МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино - Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

СОГЛАСОВАНО
Руководитель образовательной программы __________ **М.Р. Яхутлова**
«02» 09 2022г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
__________ **Б.И. Кунижев**
«02» 09 2022г.

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ
ДИРЕКЦИЯ
КБГУ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ»

01.03.02 Прикладная математика и информатика
(код и наименование направления подготовки)

«Проектирование систем искусственного интеллекта»
(наименование профиля подготовки)

Бакалавр
Квалификация (степень) выпускника

Очная
Форма обучения

Нальчик - 2022

Рабочая программа дисциплины «Функциональный анализ» /сост. В.А. Водахова – Нальчик: КБГУ, 2022. – 59 с.

Рабочая программа дисциплины предназначена для обучения студентов очной формы обучения направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Проектирование систем искусственного интеллекта» в 5 семестре.

Рабочая программа составлена с учётом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02-Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «10» января 2018г. № 9 (Зарегистрировано в министерстве юстиции Российской Федерации 06 февраля 2018г. № 49937).

Содержание

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель этого курса – изложить студентам основы современного анализа в бесконечномерных линейных пространствах, обобщающего как теорию линейных операторов в конечномерных пространствах, так и понятие предела последовательности и функций и других понятий, конечномерного анализа; показать применение основных понятий и методов функционального анализа к различным областям математики, таким как: интегральные уравнения, дифференциальные уравнения в частных производных, вариационное исчисление, выпуклый анализ, оптимальное управление и др.; научить студентов основополагающим принципам и фактам функционального анализа, показать разнообразие конкретных реализаций общих конструкций, обеспечить возможность дальнейшего самостоятельного освоения современных методов непрерывного анализа; расширить математический кругозор, поднять уровень математической культуры за счет работы с объектами более высокого уровня абстракции, по сравнению с конечномерным анализом.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Функциональный анализ» относится к обязательной части Блока 1 основной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В совокупности с другими дисциплинами профиля «Проектирование систем искусственного интеллекта» дисциплина «Функциональный анализ» направлена на формирование следующей компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по направлению подготовки 01.03.02 – «Прикладная математика и информатика» (уровень бакалавриата):

Общепрофессиональная компетенция (ОПК):

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: фундаментальные разделы математики (математический анализ, аналитическую геометрию, линейную алгебру, дифференциальные уравнения, численные методы).

Уметь: применять математические методы при решении практических задач в профессиональной деятельности; применять теоретические знания при решении практических задач.

Владеть: культурой мышления, навыками решения практических задач, навыками работы с математической литературой, математическими знаниями и методами, математическим аппаратом, необходимым для логического осмысления и обработки информации в профессиональной деятельности.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Таблица 1. Содержание дисциплины «Функциональный анализ», перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

№ п/п	Наименование раздела/ темы	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
1.	Введение.	Возникновение функционального анализа как самостоятельного раздела математики; современное развитие функционального анализа и его связь с другими областями математики. Множества, алгебра множеств; счетные множества и множества мощности континуума.	ОПК-1	Коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т)
2.	Метрические пространства.	Метрики в конкретных пространствах (пространства $C[a;b]$, $C(k)[a;b]$, $Lp[a;b]$), неравенства Гельдера, Коши-Буняковского, Минковского, норма и скалярное произведение, характеризация открытых и замкнутых множеств в терминах сходящихся последовательностей, эквивалентные метрики; полные метрические пространства, критерий полноты (теорема о вложенных, замкнутых и стягивающихся шарах), теорема Бэра, теорема о пополнении; компактность и секвенциальная компактность,	ОПК-1	К, РК, Т

		эквивалентность счетной и секвенциальной компактности, необходимые условия компактности (замкнутость, полнота, ограниченность), вполне ограниченные множества и критерий компактности Хаусдорфа, критерий предкомпактности в $C[a,b]$ и в $C(X)$, где X – компактное метрическое пространство (теоремы Арцела и Арцела - Асколи); непрерывные и равномерно непрерывные отображения метрических пространств, сжимающие отображения и теорема Банаха о сжимающей отображении.		
3.	Топологическое пространство.	Понятие о топологическом пространстве. Основные понятия топологии, предел и непрерывность в топологическом пространстве, аксиомы отделимости и счетности, сепарабельность; компактность: разные виды компактности, критерий компактности, связанный с центрированными множествами. Теория меры. Теорема Лебега о продолжении меры. Измеримые функции. Свойства. Сходимость почти всюду. Теорема Егорова Д.Ф. сходимость мо мере. Интеграл Лебегаю основные свойства. Теорема об абсолютной непрерывности интеграла Лебега. Предельный переход под знаком интеграла Лебега. Сравнение интеграла Лебега и интеграла Римана.	ОПК-1	К, РК, Т
4.	Линейные топологические и нормированные пространства.	Линейные топологические пространства, инвариантность открытости множества относительно операций сложения и умножения на скаляр, поглощающие	ОПК-1	К, РК, Т

		множества, топология конечномерного отделимого нормированного пространства; нормированные и евклидовы пространства, как линейные топологические пространства, топология конечномерных нормированных пространств, критерий нормируемости линейных топологических пространств (теорема А.Н. Колмогорова); выпуклые и абсолютно выпуклые множества, некомпактность единичного шара в бесконечномерном нормированном пространстве, наличие полной счетной системы в сепарабельном бесконечномерном нормированном пространстве; ряды в нормированных пространствах и банаховых пространствах, евклидовы и гильбертовы пространства, наличие счетной ортонормированной полной системы в сепарабельном бесконечномерном евклидовом пространстве; ряд Фурье, экстремальное свойство частичных сумм ряда Фурье, неравенство Бесселя.		
5.	Линейные операторы и линейные функционалы в нормированном пространстве.	Критерии непрерывности линейного оператора в нормированном пространстве, норма линейного ограниченного оператора, нормированное пространство линейных ограниченных операторов, равномерная и поточечная сходимость, банаховость нормированного пространства линейного ограниченного оператора; принцип равномерной ограниченности (теорема Банаха-Штейнгауза) и его следствия; сопряженное пространство, геометрический смысл нормы линейного	ОПК-1	К, РК, Т

		непрерывного функционала, сопряженные пространства к l_p, c, c_0 и гильбертовы пространства; теорема Хана-Банаха о продолжении линейного функционала и ее следствия, дополняемость конечномерных подпространств, теоремы отделимости выпуклых множеств; теоремы Банаха об открытом отображении, о непрерывности обратного оператора, о замкнутом графике, о непрерывности оператора проектирования; лемма о тройке; достаточные условия непрерывной обратимости линейного ограниченного оператора, обратный оператор к сопряженному; резольвентное множество, резольвента и ее представление, спектр и собственные значения линейного оператора, компактность спектра линейного ограниченного оператора, компактные линейные операторы, равномерный предел компактного линейного оператора, достаточные условия компактности линейных операторов, спектр компактного линейного оператора; теория Рисса-Фишера (теоремы Фредгольма, понятие об оператора); компактные и самосопряженные линейные операторы в гильбертовом пространстве, спектр самосопряженного линейного ограниченного оператора в гильбертовом пространстве, норма самосопряженного линейного ограниченного оператора в гильбертовом пространстве, существование собственных чисел у компактного		

		самосопряженного линейного оператора, примеры.		
6.	Интегральные уравнения.	Интегральные операторы в $C[a;b]$ и $L_2[a;b]$, их компактность; интегральные уравнения Фредгольма и Вольтерра, условия разрешимости этих уравнений, сжимаемость некотрой степени интегрального оператора Вольтерра с ограниченным ядром; сведение интегральных уравнений к системе линейных алгебраических уравнений к обыкновенным дифференциальным уравнениям.	ОПК-1,	К, РК, Т
7.	Пространства Соболева и обобщенные функции.	Применение Теоремы Гильберта – Шмидта к решению уравнений в частных производных, задача Штурма–Лиувилля, теорема Лакса–Мильграна и ее применение к доказательству разрешимости уравнений в частных производных; пространства Соболева, характеризация обобщённых производных, теорема о компактном вложении $H_1(a;b)$ в $C[a;b]$; пространство основных функций D, примеры основных функций, срезающие функции, плотность $D(\Omega)$ в $L_2(\Omega)$, сходимость в пространстве D, непрерывность операторов дифференцирования, умножения и линейной замены переменой в D; локальные свойства обобщенных функций, носитель обобщенных функций, свертка основной и обобщенной функций, свойства свертки; фундаментальное решение дифференциального оператора в частных производных с постоянными коэффициентами;	ОПК-1	К, РК, Т

		пространства S быстро убывающих функций и $S^{/}$ медленно растущих распределений, пространства E и $E^{/}$.		
8.	Элементы дифференциального исчисления в линейных нормированных пространствах.	Формула конечных приращений; необходимое условие локального экстремума вещественной дифференцируемой функции в Банаховом пространстве, классические задачи вариационного исчисления; уравнение Эйлера; формула Тейлора, достаточные условия строгого локального экстремума вещественной дифференцируемой функции в Банаховом пространстве, условия Лежандра и Якоби; теорема о неявной функции, условный экстремум вещественной дифференцируемой функции в Банаховом пространстве и метод множителей Лагранжа.	ОПК-1	К, РК, Т

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Таблица 2. Структура дисциплины «Функциональный анализ»

Вид работы	**Трудоемкость, часов / зачетных единиц**	
	5 семестр	**Всего**
Общая трудоемкость (в зачетных единицах)	**108**	**108**
Контактная работа (в часах):	**51**	**30**
Лекции (Л)	*17*	*17*
Практические занятия (ПЗ)	*34*	*34*
Семинарские занятия (СЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:	**48**	**48**
Расчетно-графическое задание	-	-
Реферат (Р)	-	-
Эссе (Э)	-	-
Контрольная работа (КР)	*6*	*6*
Самостоятельное изучение разделов	*42*	*42*
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	-	-
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
Вид промежуточной аттестации	**Зачёт**	**Зачёт**

