

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.21 Функциональный анализ

Направление подготовки/специальность: 01.03.01 - Математика

Профиль/направленность/специализация: Искусственный интеллект и моделирование

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 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.....	7
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	14
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	16
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	17

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
1	Аналитическая геометрия	+	+			
2	Введение в математический анализ	+	+	+		
3	Линейная алгебра и геометрия			+	+	+
4	Математический анализ				+	+

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

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

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

Дисциплина «Функциональный анализ» изучается в 6 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 3 з.е.

Очная: 3 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	108
Контактная работа	48
Лекции (Лекции)	24
Практические (Практ. раб.)	24
Самостоятельная работа (СР)	60
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	
6 семестр					
1	Метрические пространства. Свойства метрических пространств	4	2	10	Другие формы контроля; Опрос
2	Компактность в метрических пространствах	4	4	10	Другие формы контроля
3	Нормированные и гильбертовы пространства	4	2	1	Тестирование
4	Линейные операторы. Обратн ые операторы	4	4	10	Другие формы контроля
5	Линейные функционалы	4	4	10	Другие формы контроля

6	Сопряженные операторы	2	4	10	Контрольная работа
7	Компактные операторы	2	4	9	Другие формы контроля

Тема 1. Метрические пространства. Свойства метрических пространств (ОПК-1)

Лекция.

Метрические пространства. Топология метрических пространств. Сходимость в метрических пространствах. Полнота пространств. Пример неполного пространства. Теорема о пополнении метрических пространств. Сепарабельные метрические пространства. Теорема Вейерштрасса о плотности полиномов в пространстве $C[a,b]$. Теорема о сепарабельности пространств (Свойства полных метрических пространств: теорема о вложенных шарах, теорема Банаха о неподвижной точке, теорема Бэра.

Практическое занятие.

Метрические пространства. Сходимость в метрических пространствах. Плотные и всюду плотные множества. Сепарабельные метрические пространства.

Задания для самостоятельной работы.

Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию

Тема 2. Компактность в метрических пространствах (ОПК-1)

Лекция.

Компактные пространства. Критерий компактности пространства (теорема). Компактные, относительно компактные, вполне ограниченные множества в метрическом пространстве. Теорема Хаусдорфа. Теорема Арцела. Критерии компактности множеств в различных пространствах.

Практическое занятие.

Компактные и относительно компактные множества.

Задания для самостоятельной работы.

Изучение лекционного материала, подготовка к практическому занятию. Решение задач.

Тема 3. Нормированные и гильбертовы пространства (ОПК-1)

Лекция.

Нормированные, банаховы пространства. Теорема об изоморфизме конечномерных нормированных пространств. Предгильбертовы, гильбертовы пространства. Ортонормированные системы в гильбертовом пространстве. Ряды Фурье. Теорема об изоморфизме сепарабельных гильбертовых пространств. Слабая сходимость в нормированных пространствах. Принцип равномерной ограниченности линейных операторов (теорема Банаха-Штейнгауза). Критерий слабой сходимости в нормированном пространстве. Критерий сходимости в сопряженном пространстве. Теорема Алаоглу.

Практическое занятие.

Нормированные пространства. Гильбертовы пространства.

Задания для самостоятельной работы.

Изучение лекционного материала, подготовка к практическому занятию, решение задач.

Тема 4. Линейные операторы. Обратные операторы (ОПК-1)

Лекция.

Линейность, непрерывность, ограниченность операторов. Норма оператора. Продолжение оператора по непрерывности. Пространство линейных ограниченных операторов. Полнота пространства. Обратимые и обратные операторы. Теорема Неймана. Теорема Банаха об обратном операторе. Спектр и резольвента линейного оператора. Компактность и непустота спектра оператора в банаховом пространстве.

Практическое занятие.

Линейные ограниченные операторы. Обратные операторы.

Задания для самостоятельной работы.

Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, решение задач.

Тема 5. Линейные функционалы (ОПК-1)**Лекция.**

Непрерывные линейные функционалы. Сопряженное пространство Теорема ХанаБанаха. Общий вид линейных непрерывных функционалов в некоторых нормированных пространствах.

Практическое занятие.

Функционалы в нормированных пространствах. Свойства линейных функционалов

Задания для самостоятельной работы.

Изучение теоретического материал, подготовка к практическому занятию, решение задач.

Тема 6. Сопряженные операторы (ОПК-1)**Лекция.**

Сопряженный оператор в нормированном пространстве. Сопряженный оператор в гильбертовом пространстве. Элементы спектральной теории самосопряженных операторов: теорема о норме оператора, теорема о границе спектра.

