

**Задания для самостоятельной работы.**

10]: 1.01-1.07, 1.20, 1.21

### **Тема 35. Дифференцирование функций комплексного переменного (ОПК-8)**

**Лекция.**

Функции комплексного переменного. Предел и непрерывность. Производная. Необходимое и достаточное условие дифференцируемости. Уравнения Коши-Римана. Геометрический смысл производной. Конформные отображения.

**Практическое занятие.**

[3]: §3 8(1,2,4); 9(5); 11(2,4,6).

**Задания для самостоятельной работы.**

[19]: 7.2.5-7.2.16, 7.2.30-7.2.36.

**Тема 36. Элементарные функции (ОПК-8)****Лекция.**

Линейная функция. Дробно-линейная функция. Нахождение дробно-линейной функции по трем парам точек. Круговое свойство дробно-линейной функции. Степень с произвольным показателем. Показательная функция. Гиперболические функции. Тригонометрические функции. Многозначные функции. Однозначные ветви. Риманова поверхность. Корень  $n$ -ой степени. Логарифм. Логарифмическая функция.

**Практическое занятие.**

[10]: 5.10(1, 3, 4), 35.03(2). 35.07(2).

[3]: §3: 8(1,2,4); 9(5); 11(2,4,6); 12(1,2); 13(1,3); 15(3); 17(3,4,5); 19(3).

[8]: 2748- 2752, 2755.

[8]: 2740-2744.

**Задания для самостоятельной работы.**

[10]: 5.11, 5.20, 5.21-5.23, 5.28, 35.04-35.07, 35.10.

**Тема 37. Интегрирование функций комплексного переменного (ОПК-8)****Лекция.**

Определение интеграла. Интегральная теорема Коши. Интегральная теорема Коши для составного контура. Первообразная. Формула Ньютона-Лейбница. Интеграл с переменным верхним пределом. Интегральное определение логарифма. Интегральная формула Коши.

**Практическое занятие.**

[8]: 2770(2), 2772(1,2).

[10]: 10.23(1-5).

**Задания для самостоятельной работы.**

[3]: 3.3-3.7, 3.27-3.33.

[19]: 7.3.8-7.3.24.

**Тема 38. Разложение функций в ряд Тейлора (ПК-2)****Лекция.**

Равномерная сходимость функциональных последовательностей и рядов с комплексными членами. Степенные ряды. Ряд Тейлора. Разложение аналитической функции в степенной ряд. Нули аналитической функции.

**Практическое занятие.**

[8]: 2792-2801.

[8]: 2858-2862.

[1]: 547-552.

**Задания для самостоятельной работы.**

[3]: 3.40-3.50, 3.122-3.136.

**Тема 39. Изолированные особые точки. (ПК-2)****Лекция.**

Лорана. Область сходимости. Представление функций, аналитических в кольце, рядом Лорана. Изолированные особые точки. Классификация изолированных особых точек: устранимые особые точки, полюсы, существенно особые точки. Вычеты. Вычисление вычетов. Вычет в бесконечно удаленной точке. Основная теорема о вычетах. Применение вычетов к вычислению интегралов. Логарифмический вычет. Принцип аргумента. Теорема Руше.

#### **Практическое занятие.**

[3]: §11 1(6); 2(1,4,5); 3(1,4); 4(6); 5(5); 7(3); 8(6); 9(2); 10(6).

[8]: 2873-2879, 2890-2893, 2896-2899.

[10]: 19.08, 22.02(1-4).

[8]: 2900-2905.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

[3]: 4.1-4.6, 4.23-4.50, 4.79-4.96, 4.115-4.124, 4.131-4.135.

### **Тема 40. Аналитическое продолжение (ПК-2)**

#### **Лекция.**

Теорема единственности аналитической функции. Аналитическое продолжение

#### **Практическое занятие.**

[10]: 13.03.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

[10]: 13.17, 13.25.