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1.	Введение. Возникновение функционального анализа, как самостоятельного раздела математики. Современное развитие функционального анализа и его связь с другими областями математики. *Цель и задачи изучения темы* – раскрыть основные понятия теории функционального анализа.
2.	Множества. Алгебра множеств. Счетные множества и множества мощности континуума. Функциональная зависимость. Пространство. Упорядоченность. *Цель и задачи изучения темы* – применить основы алгебры множеств к счетным множествам, ввести понятие пространства.
3.	Системы множеств. Системы множеств и отображения. Кольцо множеств, полукольцо множеств. $\sigma -$ алгебра множеств. *Цель и задачи изучения темы* – изучение систем множеств и их отображений, введение $\sigma -$ алгебры множеств.
4.	Метрические пространства. Примеры. Неравенства Гельдера и Минковского. *Цель и задачи изучения темы* – введение понятия метрического пространства, свойств и метрик основных пространств.
5.	Непрерывные отображения метрических пространств. Предельные точки. Замыкание. Плотные множества. Открытые и замкнутые множества. *Цель и задачи изучения темы* – введения понятия непрерывного отображения предельных точек, открытых и замкнутых множеств.
6.	Плотные метрические пространства. Теоремы о вложенных шарах и Бэра. *Цель и задачи изучения темы* – введения понятия плотного множества и его применение в функциональном анализе.
7.	Принцип сжимающих отображений и его применение. Интегральные уравнения Вольтерра и Фредгольма. *Цель и задачи изучения темы* – принцип сжимающих отображений и его применение при решении интегральных уравнений.
8.	Топологические пространства. Компактность в метрических пространствах. Компактность и полная ограниченность. *Цель и задачи изучения темы* – введение понятия комнактности и полной ограниченности. Доказательство основных теорем.
9.	Теория меры. Внешняя мера. Продолжение меры с полукольца на прохожденное кольцо. Теорема Лебега о продолжении меры. *Цель и задачи изучения темы* – введение понятия меры и теоремы Лебега о продолжении меры.
10.	Измеримые функции. Определение и основные свойства. Сходимость почти всюду. Теорема Егорова Д.Ф. Сходимость по мере. *Цель и задачи изучения темы* – введение понятия измеримых функций, их свойства, применение.
11.	Интеграл Лебега. Основные свойства. Теорема об абсолютной непрерывности интеграла Лебега. *Цель и задачи изучения темы* – изучение интеграла Лебега и его свойств. Доказательство теоремы об абсолютной непрерывности интеграла Лебега.
12.	Предельный переход под знаком интеграла Лебега. Теоремы Лебега, Леви, Фату. Сравнение интеграла Лебега и Римана. *Цель и задачи изучения темы* – предельный переход под знаком интеграла Лебега и его применнение, сравнение интеграла Лебега и Римана.
13.	Линейные пространства на функционалы. Банаховы пространства. Евклидовы пространства. *Цель и задачи изучения темы* – введение понятия линейных пространств, Банаховых и Евклидовых.
14.	Линейные операторы непрерывность и ограниченность. Норма оператора. Сумма и произведение операторов. *Цель и задачи изучения темы* – введение понятия нормы и нормированных пространств.
15.	Обратные операторы. Теоремы об обратном операторе. Спектр оператора. Резольвента. *Цель и задачи изучения темы* – введение понятия обратного оператора,

	спектра и резольвенты ядра.
16.	Понятие об индексе. Теорема Фредгольма. Примеры использования теоремы Фредгольма: задача Штурма-Лиувилля, теория потенциала, индекс дифференциального оператора. Расширение понятия функции. Пространство основных функций. Обобщенные функции. Действия над обобщенными функциями. *Цель и задачи изучения темы* – введение понятия собственных функций. Задача Штурма-Лиувилля.
17.	Ряды Фурье. Достаточные условия сходимости ряда Фурье в точке. Условия равномерной сходимости ряда Фурье. Интеграл Фурье. Основная теорема. Интеграл Фурье в комплексной форме. *Цель и задачи изучения темы* – изучение рядов Фурье.
18.	Линейные интегральные уравнения. Основные определения. Задачи, приводящие к интегральным уравнениям. Интегральный оператор Фредгольма. Уравнения с симметрическим ядром.Теоремы Фредгольма для общего случая уравнения Фредгольма. Интегральные уравнения с ядром, имеющим слабую особенность. Характер решения интегрального уравнения. *Цель и задачи изучения темы* – интегральные уравнения и задачи, приводящие к ним.
19.	Уравнения Вольтерра. Интегральные уравнения, содержащие параметр. Метод Фредгольма. Дифференцирование в линейных пространствах. Сильный дифференциал. Слабый дифференциал. Дифференцируемые функционалы. Формула Тейлора.Теорема о неявной функции и некоторые ее применения. Второй функционал. Достаточные условия экстремума функционала. *Цель и задачи изучения темы* – интегральные уравнения и методы их решения.

Таблица 4. Практические занятия (семинарские)

№ п/п	Тема
1.	Алгебра множеств. Счётные множества. Мощность множества. Функциональная зависимость. Пространство. Упорядоченность.
2.	Метрические пространства. Неравенство Гельдера–Минковского. Сходимость. Полнота.
3.	Непрерывные отображения метрических пространств. Предельные точки. Замыкание. Плотные множества. Открытые и замкнутые множества.
4.	Принцип сжимающих отображений и его применения. Интегральные уравнения Вольтерра и Фредгольма.
5.	Компактные множества в метрических пространствах.
6.	Теория меры. Внешняя мера. Теорема Лебега о продолжении меры. Измеримые функции. Определение и основные свойства. Сходимость почти всюду. Сходимость по мере.
7.	Интеграл Лебега. Основные свойства. Сравнение интеграла Лебега и Римана. Неопределенный интеграл Лебега.
8.	Нормированные и Банаховы пространства.
9.	Линейные операторы. Непрерывность и ограниченность. Норма оператора. Сумма и произведение операторов. Пространство линейных ограниченных операторов.
10.	Обратные операторы. Спектр оператора. Резольвента.
11.	Сопряженное пространство. Рефлексивное пространство. Сопряженные операторы.
12.	Компактные операторы. Определения и примеры. Собственные значения компактного оператора.
13.	Понятие об индексе. Теорема Фредгольма. Задача Штурма-Лиувилля. Индекс дифференциального оператора.

14.	Обобщенные функции. Действия над обобщенными функциями. ДУ в классе обобщенных функций.
15.	Гильбертовы пространства. Самосопряженные операторы. Спектр самосопряженного оператора.
16.	Ряды Фурье. Достаточные условия сходимости ряда Фурье в точке. Условия равномерной сходимости ряда Фурье. Интеграл Фурье. Интегральные преобразования.
17.	Интегральные уравнения Вольтерра. Интегральные уравнения, содержащие параметр. Метод Фредгольма.
18.	Интегральные уравнения Фредгольма. Резольвента интегрального уравнения Фредгольма.
19.	Элементы дифференциального исчисления Банаховых пространств.
	Теоремы о неявной функции. Второй функционал. Достаточные условия экстремума функционала.

Таблица 5. Лабораторные работы по дисциплине

№ п/п	Тема
1.	*Не предусмотрены*

Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	Метрические пространства: критерий предкомпактности в $C[a,b]$ и в $C(X)$, где X – компактное метрическое пространство (теоремы Арцела и Арцела-Асколи); непрерывные и равномерно непрерывные отображения метрических пространств, сжимающие отображения и теорема Банаха о сжимающей отображении.
2.	Топологическое пространство: разные виды компактности, критерий компактности, связанный с центрированными множествами.
3.	ряд Фурье, неравенство Бесселя, сходимость ряда Фурье в гильбертовом пространстве, теорема Рисса-Фишера.
4.	Линейные операторы и линейные функционалы в нормированном пространстве: спектр самосопряженного линейного ограниченного оператора в гильбертовом пространстве, норма самосопряженного линейного ограниченного оператора в гильбертовом пространстве, существование собственных чисел у компактного самосопряженного линейного оператора, теорема Гильберта – Шмидта.
5.	Интегральные уравнения: сведение интегральных уравнений к системе линейных алгебраических уравнений к обыкновенным дифференциальным уравнениям.
6.	Пространства Соболева и обобщенные функции: пространства Соболева, характеризация обобщенных производных, теорема о компактном вложении $H_1(a;b)$ в $C[a;b]$.
7.	Элементы дифференциального исчисления в линейных нормированных пространствах: достаточные условия строгого локального экстремума вещественной дифференцируемой функции в Банаховом пространстве, условия Лежандра и Якоби.

5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются *текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация.*

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля

Текущий контроль знаний, умений и владений по дисциплине осуществляется в форме устного или письменного опроса на лекционных и практических занятиях, а также в ходе проведения самостоятельной работы студентов.

Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Функциональный анализ» и включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практических занятиях, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий с отчетом (защитой) в установленный срок.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности и качества выполнения задания.

5.1.1. Вопросы по темам дисциплины «Функциональный анализ» (контролируемая компетенция ОПК-1)

Тема 1. Введение основных понятий функционального анализа.

1. Возникновение функционального анализа как самостоятельного раздела математики.
2. Современное развитие функционального анализа и его связь с другими областями математики.
3. Множества, алгебра множеств.
4. Счетные множества и множества мощности континуума.

Тема 2. Метрические пространства.

1. Метрики в конкретных пространствах (пространства $C[a;b]$, $C(k)[a;b]$, $Lp[a;b]$), неравенства Гельдера, Коши-Буняковского, Минковского.
2. Эквивалентные метрики; полные метрические пространства, критерий полноты (теорема о вложенных, замкнутых и стягивающихся шарах).
3. Теорема Бэра, теорема о пополнении, компактность и секвенциальная компактность.
4. Эквивалентность счетной и секвенциальной компактности, необходимые условия компактности (замкнутость, полнота, ограниченность), вполне ограниченные множества и критерий компактности Хаусдорфа.
5. Критерий предкомпактности в $C[a,b]$ и в $C(X)$, где $X -$компактное метрическое пространство (теоремы Арцела и Арцела - Асколи).
6. Непрерывные и равномерно непрерывные отображения метрических пространств.
7. Сжимающие отображения и теорема Банаха о сжимающей отображении.

Тема 3. Топологическое пространства.

1. Понятие о топологическом пространстве. Основные понятия топологии.
2. Предел и непрерывность в топологическом пространстве.
3. Аксиомы отделимости и счетности, сепарабельность.
4. Компактность: разные виды компактности, критерий компактности, связанный с центрированными множествами.

Тема 4. Линейные топологические и нормированные пространства.

1. Линейные топологические пространства, инвариантность открытости множества относительно операций сложения и умножения на скаляр, поглощающие множества.
2. Топология конечномерного отделимого нормированного пространства
3. Нормированные и евклидовы пространства, как линейные топологические пространства, топология конечномерных нормированных пространств, критерий нормируемости линейных топологических пространств (теорема А.Н. Колмогорова).
4. Выпуклые и абсолютно выпуклые множества.
5. Ряды в нормированных пространствах и банаховых пространствах, евклидовы и гильбертовы пространства.
6. Ряд Фурье, экстремальное свойство частичных сумм ряда Фурье.
7. Неравенство Бесселя, сходимость ряда Фурье в гильбертовом пространстве.