Практическое занятие.

Спектр и резольвента линейного оператора. Сопряженные операторы в гильбертовом пространстве.

Задания для самостоятельной работы.

Изучение лекционного материала. Подготовка к практическому занятию. Решение задач.

Тема 7. Компактные операторы (ОПК-1)**Лекция.**

Вполне непрерывные операторы и их свойства. Лемма Рисса о почти перпендикуляре. Критерий конечномерности нормированного пространства.

Теория операторных уравнений с компактными операторами. Теоремы Фредгольма. Теорема Гильберта –Шмидта.

Практическое занятие.

Теоремы Банаха о свойствах ограниченных операторов.. Слабая сходимость. Компактные операторы. Теория Фредгольма. Интегральные уравнения.

Задания для самостоятельной работы.

Изучение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию. Решение задач.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства**4.1. Распределение баллов:**

6 семестр

- текущий контроль – 50 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 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.	Метрические пространства. Свойства метрических пространств	Другие формы контроля	10	Решение задач на практическом занятии: 10 баллов за самостоятельное правильное решение всех задач, предложенных на практическом занятии; 5 баллов - за верное решение 50% задач, предложенных на практическом занятии.
		Опрос	10	10 баллов за участие в теоретическом опросе
2.	Компактность в метрических пространствах	Другие формы контроля	10	10 баллов за верное решение всех задач на практическом занятии 5 баллов - за верное решение 50% задач, предложенных на практическом занятии
3.	Нормированные и гильбертовы пространства	Тестирование(контрольный срез)	10	10 баллов - 100% верных ответов 5 баллов -50% верных ответов 0 баллов - менее 50% верных ответов
4.	Линейные операторы. Обратные операторы	Другие формы контроля	10	10 баллов за правильное решение задач, предложенных в индивидуальном задании
5.	Линейные функционалы	Другие формы контроля	5	5 баллов за верное решение задач на практическом занятии
6.	Сопряженные операторы	Контрольная работа(контрольный срез)	10	10 баллов - 90- 100 % верное выполнение всех заданий контрольной работы; 8 баллов - 70-89% верно решенных задач из контрольной работы; 5 баллов - 50-69%верно решенных задач из контрольной работы 0 баллов - верно решено менее 50% задач
7.	Компактные операторы	Другие формы контроля	5	5 баллов за верное решение задач на практическом занятии
8.	Премияльные баллы		20	10 баллов за участие в студенческих научных конференциях; 10 баллов за участие в студенческих олимпиадах
9.	Ответ на экзамене		30	отлично - 25-30 баллов за ответ на экзамене; хорошо - 18-24 балла за ответ на экзамене; удовлетворительно - 10-17 баллов - за ответ на экзамене; неудовлетворительно - менее 10 баллов за ответ на экзамене.
10.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы		50	Добор баллов: студент может предоставить все задания текущего и рубежного контроля
11.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по зачету 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
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Другие формы контроля

Тема 4. Линейные операторы. Обратные операторы

Индивидуальное задание

Тема 5. Линейные функционалы

Набор задач для проведения практического занятия

Тема 7. Компактные операторы

Задачи для проведения практического занятия

Контрольная работа

Тема 6. Сопряженные операторы

Задания для проведения контрольной работы

Опрос

Тема 1. Метрические пространства. Свойства метрических пространств

Ответить на поставленный вопрос или закончить формулируемое определение (утверждение)