### **4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства**

#### **4.1. Распределение баллов:**

Балльно-рейтинговые мероприятия не предусмотрены

#### **4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля**

### **Выполнение практических заданий**

#### **Тема 1. Действительные числа**

решение задач

#### **Тема 2. Функции действительного переменного**

решение задач

#### **Тема 3. Предел последовательности**

решение задач

#### **Тема 4. Предел функции**

решение задач

#### **Тема 5. Непрерывность**

решение задач

#### **Тема 6. Элементарные функции**

решение задач

#### **Тема 7. Производная**

решение задач

Тема 8. Основные теоремы дифференциального исчисления и их приложения к исследованию функций

решение задач

Тема 10. Неопределенный интеграл

решение задач

Тема 11. Определенный интеграл

решение задач

Тема 12. Приложения определенного интеграла

Решение задач

Тема 13. Несобственные интегралы

решение задач

Тема 14. Числовые ряды

Решение задач

Тема 15. Функциональные последовательности и ряды

Решение задач

Тема 16. Степенные ряды

Решение задач

Тема 17. Разложение функций в степенные ряды

Решение задач

Тема 18. Ряды Фурье

Решение задач

Тема 19. Функции нескольких переменных

Решение задач

0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы преподавателя

Тема 20. Дифференцируемые функции нескольких переменных

Решение задач

Тема 21. Максимумы и минимумы функций нескольких переменных

Решение задач

Тема 22. Отображения из  $n$ -мерного пространства в  $m$ -мерное и неявные функции

Решение задач

Тема 23. Двойной интеграл

Решение задач

#### Тема 24. Тройной интеграл и многократный интеграл

Решение задач

#### Тема 25. Криволинейные интегралы

Решение задач

#### Тема 26. Поверхностные интегралы

Решение задач

#### Тема 27. Эйлеровы интегралы

Решение задач

#### Тема 28. Элементы теории множеств

решение задач

#### Тема 29. Мера Лебега

решение задач

#### Тема 30. Интеграл Лебега

решение задач

#### Тема 31. Метрические пространства

Решение задач

#### Тема 32. Гильбертовы пространства

Решение задач

#### Тема 33. Линейные функционалы в гильбертовом пространстве

Решение задач

#### Тема 34. Комплексные числа

Решение задач

#### Тема 35. Дифференцирование функций комплексного переменного

Решение задач

#### Тема 36. Элементарные функции

Решение задач

#### Тема 37. Интегрирование функций комплексного переменного

Решение задач

## Тема 38. Разложение функций в ряд Тейлора

Решение задач

## Тема 39. Изолированные особые точки.

Решение задач

## Тема 40. Аналитическое продолжение

Решение задач

**Контрольная работа**

## Тема 4. Предел функции

Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам

## Тема 9. Дифференциал

Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам

## Тема 10. Неопределенный интеграл

Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам

## Тема 13. Несобственные интегралы

Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам

## Тема 18. Ряды Фурье

Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам,

Тема 22. Отображения из  $n$ -мерного пространства в  $m$ -мерное и неявные функции

Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам

## Тема 24. Тройной интеграл и многократный интеграл

Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам

## Тема 27. Эйлеровы интегралы

Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам

## Тема 30. Интеграл Лебега

Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам

## Тема 32. Гильбертовы пространства

Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам

## Тема 36. Элементарные функции

Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам

## Тема 40. Аналитическое продолжение

Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета, экзамена

### Типовые вопросы зачета (ОПК-8, ПК-2)

1. Бесконечные пределы. Теоремы о пределах.
2. Односторонние пределы.
3. Первый замечательный предел.
4. Второй замечательный предел.
5. Сравнение функций, стремящихся к 0 и к бесконечности.
6. Непрерывность функции в точке. Непрерывность функции на множестве.
7. Арифметические действия над непрерывными функциями. Непрерывность суперпозиции.
8. Односторонняя непрерывность. Точки разрыва.
9. Теорема об обращении функции в 0 (I теорема Больцано-Коши).
10. Теорема о промежуточном значении (II теорема Больцано-Коши).
11. Теорема о множестве значений непрерывной функции. Непрерывность обратной функции.
12. Обратные тригонометрические функции. Теорема об ограниченности непрерывной функции (I теорема Вейерштрасса).