Тема5. Линейные операторы и линейные функционалы в нормированном пространстве.

Критерии непрерывности линейного оператора в нормированном пространстве.

1. Норма линейного ограниченного оператора, нормированное пространство линейных ограниченных операторов.
2. Равномерная и поточечная сходимость.
3. Теорема Хана-Банаха о продолжении линейного функционала и ее следствия, дополняемость конечномерных подпространств, теоремы отделимости выпуклых множеств.
4. Сопряженный оператор и его норма, дважды сопряженный оператор.
5. Обратный к линейному оператору, соотношение норм исходного оператора и обратного к нему.
6. Теоремы Банаха об открытом отображении, о непрерывности обратного оператора, о замкнутом графике.
7. Достаточные условия непрерывной обратимости линейного ограниченного оператора, обратный оператор к сопряженному.
8. Резольвентное множество, резольвента и ее представление.
9. Спектр и собственные значения линейного оператора, компактность спектра линейного ограниченного оператора.
10. Компактные линейные операторы, равномерный предел компактного линейного оператора, достаточные условия компактности линейных операторов.

Тема 6. Интегральные уравнения.

1. Интегральные операторы в $C[a;b]$ и $L_2[a;b]$, их компактность.

2. Интегральные уравнения Фредгольма и Вольтерра, условия разрешимости этих уравнений.

3. Сжимаемость некотрой степени интегрального оператора Вольтерра с ограниченным ядром.

4. Сведение интегральных уравнений к системе линейных алгебраических уравнений к обыкновенным дифференциальным уравнениям.

Тема 7. Пространства Соболева и обобщенные функции.

1. Применение Теоремы Гильберта – Шмидта к решению уравнений в частных производных, задача Штурма–Лиувилля.
2. Характеризация обобщённых производных, теорема о компактном вложении $H_1(a;b)$ в $C[a;b]$.

3. Пространство основных функций D, примеры основных функций, срезающие функции, плотность $D(\Omega)$ в $L_2(\Omega)$, сходимость в пространстве D, непрерывность операторов дифференцирования, умножения и линейной замены переменой в D.
4. Локальные свойства обобщенных функций, носитель обобщенных функций, свертка основной и обобщенной функций, свойства свертки.
5. Фундаментальное решение дифференциального оператора в частных производных с постоянными коэффициентами; пространства S быстро убывающих функций и S' медленно растущих распределений, пространства E и E'.

Тема 8. Элементы дифференциального исчисления в линейных нормированных пространствах.

1. Связь между сильной и слабой дифференцируемостью, формула конечных приращений.
2. необходимое условие локального экстремума вещественной дифференцируемой функции в Банаховом пространстве.
3. Классические задачи вариационного исчисления, уравнение Эйлера.
4. Полилинейные отображения, дифференцируемость, производные и дифференциалы высших порядков отображений в Банаховом пространстве, симметричность оператора второй производной.
5. Формула Тейлора, достаточные условия строгого локального экстремума вещественной дифференцируемой функции в Банаховом пространстве, условия Лежандра и Якоби.
6. Теорема о неявной функции, условный экстремум вещественной дифференцируемой функции в Банаховом пространстве и метод множителей Лагранжа.

Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Функциональный анализ». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения и применять для решения практических задач.

В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале

Количество баллов	Критерии оценивания
3	Обучающийся - полно излагает изученный материал, знает все формулы, применяемые

	методы и их точность; - понимает материал, может обосновать свои суждения, применить знания при решении практических задач для самостоятельного выполнения; - излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.
2	Обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для «3» баллов, но допускает несущественные ошибки, которые сам же исправляет, и некоторые недочёты в последовательности и оформлении излагаемого материала.
1	Обучающийся обнаруживает знание и понимание основного материала по данной теме, но: - излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий, знаний методов, их точности; - не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и применять методы; - излагает материал непоследовательно, допускает ошибки.
0	Обучающийся обнаруживает незнание большей части раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке и формулах, при оценке точности методов.

5.1.2. Оценочные материалы для самостоятельной работы обучающегося (типовые задачи) (контролируемая компетенция ОПК-1)

Перечень типовых задач для самостоятельной работы сформирован в соответствии с тематикой практических занятий по дисциплине «Функциональный анализ».

Самостоятельная работа оценивается степенью освоения вопросов для самостоятельного изучения (см. таблицу 6) и индивидуальным выполнением заданий к практическим занятиям.

Тема 1: Алгебра множеств. Счетные множества. Мощность множества

1. Дано: а) $A, B \subseteq Z$, $A = \{1;2;5;7;9;11\}$, $B = \{1;4;6;7\}$.

   б) $A, B \subseteq R$, $A = [-3; 7)$, $B = [-4; 4]$.

   Найти: $A \cap B$, $A \cup B$, $A \setminus B$, $B \setminus A$.
2. Дано: а) $A,B \subseteq Z$, $A = \{1;7;9;17\}$, $B = \{-2;1;9;10;25\}$.

   б) $A,B \subseteq R$, $A = [4;9)$, $B = [3;7]$.

Найти: $A \cap B$, $A \cup B$, $A \setminus B$, $B \setminus A$.

3. Используя диаграммы Эйлера-Венна доказать тождества:
   1) $A \setminus (B \setminus C) = (A \setminus B) \cup (A \cap C)$;
   2) $A \setminus (B \cup C) = (A \setminus B) \cap (A \setminus C)$;
   3) $A \cup (B \setminus C) = (A \cap B) \setminus C$;
   4) $(A \setminus B) \setminus C = (A \setminus B) \setminus (B \setminus C)$;
   5) $(A \setminus B) \setminus C = (A \setminus B) \cup (A \cap C)$;

6) $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$;

7) $(A \cap B) \setminus (A \cap C) = (A \cap B) \setminus C$;

4. В течение недели в кинотеатре шли фильмы A, B, C . Каждый из 40 школьни- ков видел либо все 3 фильма, либо один из трёх. Фильм *A* видели 13 школьников. Фильм *B* видели 16 школьников. Фильм *C* видели 19 школьников. Сколько школьников видели только по одному фильму?

5. В международной конференции участвовало 120 человек. Из них 60 владеют русским языком, 48 – английским, 32 – немецким, 21 – русским и английским, 19 – английским и немецким, 15 – русским и немецким, а 10 человек владеют всеми тремя языками. Сколько участников конференции не владеют ни одним из этих языков?

6. В классе 40 учеников. Из них по русскому языку имеют тройки 19 человек, по математике – 17 человек и по физике – 22 человека. 4 ученика имеют тройки только по одному русскому языку, 4 – только по математике и 11 – только по физике. По русскому, математике и физике имеют тройки 5 учащихся. 7 человек имеют тройки по математике и физике. Сколько учеников имеют тройки по двум из трёх предметов?

Тема 2: Метрические пространства. Неравенство Гельдера – Минковского

1. Доказать, что аксиомы метрического пространства эквивалентны следующим: 1) $\rho(x, y) = 0 \Rightarrow x = y$; 2) $\rho(x, y) \le \rho(x, z) + \rho(y, z)\ \forall\, x, y, z \in X$.
2. Доказать, что для любых элементов x, y, z, t метрического пространства (X, ρ) справедливы неравенства:

1) $|\,\rho(x, z) - \rho(y, z)| \le \rho(x, y)$ (второе неравенство треугольника);

2) $|\,\rho(x, z) - \rho(y, t)| \le \rho(x, y) + \rho(z, t)$ (неравенство четырехугольника).

3. Показать, что в пространстве B_0 неравенство треугольника выполняется в усиленной форме $\rho(x, z) \le \max\{\rho(x, y), \rho(y, z)\}$.
4. Найти расстояние между элементами $x_n = \dfrac{n+1}{n!}2^{-n}$ *и* $y_n = \dfrac{1}{n!}2^{-n}$ в пространстве l_2.
5. Найти расстояние между элементами $x(t) = ch(t)$ *и* $y(t) = 1$ в пространстве $L_2[0, 2]$.

Тема 3: Принцип сжимающих отображений и его применения. Интегральные уравнения Вольтера и Фредгольма.

1. Пусть $f : R \to R$ — дифференцируемая функция. При каком условии на производную оно будет сжимающим?
2. Найти неподвижные точки оператора $Ax(t) = \begin{cases} x''(t) + (\pi^2 + 1)x(t), \\ x(0) = x(1/2),\ x'(0) = 1. \end{cases}$

3. Доказать существование единственное решения неявно заданных функций в $C[0,1]$, если $y(x)+\frac{1}{9}e^{x}arctgy(x)+f(x)=0,\ f(x)\in C[0,1]$при некотором λ, если $y_0(x)\equiv 0.$

4. Найти неподвижные точки оператора $Ax(t)=\begin{cases} x''(t)+5x(t), \\ x(\pi/2)=1,\ x'(0)=x'(\pi) \end{cases}$

5. Является ли функция $\varphi(x)=xe^{x}$ решением интегрального уравнения: $\varphi(x)=e^{x}\sin x+2\int_0^x \cos(x-t)\varphi(t)\,dt$.

Тема 4: Линейные топологические и нормированные пространства

1. Вычислить интеграл Лебега функции $\varphi(x)=\begin{cases} \sqrt{x^3}-x^2,\ \textit{когда}\ \ x\ \textit{иррац.точка из}\ [0;1], \\ x-\ln x,\ \textit{когда}\ \ x\ \textit{иррац. точка из}\ [1;e], \\ arctg^2 x,\quad \textit{когда}\ \ x\ \textit{рац. точка из}\ [0;e]. \end{cases}$

2. Вычислить интеграл Лебега функции $\varphi(x)=\begin{cases} \sqrt{x^3}-x^2,\ \textit{когда}\ \ x\ \textit{иррац.точка из}\ [0;1], \\ x-\ln x,\ \textit{когда}\ \ x\ \textit{иррац. точка из}\ [1;e], \\ arctg^2 x,\quad \textit{когда}\ \ x\ \textit{рац. точка из}\ [0;e]. \end{cases}$

3. Вычислить интеграл Лебега функции $\varphi(x)=\begin{cases} x^2-\cos x,\ \textit{если}\ \ x\ \textit{иррац. из}\ [0;\pi] \\ x^2-x,\ \textit{когда}\ \ x\ \textit{иррац из}\ [\pi;2\pi] \\ x^2+x,\ \textit{когда}\ \ x\ \textit{иррац из}\ [0;2\pi] \end{cases}$.

4. Вычислить норму $\|x(t)\|$ элемента $x(t)=t^3-6t$ в пространстве $L_1[-2;2]$.

