

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт новых технологий и искусственного интеллекта
Кафедра функционального анализа

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института



Н. Л. Королева
«16» сентября 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.О.18 Математический анализ

Направление подготовки/специальность: 01.03.01 - Математика

Профиль/направленность/специализация: Искусственный интеллект и моделирование

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2024

Тамбов, 2024

Автор программы:

Доктор физико-математических наук, профессор Жуковский Евгений Семенович

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.01 - Математика (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «10» января 2018 г. № 8).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры функционального анализа «13» сентября 2024 г. Протокол № 2

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института новых технологий и искусственного интеллекта, Протокол от «16» сентября 2024 г. № 1.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Бакалавриата.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	9
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	17
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	19
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	22

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

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

- научно-исследовательский
- педагогический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 01 Образование и наука (в сфере общего, профессионального и дополнительного профессионального образования; в сфере научных исследований), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере научно-исследовательских и опытноконструкторских разработок)

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-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	Находит прикладной аспект в постановках математических задач

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения					
		Очная (семестр)					
		1	2	3	4	5	6
1	Аналитическая геометрия	+	+				
2	Введение в математический анализ	+	+	+			
3	Линейная алгебра и геометрия			+	+	+	

4	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)				+		
5	Основы высшей алгебры	+	+				
6	Теория чисел			+			
7	Функциональный анализ						+

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Математический анализ» относится к обязательной части учебного плана ОП по направлению подготовки 01.03.01 - Математика.

Дисциплина «Математический анализ» изучается в 4, 5 семестрах.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 8 з.е.

Очная: 8 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	288
Контактная работа	120
Лекции (Лекции)	60
Практические (Практ. раб.)	60
Самостоятельная работа (СР)	132
Экзамен	36
Зачет	-

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
4 семестр					
1	Двойной интеграл	6	6	20	Выполнение практических заданий
2	Тройной интеграл и многократный интеграл	4	4	15	Выполнение практических заданий; Контрольная работа
3	Криволинейные интегралы	6	6	20	Выполнение практических заданий

4	Поверхностные интегралы	6	6	18	Выполнение практических заданий
5	. Эйлера интегралы	6	6	15	Контрольная работа; Выполнение практических заданий
5 семестр					
6	. Комплексные числа	6	6	6	Выполнение практических заданий
7	Дифференцирование функций комплексного переменного	4	4	6	Выполнение практических заданий
8	Элементарные функции	4	4	6	Выполнение практических заданий; Контрольная работа
9	Интегрирование функций комплексного переменного	4	4	6	Выполнение практических заданий
10	Разложение функций в ряд Тейлора	4	4	6	Выполнение практических заданий
11	Изолированные особые точки.	4	6	8	Выполнение практических заданий
12	Аналитическое продолжение	6	4	6	Контрольная работа; Выполнение практических заданий

Тема 1. Двойной интеграл (ОПК-1)

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 2. Тройной интеграл и многократный интеграл (ОПК-1)**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 3. Криволинейные интегралы (ОПК-1)**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 4. Поверхностные интегралы (ОПК-1)**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 5. . Эйлера интегралы (ОПК-1)**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 6. . Комплексные числа (ОПК-1)**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 7. Дифференцирование функций комплексного переменного (ОПК-1)**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 8. Элементарные функции (ОПК-1)**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. Многочисленные 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 9. Интегрирование функций комплексного переменного (ОПК-1)**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 10. Разложение функций в ряд Тейлора (ОПК-1)

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 11. Изолированные особые точки. (ОПК-1)

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 12. Аналитическое продолжение (ОПК-1)

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:

4 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 70 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки

1.	Двойной интеграл	Выполнение практических заданий	20	<p>3 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы;</p> <p>2 балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет);</p> <p>1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал;</p> <p>0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы преподавателя.</p>
2.	Тройной интеграл и многократный интеграл	Выполнение практических заданий	20	<p>3 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы;</p> <p>2 балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет);</p> <p>1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал;</p> <p>0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы преподавателя.</p>
		Контрольная работа(контрольный срез)	10	Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам, содержащим 5 заданий. Каждое задание оценивается в 2 балла.
3.	Криволинейные интегралы	Выполнение практических заданий	10	<p>3 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы;</p> <p>2 балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет);</p> <p>1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал;</p> <p>0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы</p>
4.	Поверхностные интегралы	Выполнение практических заданий	10	<p>3 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы;</p> <p>2 балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет);</p> <p>1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал;</p> <p>0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы</p>
5.	Эйлеровы интегралы	Контрольная работа(контрольный срез)	10	Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам, содержащим 5 заданий. Каждое задание оценивается в 2 балла.