### Типовые задания для зачета (ОПК-8, ПК-2)

Не предусмотрено

### Типовые вопросы экзамена (ОПК-8, ПК-2)

#### Типовые вопросы экзамена

#### 1 семестр

- 1 Действительные числа. Изображение действительных чисел на прямой.
- 2 Ограниченные множества на прямой.
- 3 Понятие отображения и функции. Функции действительного переменного.
- 4 График функции действительного переменного. Способы задания функций действительного переменного.
- 5 Некоторые типы функций. Обратная функция. Суперпозиция функций.
- 6 Сходящиеся последовательности.
- 7 Бесконечные пределы. Частичные пределы.
- 8 Единственность предела. Ограниченность сходящейся последовательности.
- 9 Переход к пределу в неравенствах. Арифметические действия над сходящимися последовательностями.
- 10 Неопределенности. Сходимость монотонной последовательности. Число  $e$ .
- 11 Лемма о вложенных отрезках. Лемма Больцано-Вейерштрасса.
- 12 Критерий Коши сходимости последовательности.
- 13 Предел функции в точке. Предел функции на бесконечности.
- 14 Бесконечные пределы. Теоремы о пределах.
- 15 Односторонние пределы.
- 16 Первый замечательный предел.
- 17 Второй замечательный предел.
- 18 Сравнение функций, стремящихся к 0 и к бесконечности.
- 19 Непрерывность функции в точке. Непрерывность функции на множестве.
- 20 Арифметические действия над непрерывными функциями. Непрерывность суперпозиции.
- 21 Односторонняя непрерывность. Точки разрыва.
- 22 Теорема об обращении функции в 0 (I теорема Больцано-Коши).
- 23 Теорема о промежуточном значении (II теорема Больцано-Коши).
- 24 24. Теорема о множестве значений непрерывной функции. Непрерывность обратной функции.

- 25 Обратные тригонометрические функции. Теорема об ограниченности непрерывной функции (I теорема Вейерштрасса).
- 26 Теорема о наибольшем значении (II теорема Вейерштрасса). Равномерная непрерывность. Теорема Кантора.
- 27 Степенная функция. Показательная функция. Логарифмическая функция. Гиперболические функции.
- 28 Некоторые замечательные пределы, связанные с элементарными функциями.
- 29 Определение производной. Геометрический смысл производной.
- 30 Уравнение касательной. Механический смысл производной.
- 31 Производные некоторых элементарных функций.
- 32 Теорема о линейном приближении. Связь между непрерывностью и дифференцируемостью.
- 33 Правила вычисления производной. Производная суперпозиции.
- 34 Производная обратной функции. Производные обратных тригонометрических функций.
- 35 Функции, заданные параметрически и их дифференцирование.
- 36 Производные высших порядков.
- 37 Теорема Ферма. Теорема Ролля.
- 38 Теорема Лагранжа. Теорема Коши. Правило Лопиталя.
- 39 Формула Тейлора. Условие постоянства функций.
- 40 Условие монотонности функций. Максимумы и минимумы функций.
- 41 Необходимое условие экстремума. Достаточные условия экстремума.
- 42 Наибольшее и наименьшее значения функции. Выпуклость функции. Точки перегиба.
- 43 Определение дифференциала. Геометрический смысл дифференциала.
- 44 Правила вычисления дифференциалов. Дифференциалы высших порядков.

### 3 семестр

- 1 Понятие числового ряда. Частичные суммы.
- 2 Сходимость числового ряда. Геометрическая прогрессия.
- 3 Необходимое условие сходимости. Гармонический ряд.
- 4 Критерий Коши сходимости ряда. Сложение рядов и умножение ряда на число. Остаток ряда.
- 5 Ряды с положительными членами. Признаки сравнения рядов с положительными членами.
- 6 Признак Даламбера сходимости рядов с положительными членами.
- 7 Признак Коши сходимости рядов с положительными членами.
- 8 Интегральный признак сходимости рядов с положительными членами.
- 9 Знакопередающиеся ряды. Признак Лейбница.
- 10 Абсолютно сходящиеся ряды. Условно сходящиеся ряды.
- 11 Пространство  $R_n$ . Сходимость в  $R_n$ .
- 12 Векторные функции вещественного переменного.
- 13 Функции нескольких переменных. Линии уровня. График.
- 14 Предел и непрерывность функций нескольких переменных.
- 15 Частные производные. Частные производные высших порядков.
- 16 Дифференцируемость и дифференциал.
- 17 Дифференцируемость гладкой функции.
- 18 Дифференцируемость суперпозиции и дифференциал суперпозиции.
- 19 Производная по направлению. Градиент.
- 20 Касательная плоскость к поверхности. Геометрический смысл дифференциала.
- 21 Дифференциалы высших порядков, формула Тейлора.
- 22 Максимумы и минимумы функций нескольких переменных, необходимые условия экстремума.
- 23 Квадратичные формы от двух переменных.