5. Выяснить, можно ли в пространстве X под нормой элемента $x\in X$ понимать число $\|x\|=\max\limits_{1\le k\le n}\left(3^{-k}\,|x_k|\right)$?

Тема 5: Линейные операторы и линейные функционалы в нормированном пространстве

1. Вычислить норму $\|x(t)\|$ элемента $x(t)=t^3-6t$ в пространстве $L_1[-2;2]$.

2. Выяснить, можно ли в пространстве X под нормой элемента $x\in X$ понимать число $\|x\|=\max\limits_{1\le k\le n}\left(3^{-k}\,|x_k|\right)$?

3. Найти норму интегрального оператора с непрерывным ядром $y(t)=\int\limits_0^1 K(t,s)x(s)ds$, рассматривая его как оператор, отображающий $C[0,1]$в $C[0,1]$.

4. Пусть $X = C[0,1]$ и $Ax = \int_0^t x(\tau)d\tau$, а A-ограниченный линейный оператор. Найти $A^{-1}y$.

Тема 6: Интегральные уравнения

1. С помощью резольвенты найти решение интегрального уравнения $\varphi(x) = \int_0^x e^{x-t}\varphi(t)dt + x.$
2. Найти решение интегрального уравнения с вырожденным ядром: $\varphi(x) = \lambda\int_0^1 (t^2 + 2tx)\varphi(t)dt + x^2.$
3. Найти собственные значения и собственные функции интегрального уравнения: $\varphi(x) = \lambda\int_0^1 (2xt^2 + 2tx^2)\varphi(t)dt.$
4. Является ли функция $\varphi(x) = xe^x$ решением интегрального уравнения: $\varphi(x) = e^x \sin x + 2\int_0^x \cos(x-t)\varphi(t)\,dt$.
5. С помощью преобразования Лапласа найти решение интегрального уравнения $\varphi(x) = 1 + x + \int_0^x (x-t)^2\varphi(t)dt.$
6. Решить интегральное уравнение Абеля: $\int_0^x \frac{\varphi(t)dt}{\sqrt{x-t}} = x - \sqrt{x}.$

Тема 7: Пространства Соболева и обобщенные функции

1. Найти собственные значения и собственные функции интегрального уравнения: $\varphi(x) = \lambda\int_0^1 (2xt^2 + 2tx^2)\varphi(t)dt.$
2. Найти собственные значения и собственные функции интегрального уравнения: $\varphi(x) = \lambda\int_0^1 (t^2 + 2tx)\varphi(t)dt + x^2.$

Тема 8: Элементы дифференциального исчисления в линейных нормированных пространствах

1. С помощью преобразования Лапласа, найти решение краевой задачи: $u_{tt} = u_{xx}$, $u(x,0) = \sin x$, $u_t(x,0) = 0$, $u(0,t) = 0$, $u(1,t) = 0.$
2. Найти производную Фреше отображения
   $F : R^3 \to R^2 : y_1 = tg(x_2) + ctg(x_3); \quad y_2 = \sin(x_1)\cos(x_2) - \sin(x_2)\cos(x_3)$

   в точке $\left(\frac{\pi}{3}; \frac{\pi}{4}; \frac{\pi}{6}\right)$.

3. Свести к интегральному уравнению краевую задачу: $y''(x)-y(x)=0,\ y(0)=1, y(1)=0.$

Критерии формирования оценивания по заданиям для самостоятельной работы студента (типовые задачи)

Самостоятельное выполнение заданий на практических занятиях являются одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Функциональный анализ».

В результате знания обучающегося оцениваются по ниже следующей шкале.

Количество баллов	Критерии оценивания
3	Обучающийся - показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, свободно использует необходимые формулы при решении задач; - знает все формулы, применяемые методы и их точность; - может применять знания при решении прикладных задач для самостоятельного выполнения.
2	Обучающийся - даёт ответ, удовлетворяющий требованиям; - твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в процессе решения задач; - сам исправляет свои несущественные ошибки и некоторые недочёты.
1	Обучающийся обнаруживает знание и понимание основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач.
0	Обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач.

Баллы могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия.

Перечень типовых задач для самостоятельной работы сформирован в соответствии с тематикой практических занятий по дисциплине.

Самостоятельная работа оценивается степенью освоения вопросов для самостоятельного изучения (см. таблицу 6) и индивидуальным выполнением заданий к практическим занятиям.

5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля

Рубежный контроль проводится с целью определения качества освоения учебного материала в целом. Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам курса и проводится по окончании изучения материала в заранее установленное время. В течение семестра проводится *три рубежных контрольных мероприятия по графику.*

Рубежный контроль проводится в виде коллоквиумов (или самостоятельных, контрольных) на практических занятиях, а также компьютерного тестирования.

5.2.1. Оценочные материалы для коллоквиумов (контрольных работ) (контролируемая компетенция ОПК-1)

Оценочные материалы и шкала оценивания для коллоквиумов приведены в п. 5.1.1, а оценочные материалы и шкала оценивания для контрольной работы – в п. 5.1.2.

Образцы контрольных заданий

1. Понятие сходящихся последовательностей в топологическом пространстве. Сильная сходимость.
2. Доказать, что пересечение конечного числа топологических пространств – есть топологическое пространство.
3. Найти расстояние между элементами $x_n = \frac{n+1}{n!}2^{-n}$ *и* $y_n = \frac{1}{n!}2^{-n}$ в пространстве l_2.
4. Найти неподвижные точки оператора $Ax(t) = \begin{cases} x''(t) + (\pi^2 + 1)x(t), \\ x(0) = x(1/2),\ x'(0) = 1. \end{cases}$
5. Вычислить интеграл Лебега функции $f(x) = \frac{(-1)^{[x]}}{[x]+2}$ на интервале $(0, +\infty)$.
6. Найти расстояние между элементами $x_n = \frac{n+4}{n}2^{-n}$ *и* $y_n = \frac{1}{n}2^{2-n}$ в пространстве l_2.
7. Найти неподвижные точки оператора $Ax(t) = \begin{cases} -\frac{1}{4\pi^2}x''(t), \\ x(0) = x(1),\ x'(0) = 1. \end{cases}$
8. Вычислить интеграл Лебега функции $\varphi(x) = \begin{cases} \sqrt{x^3} - x^2, \text{ когда } x \text{ иррац.точка из } [0;1], \\ x - \ln x, \text{ когда } x \text{ иррац. точка из } [1;e], \\ arctg^2 x, \quad \text{когда } x \text{ рац. точка из } [0;e]. \end{cases}$
9. Найти неподвижные точки оператора $Ax(t) = \begin{cases} x''(t) + 5x(t), \\ x(\pi/2) = 1,\ x'(0) = x'(\pi) \end{cases}$
10. Вычислить интеграл Лебега функции $f(x) = \frac{(-1)^{[x]}}{([x]+1)^2}$ на интервале $(0, +\infty)$.
11. Найти расстояние между элементами $x(t) = ch(t)$ *и* $y(t) = 1$ в пространстве $L_2[0,2]$.
12. Выяснить, можно ли в пространстве X под нормой элемента $x \in X$ понимать число $\|x\| = \max\limits_{1 \le k \le n}(3^{-k}|x_k|)$?

13. Найти неподвижные точки оператора $Ax(t)=\begin{cases} x''(t)-8x(t), \\ x(1/3)=1,\ x'(0)=0 \end{cases}$

14. Вычислить интеграл Лебега функции $\varphi(x)=\begin{cases} x^2-\cos x,\ \textit{если}\ \ x\ \textit{иррац.}\ \textit{из}\ [0;\pi] \\ x^2-x,\ \textit{когда}\ \ x\ \textit{иррац}\ \textit{из}\ [\pi;2\pi] \\ x^2+x,\ \textit{когда}\ \ x\ \textit{иррац}\ \textit{из}\ [0;2\pi] \end{cases}$.

15. Вычислить норму $\|x(t)\|$ элемента $x(t)=t^3-6t$ в пространстве $L_1[-2;2]$.

16. С помощью резольвенты найти решение интегрального уравнения $\varphi(x)=\int_0^x e^{x-t}\varphi(t)dt+x.$

17. Найти производную Фреше отображения

$F:R^3\to R^2: y_1=tg(x_2)+ctg(x_3);\quad y_2=\sin(x_1)\cos(x_2)-\sin(x_2)\cos(x_3)$

в точке $\left(\frac{\pi}{3};\frac{\pi}{4};\frac{\pi}{6}\right)$.

18. Найти резольвенту ядра $K(x,t)=\dfrac{x+1}{1+t}$ для интегрального уравнения Вольтера.

19. Свести к интегральному уравнению краевую задачу: $y''(x)-y(x)=0,\ y(0)=1, y(1)=0.$

20. Найти решение интегрального уравнения с вырожденным ядром: $\varphi(x)=\lambda\int_0^1 (t^2+2tx)\varphi(t)dt+x^2.$

21. Найти собственные значения и собственные функции интегрального уравнения: $\varphi(x)=\lambda\int_0^1 (2xt^2+2tx^2)\varphi(t)dt.$

22. Найти преобразование Фурье функции $f(x)=\begin{cases} x^2+x, & \textit{при}\ \ x\in[-1;2], \\ 0, & \textit{при}\ \ x\notin[-1;2]. \end{cases}$

23. С помощью преобразования Лапласа найти решение интегрального уравнения $\varphi(x)=x^2+\int_0^x e^{x-t}\varphi(t)dt.$

24. Является ли функция $\varphi(x)=xe^x$ решением интегрального уравнения: $\varphi(x)=e^x\sin x+2\int_0^x \cos(x-t)\varphi(t)\,dt$.

25. С помощью преобразования Лапласа найти решение интегрального уравнения $\varphi(x)=1+x+\int_0^x (x-t)^2\varphi(t)dt.$

26. Решить интегральное уравнение Абеля: $\int\limits_0^x \dfrac{\varphi(t)dt}{\sqrt{x-t}}=x-\sqrt{x}.$

27. С помощью преобразования Лапласа, найти решение краевой задачи: $u_{tt}=u_{xx}$, $u(x,0)=\sin x$, $u_t(x,0)=0$, $u(0,t)=0$, $u(1,t)=0$.

28. Найти резольвенту ядра $K(x,t)=\dfrac{x^2}{t^2}$ для интегрального уравнения Вольтерра.

Критерии формирования оценок по контрольным точкам (контрольные работы; коллоквиум)

Процент правильных ответов	**Количество баллов**
более 91 %	10
81–90 %	9
71–80 %	8
61–70 %	7
51–60 %	6
41–50 %	5
31–40 %	4
21–30 %	3
11–20 %	2
6–10%	1
менее 6 %	0

5.2.2. Оценочные материалы: Типовые тестовые задания по дисциплине «Функциональный анализ» (контролируемая компетенция ОПК-1)

Полный перечень ***тестовых заданий представлен в ЭОИС - http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=1200***

Тест – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений студента.