1. Может ли у счетного множества быть бесконечное несчетное подмножество?
2. Любое ли бесконечное множество имеет счетное подмножество?
3. Мощность какого множества взята за определение мощности континуум?
4. Каким аксиомам должна удовлетворять вещественная функция $\rho(x, y)$, чтобы называться метрикой?
5. Точка $x \in X$ называется предельной точкой множества M , если....
6. Точка $x \in X$ называется точкой прикосновения множества M , если..
7. Может ли предельная точка быть изолированной?
8. Замыканием множества M называется...
9. Всегда ли множество M принадлежит своему замыканию?
10. Точка x называется внутренней точкой множества M ...
11. Может ли открытое множество содержать изолированные точки?
12. Всегда ли изолированная точка является граничной?
13. Что такое пространство $l_p, 1 \leq p < \infty$?
14. Какая метрика в пространстве l_∞ - ограниченных последовательностей?
15. Неравенство Гельдера для бесконечных сумм.
16. Интегральное неравенство Минковского...
17. Последовательность $\{x_n\}$ называется фундаментальной в метрическом пространстве X , если...
18. Пусть последовательность $\{x_n\}$ сходится в X , всегда ли она фундаментальна?
19. Всегда ли сходится фундаментальная последовательность?
20. Как называется метрическое пространство, в котором последовательность $\{x_n\}$ сходится только тогда, когда она фундаментальна?
21. Простейший пример неполного метрического пространства...
22. Пополнением метрического пространства X называется пространство Y , такое что.....
23. Какое пространство является пополнением непрерывных функций на отрезке $[a, b]$ по среднеквадратичной метрике?
24. Что является пополнением пространства полиномов на отрезке $[a, b]$ по равномерной метрике?
25. Какое пространство является пополнением финитных последовательностей по метрике $\rho(x, y) = \sqrt{\sum |x_i - y_i|^2}$?
26. Множество M в пространстве X всюду плотно, если
27. Метрическое пространство X сепарабельно....
28. Сепарабельно ли метрическое пространство, состоящее из конечного числа точек.
29. Простейший пример несепарабельного метрического пространства.
30. Сепарабельно ли пространство $C[a, b]$?
31. Множество M не плотно во множестве N , если...
32. Будет ли интервал $(0, 1)$ нигде не плотен в R^1 ?
33. Привести пример пространства, в котором точка не есть нигде не плотное множество.

34. Множество в метрическом пространстве, чье замыкание не содержит внутренних точек, называется.....
35. Множество M в метрическом пространстве X называется ограниченным.....
36. Множество M в метрическом пространстве X называется вполне ограниченным...
37. Множество M в метрическом пространстве X называется относительно компактным...
38. Множество A называется \mathcal{E} -сетью для множества M , если...
39. Метрическое пространство X называется компактным, если...
40. Будет ли замкнутое и ограниченное множество в R^1 компактным?
41. Будет ли замкнутый шар конечного радиуса в l_2 компактным множеством?
42. Какое условие нужно наложить на относительно компактное множество, чтобы оно стало компактным?
43. Всегда ли ограничено относительно компактное множество?
44. Какая связь между понятиями относительная компактность и вполне ограниченность?
45. Какая связь между понятиями ограниченность и вполне ограниченность в пространстве R^n , $n \in N$?
46. Пример последовательности в $C[a,b]$, которая ограничена, но не вполне ограничена.
47. Пример последовательности в l_2 , которая ограничена, но не относительно компактна.
48. Какова связь между компактными пространствами и сепарабельными?
49. Множество M в $C[a,b]$ называется равномерно непрерывным, если...
50. Множество M в $C[a,b]$ относительно компактно (теор. Арцела) \Leftrightarrow
 Множество M в пространстве $l_p, 1 \leq p < \infty$, относительно компактно \Leftrightarrow

Тестирование

Тема 3. Нормированные и гильбертовы пространства

Тест

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Типовые вопросы зачета (ОПК-1)

Перечень вопросов к экзамену

1. Метрические пространства. Неравенства Гельдера и Минковского. Примеры.
2. Замкнутые, открытые множества в метрическом пространстве. Свойства.