- 24 Достаточные условия экстремума.
- 25 Отображения из  $R_n$  в  $R_m$ . Касательное отображение. Матрица Якоби, якобиан.
- 26 Произведение отображений.
- 27 Обратное отображение.
- 28 Неявные функции (простейший случай).
- 29 Неявные функции (общий случай)
- 30 Существование обратного отображения.
- 31 Кривые на плоскости, задаваемые уравнением  $F(x, y) = 0$ .
- 32 Поверхности в пространстве, задаваемые уравнением  $F(x, y, z) = 0$ .
- 33 Условный экстремум (общий случай).
- 34 Необходимое условие условного экстремума (простейший случай).
- 35 Достаточные условия условного экстремума (простейший случай).
- 36 Условный экстремум (простейший случай).

#### 4 семестр

- 1 Определение двойного интеграла.
- 2 Свойства двойного интеграла. Классы интегрируемых функций.
- 3 Вычисление двойного интеграла повторным интегрированием.
- 4 Замена переменных в двойном интеграле.
- 5 Двойной интеграл в полярных координатах.
- 6 Геометрический смысл якобиана.
- 7 Объем тела. Геометрический смысл двойного интеграла.
- 8 Поверхности, заданные параметрически.
- 9 Площадь гладкой поверхности.
- 10 Интеграл по поверхности.
- 11 Определение тройного интеграла и его свойства.
- 12 Вычисление тройного интеграла. Замена переменных в тройном интеграле.
- 13 Параметризованные пути. Эквивалентные пути, противоположные пути.
- 14 Дифференциальные формы первой степени на плоскости. Замкнутые формы, точные формы.
- 15 Криволинейный интеграл от дифференциальной формы по параметризованному пути.
- 16 Необходимое и достаточное условие существования первообразной.
- 17 Формула Грина.
- 18 Криволинейный интеграл от замкнутой дифференциальной формы.
- 19 Дифференциальные формы в пространстве.
- 20 Поверхностный интеграл от дифференциальной формы.
- 21 Поверхностный интеграл по ориентированной поверхности.
- 22 Связь поверхностного интеграла от дифференциальной формы с интегралом по поверхности.
- 23 Формула Стокса.
- 24 Формула Стокса в векторном виде. Ротор.
- 25 Формула Гаусса-Остроградского.
- 26 Формула Гаусса-Остроградского в векторном виде. Дивергенция.
- 27 Связь между дифференциальными формами и векторными и скалярными полями.  
Дифференциальные операции второго порядка.
- 28 Эйлеровы интегралы.

#### 6 семестр

- 1 Комплексные числа и действия над ними.
- 2 Стереографическая проекция.
- 3 Комплексная функция действительного переменного.
- 4 Комплексная функция комплексного переменного. Предел функции комплексного переменного. Непрерывность функции комплексного переменного.

- 5 Производная. Необходимое и достаточное условие дифференцируемости функции комплексного переменного. Уравнения Коши—Римана.
- 6 Геометрический смысл производной.
- 7 Линейная функция.
- 8 Дробно-линейная функция.
- 9 Нахождение дробно-линейной функции по трем парам точек.
- 10 Круговое свойство дробно-линейной функции.
- 11 Степень с натуральным показателем.
- 12 Показательная функция.
- 13 Тригонометрические функции.
- 14 Мнозначные функции. Однозначные ветви. Римановы поверхности.
- 15 Корень  $n$ -ой степени.
- 16 Логарифм. Логарифмическая функция.
- 17 Степень с произвольным показателем.
- 18 Определение интеграла.
- 19 Интегральная теорема Коши.
- 20 Интегральная теорема Коши для составного контура.
- 21 Первообразная. Формула Ньютона—Лейбница.
- 22 Интеграл с переменным верхним пределом.
- 23 Интегральная формула Коши.
- 24 Степенные ряды.
- 25 Ряд Тейлора.
- 26 Нули аналитической функции.
- 27 Ряд Лорана.
- 28 Изолированные особые точки.
- 29 Вычеты.
- 30 Применение вычетов для вычисления определенных интегралов.
- 31 Логарифмический вычет.
- 32 Принцип аргумента.
- 33 Теорема Руше.
- 34 Теорема единственности аналитической функции. Аналитическое продолжение.