Образцы тестовых заданий

1. Множество всех целых чисел является:

+: счётным

-: несчётным

-: конечным

-: пустым

2. Определенное правило или закон, по которому каждому натуральному числу $n \in N$ ставится в соответствие определенное действительное число $x_n \in R$, называется:

-: функционалом

-: функцией

-: оператором

+: последовательностью

3. Пересечение любого конечного числа открытых множеств есть:

-: замкнутое множество

+: открытое множество

-: пустое множество

-: пустое множество

4. Пустое множество имеет меру:

-: 1

-: $\frac{1}{2}$

-: 2

+: 0

5. Мерой интервала (a,b) является:

-: $a+b$

-: $\frac{a+b}{2}$

+: $b-a$

-: $\frac{b-a}{2}$

6. Замкнутым шаром радиуса r с центром в точке x_0 в метрическом пространстве (x, ρ) называется множество:

-: $\{x \in X : \rho(x, x_0) > r\}$

+: $\{x \in X : \rho(x, x_0) \leq r\}$

-: $\{x \in X : \rho(x, x_0) < r\}$

-: $\{x \in X : \rho(x, x_0) \geq r\}$

7. Верно равенство:

-: $A \Delta (B \Delta C) = (A \Delta B) \setminus C$

-: $A \Delta (B \Delta C) = A \Delta C$

-: $A \Delta (B \Delta C) = A \Delta B$

+: $A \Delta (B \Delta C) = (A \Delta B) \Delta C$

8. Верно равенство:

-: $A \Delta A = A \cup B$

+: $A \Delta A = \varnothing$

-: A Δ B = A ∩ B

-: A Δ A = 2A

9. Функцией взаимно однозначно отображающей отрезок [-10; 10] на отрезок [75; 100] является функция:

+: y = 12,5 x + 87,5

-: y = 12,5x + 5

-: y = 12,5x - 55

-: y = 12,5x – 75

10. Функцией взаимно однозначно отображающей отрезок [0; 1] на отрезок [a; b] является функция:

-: y = ax + b

+: y = (b – a)*x + a

-: y = (a - b)*x

-: y = (a + b)*x

11. Евклидово n-мерное пространство R^n носителем которого является множество всевозможных упорядоченных наборов из n чисел является метрическим пространством, если за расстояние принять:

+: $\rho(x,y)=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i-y_i)^2}$

-: $\rho(x,y)=x_i+y_i$

-: $\rho(x,y)=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i^2-y_i^2)}$

-: $\rho(x,y)=(x_i^3-y_i^3)^{1/3}$

12. Пространство X будет метрическим, если::

+: $\rho(x,y)=\int_0^1 \sin t\,|x(t)-y(t)|\,dt$

-: $\rho(x,y)=\int_0^1 |\sin x(t)-\sin y(t)|\,dt$:

-: $\rho(x,y)=\int_0^1 \left|\sqrt{x(t)}-\sqrt{y(t)}\right|dt$

-: $\rho(x,y)=\int\limits_0^1 \sin x(t)|x(t)-y(t)|dt$

13. Расстояние между элементами $\sin t$ и $\cos^2 t$ в метрическом пространстве $C\left[0,\frac{\pi}{2}\right]$ равно:

-: 0

+: 1

-: 1,5

-: 2

14. Расстояние между элементами $\sin t$ и $\cos t$ в метрическом пространстве $L_2\left[-\frac{\pi}{2};\frac{\pi}{2}\right]$ равно:

-: 0

-: 1

-: π

+: $\sqrt{\pi}$

15. Бесконечная система линейных алгебраических уравнений $x_i=\sum\limits_{j=1}^{\infty}a_{ij}x_j+b_i$, $i=1,2,...$ имеет единственное решение $x=(x_1,x_2,...)\in l_2$ для любой последовательности $b=(b_1,b_2,...)\in l_2$, если выполнено условие:

+: $\sum\limits_{i,j=1}^{\infty}|a_{ij}|^2<1$

-: $\sum\limits_{i,j=1}^{\infty}|a_{ij}|^2=1$

-: $\sum\limits_{i,j=1}^{\infty}|a_{ij}|^2>1$

-: $\sum\limits_{i,j=1}^{\infty}|a_{ij}|^2\geq 1$

16. Неподвижными точками отображения $f(x)=x^2-4x+4$ будут точки:

-: 2

+: 1; 4

-: -1; 1

-: $-\sqrt{3}$; 2

17. Пусть A_1 и A_2 - два ограниченных открытых множества. Если $A_1 \subset A_2$, то:

+: $\mu(A_1) \leq \mu(A_2)$

-: $\mu(A_1) = \mu(A_2)$

-: $\mu(A_1) > \mu(A_2)$

-: $\mu(A_1) \geq \mu(A_2)$

18. Мера множества точек отрезка [0; 1], в разложении которых в бесконечную десятичную дробь присутствуют все цифры от 1 до 9 равна:

+: 0

-: 0,5

-: 0,75

-: 1

19. Интеграл Лебега на отрезке [0; 1] от функции

$$f(x) = \begin{cases} x^2, & \textit{в рациональных точках} \\ -x^2, & \textit{в иррациональных точках} \end{cases}$$ равен:

-: 0

-: $\frac{2}{3}$

-: $\frac{1}{3}$

+: $-\frac{1}{3}$

20. Интеграл Лебега на множестве [0; 1] от функции $f(x)$ равной x^3-1 во всех точках пересечения канторова множества и некоторого множества E и равной x в остальных точках отрезка [0; 1] равен:

-: 0

-: -0,75

+: 0,5

-: 1

21. Вычислить $\int\limits_{[0;1]} f(x)d\mu$, если $f(x)=\begin{cases} 0, & для \quad x \in Д \\ \sqrt{x}, & для \quad x \overline{\in} Д \end{cases}$ где Д – канторово множество.

-: 0

-: 1

-: 1,5

+: $\frac{2}{3}$

22. Числовая прямая образует нормированное пространство, если в качестве расстояния принять:

-: $\| x \| = x$

-: $\| x \| = x^{1/2}$

-: $\| x \| = \sqrt{x^3}$

+: $\| x \| = |x|$

23. В пространстве сходящихся со степенью p последовательностей ℓ_p норма определяется по формуле:

-: $\| x \| = \sqrt{\sum\limits_{k=1}^{\infty} (x_k)^2}$

-: $\| x \| = \sqrt[3]{\sum\limits_{k=1}^{\infty} x_k}$

+: $\| x \| = \left(\sum\limits_{k=1}^{\infty} (x_k)^p \right)^{\frac{1}{p}}$

-: $\| x \| = \left(\sum\limits_{k=1}^{\infty} (x_k)^{\frac{1}{p}} \right)^p$

24. В пространстве l_2 нормой элемента $x_n = \frac{1}{2^{n-1}}$ является число:

-: 2

-: 0,5

+: $\frac{2}{\sqrt{3}}$

-: $\frac{1}{\sqrt{3}}$

25. Норма элемента $x(t)=t^2-4t$ в пространстве $L_1\,[0,5]$ равна:

+: 13

-: $\frac{50}{3}$

-: $-\frac{50}{3}$

-: 26

26. Для того чтобы линейный функционал $F(x)$ был непрерывным на E, необходимо и достаточно, чтобы существовала такая окрестность нуля на множестве E, на котором функционал $F(x)$ ###

+: ограничен

27. Точную верхнюю грань значений $|F(x)|$ на единичном шаре пространства E, то есть число $\sup\limits_{\|x\|\le 1}|F(x)|$, называется ### функционала $F(x)$

+: нормой

28. Дополнение к резольвентному множеству $\rho(A)$ в комплексной плоскости называется ### оператора

+: спектром

29. Всякое резольвентное множество

-: замкнутое множество;

+: открытое множество;

-: пустое множество;

-: несчетное множество.

30. Собственными значениями линейного дифференциального оператора $Ax(t)=\begin{cases} x''(t) \\ x(0)=x(\pi/2)=0 \end{cases}$ являются числа:

-: $\lambda_n=-n^2$, $n\in N$

-: $\lambda_n=-(2n)^2$, $n\in N$

+: $\lambda_n=-4n^2$, $n\in N$

-: $\lambda_n = n^2 / 2,\ n \in N$

31. Сопряженным к интегральному оператору $Ax(t) = \int\limits_0^1 (s-t)\,x(s)\,ds$ в пространстве $L_2[0;1]$ будет оператор

+: $A^* y(t) = \int\limits_0^1 (t-s)\,y(s)\,ds$

-: $A^* y(t) = \int\limits_0^1 (s-t)\,y(s)\,ds$

-: $A^* y(t) = \int\limits_0^1 (t+s)\,y(s)\,ds$

-: $A^* y(t) = \int\limits_0^1 (t \cdot s)\,y(s)\,ds$

32. В пространстве l_2 множество точек $x = (x_1,\ x_2, ..., x_n, ...)$, подчиненных условиям $|x_1| \le 1,\ |x_2| \le \frac{1}{4},\ |x_3| \le \frac{1}{16}, ..., |x_1| \le \frac{1}{4^n}, ...$ является ###

+: вполне ограниченным

33. В пространстве l_2 множество точек $x = (x_1,\ x_2, ..., x_n, ...)$, подчиненных условиям $|x_1| \le 1,\ |x_2| \le 2,\ |x_3| \le 4, ..., |x_1| \le 2^n, ...$ является ###

+: неограниченным

34. Будет ли оператор $Ax(t) = t^3\, x(0) - t\, x(1)$ компактным?

+: да

-: нет

35. Будет ли оператор $Ax(t) = t^2\, x(0) - t^4\, x(1)$ компактным?

+: да

-: нет

36. В пространстве l_2 положим $(x, y) = \sum\limits_{k=1}^{\infty} \lambda_k\, x_k\, y_k$, где $\lambda_k \in R,\ 0 < \lambda_k < 1$. Будет ли данное пространство предгильбертовым?

+: да

-: нет

37. В пространстве $L_2[0;1]$ положим $(x, y) = \sum\limits_{k=1}^{\infty} 2^{x_k} x_k\, y_k$. Будет ли данное пространство предгильбертовым?