3. Сходимость в метрическом пространстве. Полнота метрических пространств.
4. Полнота пространства $L_1(X)$, где X – измеримое в R^n множество.
- Полнота пространства $L_p(X)$, где X – множество конечной меры, $1 \leq p < \infty$.
5. Теорема о пополнении метрических пространств.
6. Теорема о плотности полиномов в пространстве $C[a, b]$.
7. Теорема о плотности непрерывных функций в пространстве $L_p[a, b]$, $1 \leq p < \infty$.
8. Критерий полноты метрического пространства (теорема о вложенных шарах).
- Контрпримеры к теореме.
9. Принцип сжимающих отображений в метрическом пространстве.
10. Теорема Бэра.
11. Сепарабельные метрические пространства. Примеры несепарабельных пространств.
12. Компактные, вполне ограниченные метрические пространства.
- Критерий компактности метрического пространства (теорема).
13. Компактные и относительно компактные множества в метрическом пространстве.
- Теорема Хаусдорфа.
14. Критерии относительной компактности множеств в конкретных пространствах:
в R^n , в l_p , $1 \leq p < \infty$, в $C[a, b]$ (теорема Арцеля), $L_p[a, b]$, $1 \leq p < \infty$.
15. Линейные пространства. Свойства. Примеры.
16. Нормированные, банаховы пространства. Примеры.
17. Теорема об изоморфизме конечномерных нормированных пространств. Следствия.
18. Линейные пространства со скалярным произведением. Свойства. Примеры.
19. Тожество параллелограмма (теорема).
20. Ортонормальные системы. Свойства. Лемма об ортогонализации.
21. Гильбертовы пространства. Примеры. Теорема о разложении гильбертова пространства в прямую сумму. Следствие (критерий всюду плотности линейного многообразия).
22. Существование ортонормированного базиса в сепарабельном гильбертовом пространстве.
23. Ряды Фурье. Теорема о свойстве минимальности коэффициентов Фурье.
- Следствие (неравенство Бесселя).
24. Равенство Парсеваля. Теорема об эквивалентности в сепарабельном гильбертовом пространстве понятий полной и замкнутой ортонормированных систем.
25. Теорема Рисса-Фишера. Теорема об изоморфизме сепарабельных гильбертовых пространств.
26. Операторы, действующие из X в Y (X, Y – нормированные пространства).
- Линейность, непрерывность, ограниченность операторов. Теорема об эквивалентности понятий непрерывности и ограниченности линейного оператора. Примеры.
27. Пространство $\mathcal{L}(X, Y)$. Норма оператора. Равномерная и сильная сходимости операторов. Полнота пространства $\mathcal{L}(X, Y)$. Теорема о продолжении линейного оператора по непрерывности.
28. Сопряженное пространство X^* . Теорема Хана-Банаха. Следствия из теоремы.
29. Общий вид линейных непрерывных функционалов в конкретных пространствах:
в конечномерном, в C_0 , в l_1 , в l_p ($p > 1$), в гильбертовом (теорема Рисса),
 $L_p[a, b]$, $1 \leq p < \infty$.
30. Естественное вложение X в X^{**} . Рефлексивные нормированные пространства. Примеры.
31. Теорема Банаха-Штейнгауза. Теорема о полноте пространства $\mathcal{L}(X, Y)$ в смысле сильной сходимости. Критерий сильной сходимости линейных операторов.

32. Слабая сходимость в нормированных пространствах. Свойства. Ограниченность слабо сходящейся последовательности. Критерий слабой сходимости. Теорема об эквивалентности ограниченности и слабой ограниченности множества.
33. Критерий слабой сходимости в конечномерном пространстве, l_p ($1 \leq p < \infty$), пространстве, $L_p[a, b]$, $1 \leq p < \infty$, $C[a, b]$.
34. Слабая сходимость и *-слабая сходимость в сопряженном пространстве. Свойства. Теорема о *-слабой компактности замкнутого шара в X^* , где X - сепарабельное нормированное пространство.
35. Обратные операторы. Свойства. Критерий существования обратного линейного оператора. Критерий существования обратного линейного ограниченного оператора.
36. Теорема Неймана. Теорема об открытости множества операторов в $\mathcal{L}(X, Y)$, имеющих обратные ограниченные операторы.
37. Теорема Банаха об обратном операторе. Следствие об эквивалентности норм.
38. Замкнутые операторы. Свойства. Примеры. Теорема Банаха о замкнутом графике.
39. Спектр и резольвента линейного оператора. Классификация точек спектра.
40. Компактность спектра линейного непрерывного оператора. Аналитичность резольвенты на резольвентном множестве. Следствие.
41. Сопряженные операторы в нормированном пространстве. Теорема существования.
42. Сопряженные операторы в гильбертовом пространстве. Теорема существования. Свойства сопряженных операторов.
43. Самосопряженные операторы в гильбертовом пространстве. Норма оператора. Свойства спектра. Теорема о границе спектра самосопряженного оператора. Следствие.
44. Вполне непрерывные (компактные) линейные операторы. Примеры. Свойства.
45. Лемма Рисса (о почти перпендикуляре). Следствие. Критерий конечномерности нормированного пространства (теорема).
46. Теорема о замкнутости множества вполне непрерывных операторов в $\mathcal{L}(X, Y)$. Компактность оператора Гильберта-Шмидта.
47. Теорема о компактности сопряженного оператора (д-во в гильбертовом пространстве).
48. Леммы о конечномерности ядра и о замкнутости множества значений оператора $I - A$, где A - вполне непрерывный оператор в банаховом пространстве.
49. Линейные операторные уравнения с вполне непрерывными операторами. Теорема Рисса об обратном операторе. Альтернатива Фредгольма.
50. Теорема о связи между неоднородным и однородным сопряженным уравнением

Типовые задания для зачета (ОПК-1)