### Типовые вопросы зачета

#### 5 семестр

- 1 Определение метрического пространства. Примеры.
- 2 Сходимость в метрическом пространстве.
- 3 Открытые и замкнутые множества в метрическом пространстве.
- 4 Полные метрические пространства.
- 5 Теорема Банаха о сжимающем отображении.
- 6 Приложение теоремы о сжимающем отображении: решение уравнений  $f(x)=x$ .
- 7 Приложение теоремы о сжимающем отображении: теорема о существовании и единственности решения задачи Коши для дифференциальных уравнений первого порядка.
- 8 Линейные нормированные пространства.
- 9 Скалярное произведение и его свойства.
- 10 Неравенство Коши - Буняковского.
- 11 Гильбертовы пространства.
- 12 Ортогональность. Теорема Пифагора.
- 13 Ортогональные системы. Процесс ортогонализации.
- 14 Ряд Фурье по ортогональной системе.

- 15 Разложение в тригонометрический ряд Фурье.
- 16 Проекция вектора на подпространство.
- 17 Сходимость ряда Фурье.
- 18 Полные ортогональные системы. Критерий полноты.
- 19 Изоморфизм счетномерных гильбертовых пространств.
- 20 Определение линейного функционала. Примеры.
- 21 Ядро линейного функционала.
- 22 Непрерывные линейные функционалы.
- 23 Ограниченные функционалы. Связь ограниченности и непрерывности.
- 24 Норма линейного функционала в гильбертовом пространстве.
- 25 Структура линейного непрерывного функционала в гильбертовом пространстве.
- 26 Сопряженные пространства. Примеры сопряженных пространств.

### Типовые задания для экзамена (ОПК-8, ПК-2)

#### Функции от одной переменной

- 1 Нахождение области определения функций
- 2 Нахождение множества значений функций.
- 3 Построение графиков функций.
- 4 Определение четности и нечетности функций.
- 5 Нахождение композиции функций.
- 6 Исследование функций на монотонность.
- 7 Нахождение обратной функции.
- 8 Вычисление пределов числовых и функциональных последовательностей.
- 9 Исследование функций на непрерывность.
- 10 Определение точек разрыва функций.
- 11 Вычисление производных и интегралов.
- 12 Определение длин дуг кривых, площадей фигур, ограниченных линиями,.
- 13 Вычисление объемов тел вращения.
- 14 Разложение функций в ряд Фурье.

#### Функции многих переменных

- 1 Нахождение области определения функций.
- 2 Нахождение частных производных и дифференциалов функций.
- 3 Вычисление кратных интегралов.
- 4 Вычисление криволинейных интегралов.

#### Комплексный анализ

- 1 Нахождение действительной и мнимой частей функций.
- 2 Нахождение дробно-линейных функций, удовлетворяющих заданным условиям.

#### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

##### Зачет

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
	ОПК-8	На высоком уровне применяет основные понятия и методы математического анализа, основы математических методов решения профессиональных задач, методы идентификации математических описаний реальных явлений и процессов на основе экспериментальных данных в своей профессиональной деятельности

«зачтено»	ПК-2	Отлично составляет математические модели типовых профессиональных задач, находит способы их решения и интерпретирует профессионально смысл полученного результата, применяет математические методы при решении типовых профессиональных задач: проводит анализ функций, решает основные задачи математической статистики, решает уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам
«не зачтено»	ОПК-8	Не применяет основные понятия и методы математического анализа, основы математических методов решения профессиональных задач, методы идентификации математических описаний реальных явлений и процессов на основе экспериментальных данных в своей профессиональной деятельности
	ПК-2	Не составляет математические модели типовых профессиональных задач, не находит способы их решения и не интерпретирует профессионально смысл полученного результата, не применяет математические методы при решении типовых профессиональных задач: не проводит анализ функций, не решает основные задачи математической статистики, не решает уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам

