

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Институт экономики и управления (ИНЭУ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

С.Н. Митяков

подпись

ФИО

22 апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.17 Функциональный анализ

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 01.03.02. Прикладная математика и информатика

Направленность: Программирование и системный анализ

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра Цифровая экономика

Кафедра-разработчик Цифровая экономика

Объем дисциплины 144/4

часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Масленников Д.А., к.ф.-м.н.

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2025 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.03.02. Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 10.01.2018 года № 9 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 17.12.2024 г. № 6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Цифровая экономика» протокол от 18.03.2025 № 1

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор _____ С.Н. Митяков
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭУ, Протокол от 22.04.2025 №3

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 01.03.02 – П – 17

Начальник МО _____ / Е.Г. Севрюкова /

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Н.И. Кабанина
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	3
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	6
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	8
5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	11
5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	11
5.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	16
6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	18
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	18
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	18
6.3. ПЕРЕЧЕНЬ ЖУРНАЛОВ ПО ПРОФИЛЮ ДИСЦИПЛИНЫ:	19
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	19
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	19
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	19
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	20
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	21
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	21
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА	22
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТАХ	22
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	22
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	23
11.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ	23

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины:

Целями освоения дисциплины является приобретение знаний и навыков для освоения дисциплин профессионального цикла, использующих понятия и методы современной математики, для выполнения курсовых работ, НИРС, приобретения навыков использования математических методов при решении профессионально – ориентированных задач, а также для дипломного проектирования

Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение научной литературы или научно-исследовательских проектов в соответствии с профилем объекта профессиональной деятельности;
- исследование и разработка математических моделей, алгоритмов, методов, программного обеспечения, инструментальных средств по тематике проводимых научно-исследовательских проектов;
- получение новых научных результатов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Функциональный анализ» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 01.03.02. Прикладная математика и информатика.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: дискретная математика и дифференциальные уравнения

Дисциплина «функциональный анализ» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Выполнение и защита ВКР.

Рабочая программа дисциплины «Функциональный анализ» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)¹

Таблица 1 – Формирование компетенций по дисциплинам (очная форма обучения)

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Код компетенции ОПК-3</i>								
Функциональный анализ					*			
Дифференциальные уравнения			*					
Дискретная математика	*	*						
Выполнение и защита ВКР								*

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ,
СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ИОПК-3.2. Использует математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	Знать: классические понятия и основные утверждения функционального анализа.	Уметь: применять понятия и утверждения функционального анализа для построения математических моделей, при исследовании разрешимости прикладных задач и установлении свойств их решений.	Владеть: аппаратом функционального анализа для нахождения приближённого решения задач профессиональной деятельности.	Опрос по темам, задачи по темам курса	Вопросы для устного собеседования

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам
Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. 72 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		5 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	75	75
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	72	72
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	34	34
лабораторные работы (ЛР)		
1.2.Внеаудиторная, в том числе		
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	33	33
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	22	22
Подготовка к зачёту (контроль)	14	14

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов (час)					
		Лекции	Лабораторные работы						
5 семестр									
ОПК-3	Раздел 1. Основные классы пространств								
	Тема 1.1. Метрические пространства	4		4	3	Изучение материалов лекций и решение практических задач по ним	Опрос по темам, индивидуальные и групповые задания по темам курса		
	Тема 1.2. Нормированные пространства	3		3	3	Изучение материалов лекций и решение практических задач по ним	Опрос по темам, индивидуальные и групповые задания по темам курса		
	Тема 1.3. Множества в метрических пространствах	3		3	3	Изучение материалов лекций и решение практических задач по ним	Опрос по темам, индивидуальные и групповые задания по темам курса		
	Тема 1.4.	3		3	3	Изучение материалов	Опрос по темам,		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Сходимость в метрических и нормированных пространствах					лекций и решение практических задач по ним	индивидуальные и групповые задания по темам курса		
	Тема 1.5. Принцип сжимающих отображений	3		3	3	Изучение материалов лекций и решение практических задач по ним	Опрос по темам, индивидуальные и групповые задания по темам курса		
	Тема 1.6. Гильбертовы пространства	3		3	3	Изучение материалов лекций и решение практических задач по ним	Опрос по темам, индивидуальные и групповые задания по темам курса		
	Итого по 1 разделу	19		19	18				
ОПК-3	Раздел 2. Интегральные преобразования								
	Тема 2.1. Ряд Фурье	5		5	5	Изучение материалов лекций и решение практических задач по ним	Опрос по темам, индивидуальные и групповые задания по темам курса		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Тема 2.2. Преобразование Фурье	5		5	5	Изучение материалов лекций и решение практических задач по ним	Опрос по темам, индивидуальные и групповые задания по темам курса		
	Тема 2.3 Преобразование Лапласа	5		5	5	Изучение материалов лекций и решение практических задач по ним	Опрос по темам, индивидуальные и групповые задания по темам курса		
	Итого по 2 разделу	15		15	15				
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34		34	33				
	ИТОГО по дисциплине	34		34	33				