	Выполнение практических заданий	10	3 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы; 2 балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет); 1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал; 0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы
6.	Посещаемость	10	10 баллов за регулярное выполнение всех заданий и отсутствие пропусков по неуважительным причинам
7.	Премиальные баллы	20	Участие в студенческих олимпиадах – 10 баллов Участие в студенческих конференциях – 10 баллов
8.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы	50	Добор баллов: студент может предоставить все задания текущего контроля и задания контрольных срезов
9.	Итого за семестр	100	

5 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 40 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ темы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мак. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Комплексные числа	Выполнение практических заданий	10	3 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы; 2 балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет); 1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал; 0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы преподавателя и обнаруживает полную неподготовленность по изучаемой тематике
2.	Дифференцирование функций комплексного переменного	Выполнение практических заданий	5	3 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы; 2 балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет); 1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал; 0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы преподавателя и обнаруживает полную неподготовленность по изучаемой тематике.

3.	Элементарные функции	Выполнение практических заданий	5	3 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы; 2 балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет); 1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал; 0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы преподавателя и обнаруживает полную неподготовленность по изучаемой тематике.
		Контрольная работа(контрольный срез)	10	Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам, содержащим 5 заданий. Каждое задание оценивается в 2 балла.
4.	Интегрирование функций комплексного переменного	Выполнение практических заданий	5	3 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы; 2 балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет); 1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал; 0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы преподавателя и обнаруживает полную неподготовленность по изучаемой тематике.
5.	Разложение функций в ряд Тейлора	Выполнение практических заданий	5	3 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы; 2 балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет); 1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал; 0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы преподавателя и обнаруживает полную неподготовленность по изучаемой тематике.
6.	Изолированные особые точки.	Выполнение практических заданий	5	3 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы; 2 балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет); 1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал; 0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы преподавателя и обнаруживает полную неподготовленность по изучаемой тематике.
7.	Аналитическое продолжение	Контрольная работа(контрольный срез)	10	Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам, содержащим 5 заданий. Каждое задание оценивается в 2 балла.

	Выполнение практических заданий	5	3 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы; 2 балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет); 1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал; 0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы преподавателя и обнаруживает полную неподготовленность по изучаемой тематике.
8.	Посещаемость	10	10 баллов за регулярное выполнение всех заданий и отсутствие пропусков без уважительных причин
9.	Премияльные баллы	20	Участие в студенческих олимпиадах – 10 баллов Участие в студенческих конференциях – 10 баллов
10.	Ответ на экзамене	30	10-17 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно» 18-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо», 25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».
11.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы	50	Решение 10 задач на доказательство с использованием изученного теоретического материала. Каждая задача оценивается в 2 балла Добор баллов: студент может предоставить все задания текущего контроля и задания контрольных срезов
12.	Итого за семестр	100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Выполнение практических заданий

Тема 1. Двойной интеграл

Решение задач

Тема 2. Тройной интеграл и многократный интеграл

Решение задач

Тема 3. Криволинейные интегралы

Решение задач

Тема 4. Поверхностные интегралы

Решение задач

Тема 5. . Эйлеровы интегралы

Решение задач

Тема 6. . Комплексные числа

Решение задач

Тема 7. Дифференцирование функций комплексного переменного

Решение задач

Тема 8. Элементарные функции

Решение задач

Тема 9. Интегрирование функций комплексного переменного

Решение задач

Тема 10. Разложение функций в ряд Тейлора

Решение задач

Тема 11. Изолированные особые точки.

Решение задач

Тема 12. Аналитическое продолжение

Решение задач

Контрольная работа

Тема 2. Тройной интеграл и многократный интеграл

Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам

Тема 5. . Эйлеровы интегралы

Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам

Тема 8. Элементарные функции

Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам

Тема 12. Аналитическое продолжение

Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета, экзамена

Типовые вопросы зачета (ОПК-1)

- 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.

Типовые задания для зачета (ОПК-1)

1. Вычислить двойной интеграл
2. Вычислить тройной интеграл
3. Вычислить криволинейный интеграл
4. С помощью криволинейного интеграла найдите площадь криволинейного четырёхугольника с вершинами в заданных точках.

Типовые вопросы экзамена (ОПК-1)

Типовые вопросы экзамена

- 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 Многозначные 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 задания для экзамена (ОПК-1)

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.

Зачет

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ОПК-1	Умеет находить прикладной аспект в постановках математических задач
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ОПК-1	Не умеет находить прикладной аспект в постановках математических задач

Экзамен

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)	ОПК-1	Отлично умеет находить прикладной аспект в постановках математических задач
«хорошо» (70 - 84 баллов)	ОПК-1	Хорошо умеет находить прикладной аспект в постановках математических задач
«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	ОПК-1	Удовлетворительно умеет находить прикладной аспект в постановках математических задач
«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	ОПК-1	Не умеет находить прикладной аспект в постановках математических задач

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. Волковыский Л. И., Лунц Г. Л., Араманович И. 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. Садовничая 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. Садовничая 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. Садовничая 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., Павшук, 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., Лашенков 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: официальный сайт. – URL: <https://www.rsl.ru>
3. Российская национальная библиотека: официальный сайт. – 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

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