Экзамен

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично»	ОПК-8	На высоком уровне применяет основные понятия и методы математического анализа, основы математических методов решения профессиональных задач, методы идентификации математических описаний реальных явлений и процессов на основе экспериментальных данных в своей профессиональной деятельности
	ПК-2	Отлично составляет математические модели типовых профессиональных задач, находит способы их решения и интерпретирует профессионально смысл полученного результата, применяет математические методы при решении типовых профессиональных задач: проводит анализ функций, решает основные задачи математической статистики, решает уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам
«хорошо»	ОПК-8	На достаточном уровне применяет основные понятия и методы математического анализа, основы математических методов решения профессиональных задач, методы идентификации математических описаний реальных явлений и процессов на основе экспериментальных данных в своей профессиональной деятельности
	ПК-2	Хорошо составляет математические модели типовых профессиональных задач, находит способы их решения и интерпретирует профессионально смысл полученного результата, применяет математические методы при решении типовых профессиональных задач: проводит анализ функций, решает основные задачи математической статистики, решает уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам

«удовлетворительно»	ОПК-8	На низком уровне применяет основные понятия и методы математического анализа, основы математических методов решения профессиональных задач, методы идентификации математических описаний реальных явлений и процессов на основе экспериментальных данных в своей профессиональной деятельности
	ПК-2	Удовлетворительно составляет математические модели типовых профессиональных задач, находит способы их решения и интерпретирует профессионально смысл полученного результата, применяет математические методы при решении типовых профессиональных задач: проводит анализ функций, решает основные задачи математической статистики, решает уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам
«неудовлетворительно»	ОПК-8	Не применяет основные понятия и методы математического анализа, основы математических методов решения профессиональных задач, методы идентификации математических описаний реальных явлений и процессов на основе экспериментальных данных в своей профессиональной деятельности
	ПК-2	Не составляет математические модели типовых профессиональных задач, не находит способы их решения и не интерпретирует профессионально смысл полученного результата, не применяет математические методы при решении типовых профессиональных задач: не проводит анализ функций, не решает основные задачи математической статистики, не решает уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам

## 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

### 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

### 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

### 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;

- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности. соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы:
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература:

1. Кремер Н. Ш., Путко Б. А., Тришин И. М. Математический анализ в 2 ч. Часть 1 : Учебник и практикум для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 244 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/451894>
2. Ильин В. А., Садовничий В. А., Сендов Б. Х. Математический анализ в 2 ч. Часть 1 в 2 кн. Книга 1 : Учебник для вузов. - пер. и доп; 4-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 324 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/452409>
3. Ильин В. А., Садовничий В. А., Сендов Б. Х. Математический анализ в 2 ч. Часть 1 в 2 кн. Книга 2 : Учебник для вузов. - пер. и доп; 4-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 315 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/452410>
4. Ильин В. А., Садовничий В. А., Сендов Б. Х. Математический анализ в 2 ч. Часть 2 : Учебник для вузов. - 3-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 324 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/450170>
5. Кремер Н. Ш., Путко Б. А., Тришин И. М. Математический анализ в 2 ч. Часть 2 : Учебник и практикум для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 389 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/451895>
6. Аксенов А. П. Математический анализ в 4 ч. Часть 1 : Учебник и практикум для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 282 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/451882>
7. Аксенов А. П. Математический анализ в 4 ч. Часть 2 : Учебник и практикум для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 344 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/451883>
8. Аксенов А. П. Математический анализ в 4 ч. Часть 3 : Учебник и практикум для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 361 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/451884>
9. Аксенов А. П. Математический анализ в 4 ч. Часть 4 : Учебник и практикум для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 406 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/451885>
10. Никитин А. А. Математический анализ. Сборник задач : Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 353 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/450261>
11. Кутузов А. С. Введение в функциональный анализ : учебное пособие. - Москва|Берлин: Директ-Медиа, 2020. - 482 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=571413>
12. Кудрявцев Л. Д. Курс математического анализа в 3 т. Том 3 : Учебник для бакалавров. - пер. и доп; 6-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 351 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/449951>