-: да

+: нет

38. Скалярное произведение элементов $x = (7; 4; 1; -2)$ и $y = (-1; 2; 5; 8)$ в пространстве R^4 равно:

+: -10

-: 10

-: -20

-: 20

39. Если $(f_n, \varphi) \to (f, \varphi)$ то говорят что последовательность обобщенных функций $\{f_n\}$ ### к функции f

+: сходится

40. Обобщенная производная функции $f(x) = \theta(-x)\sin x$ равна:

+: $f'(x) = \theta(-x)\cos x$

-: $f'(x) = \theta(-x)\cos x - \delta(x)$

-: $f'(x) = -\theta(-x)\cos x$

-: $f'(x) = -\theta(-x)\cos x - \delta(x)$

41. Первое приближение решения интегрального уравнения $\varphi(x) = \int\limits_0^1 t\varphi(t)dt + x^2$, $\varphi_0(x) = x^2$, будет равна

-: $\varphi_1(x) = \dfrac{3x^2}{2}$

-: $\varphi_1(x) = \dfrac{x^2}{3}$

+: $\varphi_1(x) = \dfrac{1}{4} + x^2$

-: $\varphi_1(x) = \dfrac{4x^2}{3}$

42. Второе приближение решения интегрального уравнения $\varphi(x)=\int_0^1 t^2\,\varphi(t)\,dt+1$, $\varphi_0(x)=1$, будет равна

+: $\varphi_2(x)=\dfrac{13}{9}$

-: $\varphi_2(x)=\dfrac{4}{9}$

-: $\varphi_2(x)=\dfrac{10}{9}$

-: $\varphi_2(x)=\dfrac{1}{9}$

43. Решением интегрального уравнения с вырожденным ядром

$y(x)-\lambda\int_{-\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{4}} tgt y(t)dt = ctgx$ является:

+: $\dfrac{\pi}{2}\lambda+ctgx;$

- : $\dfrac{\lambda}{2}+tgx;$

- : $\dfrac{\pi+1}{2}+ctgx;$

- : $\pi\ ctgx + tgx.$

44. Характеристическими числами и собственными функциями однородного интегрального уравнения с вырожденным ядром

$y(x)-\lambda\int_0^{\pi}\cos\,(x+t)\ y(t)dt = 0$ является:

- : $\dfrac{2}{3\pi},\ \dfrac{4}{\pi},\ \sin\,x,\ -\cos\,x;$

+ : $-\dfrac{2}{\pi},\ \dfrac{2}{\pi},\ \sin\,x,\ \cos\,x;$

- : $-\dfrac{3}{\pi},\ \dfrac{3}{\pi},\ -\sin\,x,\ -\cos\,x;$

- : $-\dfrac{4}{\pi},\ \dfrac{\pi}{4},\ \sin\,2x,\ \cos\,2x.$

45. Функцией Грина краевой задачи $y''' = 0;\ y(0) = y(1) = 0,\ y'(0) = y'(1)$ является:

$$-: G(x,\xi) = \begin{cases} \dfrac{x(x-\xi)(\xi+1)}{2},\ 0 \le x \le \xi, \\ \dfrac{\xi(\xi-x)(x-1)}{2},\ \xi \le x \le 1; \end{cases}$$

$$-: G(x,\xi) = \begin{cases} \dfrac{x(x+\xi)(\xi-1)}{2},\ 0 \le x \le \xi, \\ \dfrac{\xi(\xi+x)(x+1)}{2},\ \xi \le x \le 1; \end{cases}$$

$$+: G(x,\xi) = \begin{cases} \dfrac{x(x-\xi)(\xi-1)}{2},\ 0 \le x \le \xi, \\ -\dfrac{\xi(\xi-x)(x-1)}{2},\ \xi \le x \le 1; \end{cases}$$

$$-: G(x,\xi) = \begin{cases} \dfrac{x(x+\xi)(\xi+1)}{2},\ 0 \le x \le \xi, \\ -\dfrac{\xi(\xi-x)(x+1)}{2},\ \xi \le x \le 1. \end{cases}$$

46. Резольвентой ядра является:

$K(x,t) = x^2t^2,\ a = -1,\ b = 1$

является:

$-1:\ R(x,t;\lambda) = -\dfrac{5x^2t^2}{5-2\lambda};\ |\lambda| >$

$-2:\ R(x,t;\lambda) = -\dfrac{5xt^2}{5-2\lambda};\ |\lambda| < \dfrac{5}{2};$

$+3:\ R(x,t;\lambda) = \dfrac{5x^2t^2}{5-2\lambda};\ |\lambda| < \dfrac{5}{2};$

$-4:\ R(x,t;\lambda) = \dfrac{5x^2t}{5-2\lambda};\ |\lambda| > \dfrac{5}{2}.$

47. Решением интегрального уравнения Абеля $\int\limits_0^x \dfrac{\varphi(t)dt}{(x-t)^t} = x^2$ является функция

+: $\varphi(x) = \dfrac{16\sqrt{2}}{5\pi} \cdot x^{5/4}$

-: $\varphi(x) = \dfrac{8\sqrt{2}}{5\pi} \cdot x^{3/4}$

-: $\varphi(x) = \dfrac{4\sqrt{2}}{5\pi} \cdot x^{1/2}$

-: $\varphi(x) = \frac{4\sqrt{3}}{5\pi} \cdot x^{1/3}$

48. Производная Фреше отображения

$F : R^4 \to R^2$, $y_1 = 1 + x_3^2 + x_4^4$, $y_2 = x_1^{-1} + x_2^{-2} + x_4$ равна

+: $F^{/}(x) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2x_3 & 4x_4^3 \\ -\frac{1}{x_1^2} & -\frac{2}{x_2^3} & 0 & 1 \end{pmatrix}$

-: $F^{/}(x) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2x_3 & 4x_4^3 \\ -\frac{1}{x_1^2} & -\frac{2}{x_2^3} & 0 & 0 \end{pmatrix}$

-: $F^{/}(x) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & -\frac{2}{x_2^3} & 4x_4^3 \\ -\frac{1}{x_1^2} & 2x_3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

-: $F^{/}(x) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2x_3 & -\frac{1}{x_1^2} \\ 4x_4^3 & -\frac{2}{x_2^3} & 0 & 1 \end{pmatrix}$

49. Функция $y = \begin{cases} -e^x \, npu x \le 0, \\ e^{-x} \, npu x > 0, \end{cases}$ представленная интегралом Фурье имеет вид:

-: $\frac{2}{\pi} \int\limits_0^{+\infty} \frac{\alpha \cos \alpha x d\alpha}{1+\alpha^2}$

-: $\frac{1}{\pi} \int\limits_0^{+\infty} \frac{\sin \alpha x d\alpha}{1+\alpha}$

+: $\frac{2}{\pi} \int\limits_0^{+\infty} \frac{\alpha \sin \alpha x d\alpha}{1+\alpha^2}$

-: $\frac{1{,}2}{\pi} \sum\limits_{k=1}^{\infty} (-1)^{k-1} \frac{\cos(2k-1)\pi x}{2k-1}$

50. Сверткой функции *a(t)*и *b(t)* действительного переменного *t* называется функция *c(t)* , определяемое равенством:

+: $c(t) = \int_0^t a(t-\tau) b(\tau) d\tau;$

-: $c(t) = \int_0^t a(t-\tau) d\tau;$

-: $c(t)=\int_0^t ab(\tau)d\tau$;

-: $c(t)=\int_0^t b(\tau)d\tau$.

51. Преобразование Лапласа тригонометрической функции

$$f(t)=\sin t$$

имеет вид:

+: $\mathcal{L}(\sin t)=\frac{1}{p^2+1}$;

-: $\mathcal{L}(\sin t)=\frac{p}{p^2+1}$;

-: $\mathcal{L}(\sin t)=\frac{1}{p^2}$;

-: $\mathcal{L}(\sin t)=\frac{1}{p}$.

52. С помощью преобразования Лапласа найти решение о.д.у.

$$y'''-y''-6y'=0$$

$y(0)=15, y'(0)=2, y''(0)=56$ является:

+: $y(t)=6+5e^{-t2}+4e^{3t}$;

- : $y(t)=6+5e^{-t2}$;

-: $y(t)=5e^{-t2}+4e^{3t}$;

-: $y(t)=6+4e^{3t}$.

53. Интегральное уравнение Вольтера второго рода

$\varphi(x)=f(x)+\int_0^x K(x-t)\varphi(t)dt$ ядро, которого зависит лишь от разности *x-t*, называется интегральным уравнением типа ###.

+: свертки

54. Преобразование Лапласа, имеющее вид $F(p)=\int_0^{+\infty} f(t)K(pt)dt$ называется ### функции f(t).

+: k-преобразованием.

В результате знания обучающегося оцениваются по ниже следующей шкале.

Критерии оценивания, процент правильных ответов	**Количество баллов**
более 85 % правильных ответов на предложенные тестовые вопросы	5

71–84 % правильных ответов на предложенные тестовые вопросы	4
41–70 % правильных ответов на предложенные тестовые вопросы	3
21–40 % правильных ответов на предложенные тестовые вопросы	2
10–20 % правильных ответов на предложенные тестовые вопросы	1
менее 10 % правильных ответов на предложенные тестовые вопросы	0

5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Целью промежуточной аттестации по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Оценочные материалы для проведения *промежуточной аттестации* по дисциплине включают в себя:

- перечень компетенций с указаний этапов их формирования в процессе освоения дисциплины;

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для каждого результата обучения определяются показатели и критерии оценивания сформированных компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания. При составлении оценочных материалов основываются на компетентных принципах. Они содержат комплексные средства оценки, объективно отражающие качество подготовки специалиста по данной дисциплине.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Промежуточная аттестация завершает изучение дисциплины и помогает оценить совокупности знаний и умений, а также формирование определенных профессиональных компетенций. Она служит основным средством обеспечения в учебном процессе «обратной связи» между преподавателем и обучающимся, необходимой для стимулирования работы обучающихся и совершенствования методики преподавания учебных дисциплин.

Оценивание знаний, умений и навыков носит комплексный, системный характер – с учетом как места дисциплины в структуре образовательной программы, так и содержательных и смысловых внутренних связей. Связи формируемых компетенций с разделами и темами дисциплины обеспечивают возможность реализации для текущего контроля наиболее подходящих оценочных средств.

Для успешной промежуточной аттестации студент должен:

- показать полные и глубокие знания материала;

- уметь применять полученные знания для решения практических задач и быть способным анализировать проблемы, формулировать выводы;

- владеть необходимыми навыками для применения полученных знаний и умений в своей профессиональной деятельности.

Для получения зачёта студенту необходимо иметь не менее 61 балла. Для допуска к зачёту студент должен по итогам текущего и рубежного контроля успеваемости набрать число баллов не менее 36. На зачёте он может повысить сумму баллов до 61 (не более), необходимых для получения зачёта. Если по итогам текущего и рубежного контроля успеваемости студент набрал 61 и более баллов, то ему может выставляться зачёт без сдачи.