1. Доказать несчетность множества всех подмножеств множества натуральных чисел \mathbb{N} .
2. Доказать счетность множества всех конечных подмножеств счетного множества.
3. Доказать, что любое множество попарно непересекающихся интервалов на числовой прямой не более чем счетно.
4. Пусть A – несчетное множество точек на плоскости. Доказать, что найдется круг с центром в точке $(0, 0)$, содержащий несчетное множество точек из A .
5. Доказать равносильность множеств:
 - 1) $\{(x, y) : x, y \in \mathbb{Q}, x^2 + y^2 \leq 1\}$ и $\{(x, y) : x, y \in \mathbb{Q}, x^2 + y^2 < 1\}$;
 - 2) $\{(x, y) : x, y \in (0, 1]\}$ и $\{x : x \in (0, 1]\}$.
6. Будут ли следующие функции определять метрику на множестве всех вещественных чисел:
 - 1) $\rho(x, y) = |x - y|$;
 - 2) $\rho(x, y) = |x^2 - y^2|$;
 - 3) $\rho(x, y) = \arctg |x - y|$;
 - 4) $\rho(x, y) = |e^x - e^y|$;
 - 5) $\rho(x, y) = |\arctg x - \arctg y|$;
 - 6) $\rho(x, y) = e^{x-y}$?
7. Пусть в метрическом пространстве X шар $B(x, 7)$ содержится в шаре $B(y, 3)$. Доказать, что $B(x, 7) = B(y, 3)$.
8. Пусть $M \subseteq X$. Доказать, что ∂M – замкнутое множество.
9. Пусть $M \subseteq X$. Доказать, что M' – замкнутое множество.
10. Пусть $M \subseteq X$. Доказать, что M^0 – открытое множество.
11. Пусть множество M' всех предельных точек множества $M \subset \mathbb{R}^1$ счетно. Доказать, что M тоже счетно.
12. Пусть все точки множества M в метрическом пространстве X изолированы. Можно ли утверждать, что множество M замкнуто?
13. Проверить по определению ограниченность и замкнутость множества $M = \{x \in X : x = (x_1, \dots, x_n, \dots)\}$ в пространствах $X = C_0, l_1, l_2, l_\infty$, если:
 - 1) $|x_n| \leq 1, n \in \mathbb{N}$;
 - 2) $\sum_{n=1}^{\infty} x_n = 1; |x_n| \leq 1, n > 10$;
 - 3) $\sum_{n=1}^{\infty} |x_n| \leq 1$.
14. Пусть множество M ограничено в пространстве $C[a, b]$. Доказать вполне ограниченность в $C[a, b]$ множеств, состоящих из следующих функций y :

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

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

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. Глазырина, П. Ю., Дейкалова, М. В., Коркина, Л. Ф. Функциональный анализ. Типовые задачи : учебное пособие. - 2022-08-31; Функциональный анализ. Типовые задачи. - Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. - 216 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/66213.html>
2. 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>

6.2 Дополнительная литература:

1. 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>
2. Данилин, А. Р. Функциональный анализ для магистрантов : учебное пособие. - 2022-08-31; Функциональный анализ для магистрантов. - Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013. - 192 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/66614.html>
3. Дерр В. Я. Функциональный анализ : лекции и упражнения. - Москва: КНОРУС, 2013. - 461 с.
4. Иосида К. Функциональный анализ. - Москва: Мир, 1967. - 623 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459742>
5. 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>

6.3 Иные источники:

1. База данных zbMath - <https://www.zbmath.org/>
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам - <http://window.edu.ru/>
3. Журнал «Успехи математических наук» - http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=tmf&option_lang=rus
4. Каталог образовательных интернет-ресурсов - http://www.edu.ru/index.php?page_id=6
5. Консультант студента: электронно-библиотечная система - <http://www.studentlibrary.ru>
6. Образовательный портал "Учёба" - www.Ucheba.com
7. Образовательный портал для студентов – <http://www.alleng.ru> - <http://www.alleng.ru>
8. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система - <http://www.biblioclub.ru>

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).

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Российская национальная библиотека: официальный сайт. – URL: <http://nlr.ru>
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» . – URL: <http://www.biblioclub.ru>
3. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>
4. Тамбовская областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина: официальный сайт. – URL: <http://www.tambovlib.ru>
5. Электронная библиотека. Образовательная платформа «Юрайт». – URL: <https://biblio-online.ru/book/sud-prisyazhnyh-442275>
6. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
8. Электронная библиотека ТГУ. – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru/>
9. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
10. Российская государственная библиотека: официальный сайт. – URL: <https://www.rsl.ru>

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.