13. Кудрявцев Л. Д. Курс математического анализа в 3 т. Том 2 в 2 книгах. Книга 2 : Учебник для вузов. - пер. и доп; 6-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 323 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/451942>
14. Кудрявцев Л. Д. Курс математического анализа в 3 т. Том 2 в 2 книгах. Книга 1 : Учебник для вузов. - пер. и доп; 6-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 396 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/451941>
15. Кудрявцев Л. Д. Курс математического анализа в 3 т. Том 2 в 2 книгах : Учебник для бакалавров. - пер. и доп; 6-е изд.. - Москва: Юрайт, 2016. - 720 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/387530>
16. Кудрявцев Л. Д. Курс математического анализа в 3 т. Том 1 : Учебник для бакалавров. - пер. и доп; 6-е изд.. - Москва: Юрайт, 2019. - 703 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/425369>
17. Берман Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа : Учеб. пособие. - 22-е изд., перераб.. - СПб.: Профессия, 2002. - 432 с.
18. Волковський Л. І., Лунц Г. Л., Араманович І. Г. Сборник задач по теории функций комплексного переменного. - 4-е изд., перераб.. - Москва: Физматлит, 2002. - 313 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68541>

## 6.2 Дополнительная литература:

1. Кытманов А. М. Математический анализ : Учебное пособие для бакалавров. - Москва: Юрайт, 2019. - 607 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/425244>
2. Садовнича И. В., Фоменко Т. Н., Хорошилова Е. В., Ильин В. А. Математический анализ. Вещественные числа и последовательности : Учебное пособие для вузов. - пер. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 109 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/454281>
3. Садовнича И. В., Фоменко Т. Н., Хорошилова Е. В. Математический анализ. Дифференцирование функций одной переменной : Учебное пособие для вузов. - пер. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 156 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/454279>
4. Садовнича И. В., Фоменко Т. Н., Ильин В. А. Математический анализ. Предел и непрерывность функции одной переменной : Учебное пособие для вузов. - пер. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 115 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/454280>
5. Недогибченко, Г. В., Святкина, Р. И., Шалагинов, А. А., Рощенко, О. Е., Кузин, Г. А., Филатов, В. В., Недогибченко, Г. В., Шеремет, О. В. Математический анализ. Сборник индивидуальных заданий. Дифференциальное исчисление функций многих переменных : учебное пособие. - 2025-02-05; Математический анализ. Сборник индивидуальных заданий. Дифференциальное исчисление функц. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. - 106 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/91234.html>
6. Недогибченко, Г. В., Шеремет, О. В., Подолян, Е. В., Лебедева, Е. А., Кац, В. Е., Резников, Б. С., Дроздова, Л. И., Бутырин, В. И., Святкина, Р. И., Шалагинов, А. А., Писляков, Б. Г., Недогибченко, Г. В., Шеремет, О. В. Математический анализ. Сборник индивидуальных заданий. Ч.1 : учебное пособие. - 2025-02-05; Математический анализ. Сборник индивидуальных заданий. Ч.1. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2015. - 108 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/91389.html>
7. Недогибченко, Г. В., Подолян, Е. В., Ерзина, Т. И., Бутырин, В. И., Святкина, Р. И., Шалагинов, А. А., Голобокова, В. Г., Осокина, А. А., Павшок, Л. В., Побаченко, С. В., Шеремет, О. В., Шварц, Э. Б., Недогибченко, Г. В., Шеремет, О. В. Математический анализ. Сборник индивидуальных заданий. Ч.2 : учебное пособие. - 2025-02-05; Математический анализ. Сборник индивидуальных заданий. Ч.2. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2015. - 96 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/91390.html>