Перечень вопросов, выносимых на зачёт (контролируемая компетенция ОПК-1)

1. Аксиомы метрического пространства.
2. Неравенства Коши–Буняковского, Минковского, Юнга, Гёлдера.
3. Полные метрические пространства.
4. Пополнение метрических пространств.
5. Принцип сжимающих отображений.
6. Метод последовательных приближений.
7. Метод последовательных приближений для системы линейных алгебраических уравнений.
8. Теорема существования и единственности для задачи Коши.
9. Теорема существования и единственности для интегрального уравнения Вольтерра.
10. Теорема существования и единственности для интегрального уравнения Фредгольма.
11. Топологические пространства, основные определения.
12. Сравнение топологий.
13. Сепарабельные топологические пространства, основные определения.
14. Непрерывные отображения.

15. Аксиома отделимости Хаусдорфовые пространства.
16. Понятия компактности.
17. Компактность в метрических пространствах.
18. Предкомпактные множества.
19. Теория меры. Кольцо и алгебра множеств. Элементарные множества.
20. Лебегова мера плоских множеств.
21. Общее понятие меры.
22. Измеримые функции. Действия над измеримыми функциями.
23. Сходимость по мере.
24. Интеграл Лебега. Простые функции.
25. Свойства интеграла Лебега.
26. Сравнение интеграла Лебега с интегралом Римана.
27. Теорема Фубини.
28. Линейные пространства. Определения и примеры.
29. Линейные функционалы.
30. Выпуклые функционалы.
31. Нормированные пространства.
32. Евклидовы пространства.
33. Существование ортогональных базисов, ортогонализация.
34. Неравенства Бесселя.
35. Полные евклидовые пространства. Теорема Рисса–Фишера.
36. Гильбертово пространство.
37. Непрерывные линейные функционалы в линейных нормированных пространствах.
38. Определение сопряженного пространства.
39. Сильная топология в сопряженном пространстве.
40. Слабая топология и слабая сходимость.
41. Обобщенные функции.
42. Действия над обобщенными функциями.
43. Дифференциальные уравнения в классе обобщенных функций.
44. Линейные операторы, определения и примеры.
45. Непрерывность и ограниченность.
46. Сумма и произведение операторов.
47. Обратный оператор, обратимость.
48. Сопряженные операторы.
49. Самосопряженные операторы.

50. Спектр оператора.
51. Резольвента.
52. Компактные операторы.
53. Неограниченные операторы в нормированных пространствах.

В результате знания обучающегося оцениваются по ниже следующей шкале.

Сумма баллов текущего и рубежного контроля	**Сумма баллов на зачете**	**Общая сумма баллов**	**Оценка**
≥61	-	61	зачет (без сдачи)
36-60	0	36-60	незачет
36-60	25-1	61	зачет
<36	-	-	недопуск

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Минимальная сумма – 100 баллов, набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Функциональный анализ» в 5 семестре является зачет.

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих.

№ п/п	**Вид контроля**	**Сумма баллов**			
		Общая сумма *(баллов)*	**1-я точка *(баллов)***	**2-я точка *(баллов)***	**3-я точка *(баллов)***
1	***Посещение занятий***	***до 10***	***3***	***3***	***4***
2	***Текущий контроль:***	***<30***	***< 10***	***< 10***	***<10***
	Ответ на 5 вопросов	***0 -15***	***0 -5***	***0 - 5***	***0 - 5***
	Полный правильный ответ	<15	5	5	5
	Неполный правильный ответ	6 -12	2 - 4	2 - 4	2 - 4
	Ответ, содержащий значительные неточности,	0 - 3	0 -1	0 - 1	0 - 1

	ошибки				
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач, написание рефератов)	***0 -15***	***от 0 - 5***	***от 0 - 5***	***о 0 - 5***
3	***Рубежный контроль***	***<30***	***<10***	***<10***	***<10***
	тестирование	0 -15	0 - 5	0 - 5	0 -5
	коллоквиум	0 - 15	0- 5	0 -5	0- 5
Итого сумма текущего и рубежного контроля		***<70***	***<23***	***<23***	***< 24***

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенций ОПК-1 представлены в таблице 7.

Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Индикаторы достижения компетенции (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих оценочных средств)	Освоенные показатели оценки результатов обучения	Виды оценочного материала, обеспечивающий формирование компетенций
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	**ОПК-1.1.** Способен применять базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук	**ОПК-1.1.** З-1. Знает основные понятия, факты, концепции, принципы теорий математических и (или) естественных; базовый математический аппарат, связанный с прикладной математикой и информатикой **ОПК-1.1.** У-1. Умеет применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук в профессиональной деятельности к решению конкретных задач **ОПК-1.1.** В-1. Владеет навыками решения задач в профессиональной деятельности на основе фундаментальных знаний, полученных в области математических и (или) естественных наук	Типовые оценочные материалы для устного опроса (п. 5.1.1); типовые оценочные материалы для контрольной работы (п. 5.1.2); типовые оценочные материалы к экзамену (п. 5.2.2.)

	ОПК-1.2. Способен использовать при решении профессиональных задач знания, полученные в области математических и (или) естественных наук	**ОПК-1.2.** З-1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук **ОПК-1.2.** У-1. Умеет использовать базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук в профессиональной деятельности. **ОПК-1.2.** В-1. Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе полученных теоретических знаний	

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1. Нормативно-законодательные акты

1. Приказ Минобрнауки России от 06.04.2021 № 245 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры" (Зарегистрировано в Минюсте России 13.08.2021 N 64644).
2. Федеральный государственный образовательный стандарт по образовательным программам ВО (ФГОС 3++) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата). Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018г. №9 (Зарегистрировано в министерстве юстиции Российской Федерации 06 февраля 2018г. № 49937);
3. Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 N 273-ФЗ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/
4. Программа «Цифровая экономика», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. №1632-р.
5. Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. №203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы».

7.2. Основная литература

1. Асташова И.В. Функциональный анализ: учебное пособие / И.В. Асташова. – Электрон.тестовые данные. –М.: Евразийский открытый институт. 2011. -112с. –Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/11120.html.

2. Сухинов А.И. Лекции по функциональному анализу: учебное пособие/ Сухинов А.И., Фирсов И.П.- Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2009. - 192 с. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/46993.html.
3. Ревина С.В. Функциональный анализ в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ревина С.В., Сазонов Л.И.– Электрон. текстовые данные.– Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2009.– 120 c.– Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/47190.html
4. Скопин В.А. Функциональный анализ и интегральные уравнения [Электронный ресурс]: методические указания к самостоятельной работе/ Скопин В.А., Седых И.А. – Электрон. текстовые данные. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. – 17 c. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/55174.html

7.3. Дополнительная литература

1. Водахова В.А., Нахушева Ф.Б. Функциональный анализ и интегральные уравнения. Методическая разработка. Нальчик, КБГУ, 1995 г.
2. Садовничий В.А. Теория операторов. М.: Дрофа, 2001 г.
3. Треногин В.А., Писаревский Б.М., Соболева Т.С. Задачи и упражнения по функциональному анализу М., ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 240 стр.
4. Рудин У. Функциональный анализ. – Санкт-Петербург, Лань, 2005 г.
5. Кирилов А.А., Гвишиани А.Д. Теоремы и задачи функционального анализа. Учебное пособие М., Наука, 1979 г., 381 стр.
6. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 517с.
7. Садовничий В.А. Теория операторов. М.: Дрофа, 2001 г.
8. Треногин В.А. Функциональный анализ. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 488 стр.
9. Треногин В.А. Функциональный анализ. Изд.4. испр. 2007. Изд-во Физматлит.
10. Иосида К. Функциональный анализ. Пер. с англ. изд.3. 2010 г.
11. Антоневич А.Б., Князев Л.Н., Радоны Я.В. Задачи и упражнения по функциональному анализу. Изд-во Либроком, 2010 г.

7.4. Периодические издания

1. Вестник МГУ Серия 1. Математика. Механика.
2.Дифференциальные уравнения
3.Доклады РАН
4.Журнал вычислительной математики и математической физики
5.Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки

6.Успехи математических наук

7.5. Интернет-ресурсы

1. http://lib.kbsu.ru
2. http://www.elibrary.ru
3. http://www.lib.vsu.ru

При проведении занятий лекционного типа практических (семинарских) занятий используются сведения об электронных информационных ресурсах, к которым обеспечен доступ для пользователей библиотеки КБГУ.

Перечень актуальных электронных информационных баз данных, к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2022-2023 уч. год)

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	**Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)**	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ»	Полный доступ
2.	**База данных Science Index (РИНЦ)**	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионный договор Science Index №SIO-741/2022 от 19.07.2022 Активен до 31.07.2023г.	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющихся в РИНЦ
3.	**ЭБС «Консультант студента»**	13800 изданий по всем областям знаний, включает более	http://www.studmedlib.ru http://www.medcollegelib.ru	ООО «Консультант студента» (г. Москва)	Полный доступ (регистрация по IP-адресам

		чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.		**Договор №750КС/07-2022** От 26.09.2022 Активен до 30.09.2023г.	КБГУ)
4.	**«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)**	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке) »	http://www.studmedlib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) **Договор №701КС/02-2022** от 13.04.2022 Активен до 19.04.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	**ЭБС «Лань»**	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) **Договор №6ЕП/223** от 15.02.2022 Активен до 28.02.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
6.	**Национальная электронная библиотека РГБ**	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	https://нэб.рф	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/1666-п от 10.09.2020г. Сроком на 5 лет	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
7.	**ЭБС «IPRbooks»**	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудио изданий.	http://iprbookshop.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов) **Договор №9200/22П** от 08.04.2022 Активен до 02.04.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	**ЭБС «Юрайт» для СПО**	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по	https://www.biblio-online.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) **Договор №192/ЕП-223** От 29.10.2021	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

		различным областям знаний.		Активен до 31.10.2022 г.	
9.	**Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье**	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	http://polpred.com	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ
10.	**Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина**	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	http://www.prlib.ru	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) **Соглашение от 15.11.2016г**. Бессрочный	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №115, 214)

7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы

Для подготовки к практическим занятиям необходимо рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

Методические рекомендации по изучению дисциплины для обучающихся

Лекция – главное звено дидактического цикла обучения. Её цель – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей научной деятельностью магистрантов.

Преподаватель, читающий данный лекционный курс, должен знать существующие в педагогической науке и используемые на практике варианты лекций, их дидактические возможности, а также их методическое место в структуре процесса обучения.