8. Недогибченко, Г. В., Калашникова, А. Г., Ерзина, Т. И., Меграбов, А. Г., Кац, В. Е., Писляков, Б. Г., Святкина, Р. И., Шалагинов, А. А., Кузин, Г. А., Недогибченко, Г. В., Шеремет, О. В. Математический анализ. Сборник индивидуальных заданий. Ч.4 : учебное пособие. - 2025-02-05; Математический анализ. Сборник индивидуальных заданий. Ч.4. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2015. - 95 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/91391.html>
9. Фихтенгольц Г. М. Основы математического анализа : учебник. - СПб, М., Краснодар: Лань, 2015
10. Ч. 1. - 10-е изд., стер., 2015. - 440 с.
11. Ч. 2. - 9-е изд., стер., 2016. - 463 с.
12. Шилов Г. Е. Математический анализ. - 2-е изд.. - Москва: Гос. изд-во физико-математической лит., 1961. - 436 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230807>
13. Чебышёв П. Л., Виноградов И. М., Гельфонд А. О. Математический анализ : -. - Москва: Юрайт, 2020. - 393 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/454547>
14. Кудрявцев Л.Д. Математический анализ : [в 2 т.] : учебник. - 2-е изд., перераб.. - М.: Высш. шк., 1973
15. Ширкунова, Н. В., Вафодорова, Г. О., Цвиль, М. М., Ларькина, Е. В. Математический анализ : практикум. - Весь срок охраны авторского права; Математический анализ. - Москва: Российская таможенная академия, 2017. - 140 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/93190.html>
16. Баврин И. И. Математический анализ : Учебник и практикум Для прикладного бакалавриата. - испр. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2019. - 327 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/427808>
17. Максимова О. Д. Математический анализ в примерах и задачах. Предел числовой последовательности : Учебное пособие для вузов. - 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 177 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/455504>
18. Власов, В. В., Митрохин, С. И., Прошкина, А. В., Родионов, Т. В., Трушина, О. В. Математический анализ и дифференциальные уравнения. Задачи и упражнения : учебное пособие. - 2022-07-28; Математический анализ и дифференциальные уравнения. Задачи и упражнения. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. - 375 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/97549.html>
19. Смирнов, Е. И., Богун, В. В., Буракова, Г. Ю. Математический анализ. Наглядное моделирование : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Математический анализ. Наглядное моделирование. - Саратов: Вузовское образование, 2020. - 345 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/92645.html>
20. Макусева, Т. Г., Багоутдинова, А. Г., Шемелова, О. В. Математический анализ. Основные методы интегрирования : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Математический анализ. Основные методы интегрирования. - Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019. - 235 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/85749.html>
21. Туганбаев А. А. Математический анализ. Ряды : учебное пособие. - 4-е изд., стер.. - Москва: Флинта, 2017. - 49 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115142>
22. Логинова В. В., Морозов Е. А., Морозова А. В., Новоселов А. В., Плотникова Е. Г. Математический анализ. Сборник заданий : Учебное пособие для вузов. - испр. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 206 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/454528>
23. Никитин А. А., Фомичев В. В. Математический анализ. Углубленный курс : Учебник и практикум для вузов. - испр. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 460 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/450313>
24. Треногин В. А. Функциональный анализ : учебник. - 3-е изд., испр.. - Москва: Физматлит, 2002. - 488 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82613>

25. Вулих Б. З. Введение в функциональный анализ : монография. - Москва: Государственное издательство физико-математической литературы, 1958. - 354 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=479685>
26. Фихтенгольц Г. М. Основы математического анализа. - СПб: Лань, 2006
27. Рудин У. Основы математического анализа. - Изд. 2-е, стереотип.. - Москва: Мир, 1976. - 319 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447958>
28. Бермант А. Ф. Курс математического анализа : учебное пособие, 1. - Изд. 12-е, стереотип.. - Москва: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1959. - 465 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256386>
29. Бохан К.А., Егорова И.А., Лашенов К.В. Курс математического анализа : учеб. пособие для студентов-заочников физ.-мат. фак. пед. ин-тов. - 2-е изд.. - Москва: Просвещение, 1972
30. Кудрявцев Л. Д. Краткий курс математического анализа : учебник. - 3-е изд., перераб.. - Москва: Физматлит, 2010. - 425 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82818>
31. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа : учебник. - 4-е изд., перераб.. - М.: Наука, 1976. - 543 с.

### 6.3 Иные источники:

1. База данных zbMath - <https://www.zbmath.org/>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

LibreOffice

Операционная система "Альт Образование"

Microsoft Windows 10

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
2. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>
3. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>
4. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
5. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
6. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.