Практические занятия служат углублению и закреплению знаний студентов, полученных ими в ходе лекций. Проводятся практические занятия по узловым и наиболее сложным темам учебной программы. Они могут быть построены как на материале одной лекции, так и на содержании обзорной лекции, а также по определённой теме без чтения предварительной лекции. Главная и определяющая особенность любого практического занятия – наличие элементов дискуссии, проблемности, диалога между преподавателем и студентами и самими студентами.

Кроме того, практические занятия позволяют разобраться в сложных вопросах, возникающих в процессе самостоятельной работы, и сформировать необходимые навыки и умения. Указанная форма проведения занятий развивает ораторские способности, совершенствует навыки выступления. Являясь одним из основных видов учебных занятий, практика подводит итог самостоятельной работе студентов по каждой теме. При этом практические занятия дают положительные результаты только в том случае, если им предшествует достаточно эффективная и плодотворная работа по самостоятельному изучению рекомендованной основной и дополнительной литературы.

Базовыми видами учебной работы студентов являются аудиторная и самостоятельная. Причем, аудиторной работе на практических занятиях, обязательно должна предшествовать самостоятельная работа студента. В частности, подготовку к практическим занятиям по «Дифференциальным уравнениям» рекомендуется начинать заблаговременно и проводить в следующей последовательности: уяснение темы и основных вопросов, выносимых на занятие; определение порядка подготовки к семинару (когда и какую литературу изучить, на какие вопросы обратить особое внимание); ознакомление с литературой, и её изучение. При изучении литературы необходимо переработать информацию, глубоко осмыслив прочитанное. В ходе подготовки к занятию студенты могут выполнить:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовку докладов для практических занятий;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовку заключения по обзору;
- решение задач, упражнений;
- работу с тестами и вопросами для самопроверки;

и т.д.

При подготовке к ответу студент должен обратить внимание на следующие требования: свободное изложение материала; аргументированность всех содержащихся в ответе выводов и заключений; культуру речи. Выступающий должен уметь отстаивать свои результаты. Студенты должны быть готовы к выступлению добровольно или по вызову преподавателя по всем вопросам, рассматриваемым на занятии.

В ходе практического занятия студентам рекомендуется внимательно слушать выступления товарищей, делать при необходимости записи, а также замечать допущенные в решениях студентов неточности, ошибки и исправлять их. В конце занятия преподаватель подводит итоги изучения темы, объявляет оценки, полученные студентами, дает в случаи необходимости рекомендации по дополнительной работе над отдельными вопросами темы.

Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

Методические указания к практическим занятиям

Целью практических занятий является обеспечение связи теории и практики. Практические занятия содействуют выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекциях и в ходе самостоятельной работы. В ходе практических занятий студенты приобретают профессиональные умения и навыки для решения практических задач и развития у них математического мышления и интеллектуальных способностей.

Практические занятия позволяют углубить и закрепить теоретические знания в интересах профессиональной подготовки. Они позволяют продемонстрировать знания, умение читать и понимать учебные и научные материалы, а также применять их при решении задач.

Базовыми видами учебной работы студентов являются аудиторная и самостоятельная. Аудиторной работе обязательно должна предшествовать самостоятельная работа.

Материал, выносимый на промежуточные контрольные мероприятия, базируется на теоретической части курса, поэтому вопросы, излагаемые на лекциях, а также выносимые на самостоятельную проработку, должны регулярно закрепляться как во время аудиторных занятий, так и в часы самостоятельной работы.

Подготовку к практическим занятиям рекомендуется начинать заблаговременно и проводить в следующей последовательности: уяснение темы и основных вопросов, выносимых на занятие; определение порядка подготовки к занятию; изучение теоретического материала по теме работы и методических указаний по решению задач.

При изучении литературы необходимо проработать информацию, глубоко осмыслив прочитанное. В ходе подготовки к занятию студенты могут выполнить:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе) и подготовку докладов;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации;
- решение задач, упражнений;
- работу с тестами и вопросами для самопроверки; и т.д.

При подготовке к ответу студент должен обратить внимание на следующие требования: свободное изложение материала; аргументированность всех содержащихся в ответе выводов и заключений; культуру речи. Выступающий должен уметь отстаивать свои результаты. Студенты должны быть готовы к выступлению добровольно или по вызову преподавателя по всем вопросам, рассматриваемым на занятии.

В ходе практического занятия студентам рекомендуется внимательно слушать выступления товарищей, делать при необходимости записи, а также замечать допущенные в решениях студентов неточности, ошибки и исправлять их. В конце занятия преподаватель подводит итоги изучения темы, объявляет оценки, полученные студентами, дает в случае необходимости рекомендации по дополнительной работе над отдельными вопросами темы.

О формах и методах контроля знаний студентов, о содержании контрольных заданий, а также об итогах контрольных мероприятий студенты своевременно информируются преподавателем.

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и под руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы является глубокое понимание и усвоение курса лекций и практических занятий, подготовка к выполнению контрольных работ, коллоквиуму и к сдаче экзамена, а также приобретение опыта творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов полностью определяются содержанием учебной дисциплины. В качестве основных форм самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины “Функциональный анализ” можно выделить следующие:

- выполнение домашних заданий;
- подготовка к тестированию;
- подготовка к коллоквиуму;
- самостоятельное изучение теоретического материала и литературы;
- подготовка к контрольной работе;
- самостоятельная проверка собственных знаний;
- подготовка к экзамену.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при текущей, рубежной и промежуточной аттестации студента. Немаловажную роль при этом должны играть систематичность и плодотворность проводимой самостоятельной работы.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся – способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процессе преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы обучающихся при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих обучающемуся в удобное для него время осваивать учебный материал;

- широкое внедрение компьютеризированного тестирования;

- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы обучающихся, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят обучающихся к самостоятельному выполнению профессиональных задач;

- модернизацию системы курсового и дипломного проектирования, которая должна повышать роль студента в подборе материала, поиске путей решения задач.

Самостоятельная работа приводит студента к получению новых знаний, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций: развивающую; информационно-обучающую; ориентирующую и стимулирующую; воспитывающую; исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1) проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);

2) выполнение разноуровневых задач и заданий;

3) работа с тестами и вопросами для самопроверки;

4) выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала.

Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник представляет собой программное средство, позволяющее представить для изучения теоретический материал, организовать апробирование, тренаж и самостоятельную творческую работу, помогающее студентам и преподавателю оценить уровень знаний в определенной тематике, а также содержащее необходимую справочную информацию. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Студент может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудозатратами. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий – это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

Методические рекомендации по работе с литературой

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

Предварительное чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

Выборочное – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

Аналитическое чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

- чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название, автор, источник, основная идея текста, фактический материал, анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам, новизна;

- прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм: медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного; выделить ключевые слова в тексте; постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

- прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

Можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

Подготовка к экзамену и зачету должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

Методические рекомендации для подготовки к зачету

Зачет в 5 семестре является формой итогового контроля знаний и умений обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой. К зачету допускаются студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На зачете студент может набрать до 25 баллов.

В период подготовки к зачету обучающиеся вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к зачету включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса;
- подготовка к ответу на зачетные вопросы.

При подготовке к зачету обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На зачет выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Зачет проводится в письменной / устной форме.

При проведении зачета в письменной (устной) форме, ведущий преподаватель составляет перечень вопросов, которые включают в себя тестовые задания, теоретические задания, задачи. Формулировка теоретических заданий совпадает с формулировкой перечня вопросов к зачету, доведенных до сведения обучающихся накануне. Результат устного (письменного) зачета– «зачтено», «не зачтено».

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средства обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

зарубежное лицензионное программное обеспечение:

№	**Производитель**	**Наименование**	**Лицензии**	**№ договора на 2020 год**	**№ договора на 2021 год**
1.	MSAcademicEES	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr A Faculty EES	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
2.	MSAcademicEES	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
3.	MSAcademicEES	Core CALClient Access License ALNG LicSAPk MVL DvcCAL A Faculty EES	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
4.	MSAcademicEES	WINEDUperDVC ALNG UpgrdSAPk MVL A Faculty EES (Корпоративная подписка на продукты Windows операционная система и офис)	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
5.	StatSoft	Statistica Ultimate Academic for Windows 13 Russian/13 English на 500 пользователей Локальная версия (Named User) Годовая лицензия	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
6.	Mathlab/Simulink	TAH-25	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №80/ЕЛ-223
7.	Embarcadero	RAD Studio Architect **Concurrent** AcademicEdition 1 Year Term License	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
8.	AdobeCreativeCloud	Adobe Creative Cloud for Teams – All Apps. Лицензии Education Device license для образовательных организаций	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
9.	Sketchup	SketchUp Pro 2020 - License for Education -- LAB for 1 year.	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
10.	PTC	Mathcad Education - University Edition Subscription (50 pack)	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
11.	Corel	CorelDRAW Graphics Suite	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223

№	Производитель	Наименование	Лицензии	№ договора на 2020 год	№ договора на 2021 год
12.	ABBYY	ABBYY FineReader	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223

Зарубежное программное обеспечение (свободно распространяемое)

№	Производитель	Наименование	Лицензии
1.		Web Browser - Firefox	Бесплатно
2.		AtomEditor	Бесплатно
3.		Python	Бесплатно
4.	IBM	Eclipse	Бесплатно
5.	Фирма Sun Microsystems	Apache OpenOffice	Бесплатно

Российское лицензионное программное обеспечение:

№	Производитель	Наименование	Лицензии	№ договора на 2020 год	№ договора на 2021 год
1.	Kaspersky	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal License	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
2.	DrWeb	Dr.Web Desktop Security Suite Комплексная защита + Центр управления на 12 мес., 200 ПК, продление	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	-
3.		Антиплагиат ВУЗ	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223

Российское программное обеспечение (свободно распространяемое)

№	Производитель	Наименование	Комментарии	Сроки лицензии
1.	StarForce Technologies, Россия, Москва	Foxit PDF Reader	для просмотра электронных документов в стандарте PDF	Бесплатно
2.	Россия	7zip	архиватор	Бесплатно

8.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невизуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Лист изменений (дополнений)

в рабочую программу по дисциплине «Функциональный анализ» направления подготовки 01.03.02 – Прикладная математика и информатика, профиль «Проектирование систем искусственного интеллекта» на 2022-2023 учебный год.

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание
1.			
2.			
3.			
4.			

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры
«Алгебра и дифференциальные уравнения» __
наименование кафедры

протокол № ___ от «____» «_____________» 2022 г.

Заведующий кафедрой _____________ /М.С. Нирова/