5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1. Типовые контрольные задания и контрольные вопросы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Теоретические вопросы

1. Неравенство Юнга.
2. Неравенство Гёльдера для сумм.
3. Неравенство Минковского для сумм.
4. Метрические пространства. Примеры.
5. Сходимость в метрических пространствах.
6. Примеры, что означает сходимость в конкретных метрических пространствах.
7. Ограниченные множества.
8. Предельные точки.
9. Замкнутые множества.
10. Операция замыкания. Свойства операции замыкания и замкнутых множеств. (Теоремы 31 – 32).
11. Открытые множества и их свойства. (теоремы 33 и 33*)
12. Принцип двойственности и теорема 34.
13. Примеры замкнутых и открытых множеств.
14. Предельная точка множества. Всяду плотное множество.
15. Сепарабельное метрическое пространство. Примеры сепарабельных и несепарабельных пространств.
16. Теорема отделимости.
17. Фундаментальная последовательность.
18. Полнота метрических пространств.
19. Примеры полных и неполных метрических пространств.
20. Теорема К (Аналог леммы Кантора о стягивающей системе отрезков).
21. Изометрические пространства.
22. Принцип Банаха сжимающих отображений и её следствие.
23. Теорема существования решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка.
24. Компактность
25. Теорема Хаусдорфа о существовании конечной ε -сети в компактном множестве.
26. Пример компактного множества в координатном гильбертовом пространстве.
27. Критерий компактности в пространстве $C(a, b)$. Теорема Арцела.
28. Теорема Вейерштрасса о компактности образа при непрерывном отображении.
29. Пример некомпактного множества, на котором теорема Вейерштрасса может оказаться неверной.
30. Линейные пространства. Примеры линейных пространств.
31. Линейная зависимость и линейная независимость. Базис.
32. Аффинное многообразие.
33. Изоморфизм линейных пространств.
34. Выпуклые множества в линейных пространствах.
35. Выпуклые функционалы.
36. Нормированные пространства. Банаховы пространства.
37. Примеры нормированных пространств.
38. Неравенства Гельдера и Минковского для интегралов.
39. Подчинённые и эквивалентные нормы.
40. Теорема о том, что в конечномерном пространстве все нормы эквивалентны.
41. Расстояние от точки до подпространства в нормированном пространстве.

42. Лемма о том, что расстояние от точки до подпространства ненулевое, если точка не принадлежит подпространству.
43. Элемент наилучшего приближения в нормированных пространствах. Теорема 1 о существовании элемента наилучшего приближения в конечномерных пространствах.
44. Пример, показывающий, что наилучший элемент может оказаться не единственным даже в конечномерном пространстве.
45. Строго нормированные пространства. Утверждение о том, что пространство непрерывных функций не является строго нормированным.
46. Лемма Рисса.
47. Средние и срезывающие функции и их некоторые приложения.
48. Ряды в нормированных и банаховых пространствах.
49. Теорема обратная к теореме Вейерштрасса об абсолютной сходимости.
50. Банаховы пространства со счетным базисом и сепарабельные пространства.
51. Множества I и II категории. Теорема Бэра – Хаусдорфа и её следствия.
52. Пространства со скалярным произведением.
53. Неравенство Коши-Буняковского.
54. Унитарные пространства.
55. Неравенство Коши-Буняковского в унитарном пространстве.
56. Ортогональность, ортогональные системы элементов.
57. Примеры пространств со скалярным произведением.
58. Процесс ортогонализации Шмидта.
59. Непрерывность скалярного произведения.
60. Равенство параллелограмма.
61. Определение гильбертова пространства.
62. Доказательство того, что l_2 – гильбертово пространство.
63. Расстояние от точки до замкнутого выпуклого множества. Теорема НПП 1.
64. Расстояние от точки до подпространства. Теорема НПП 2 и следствие НПП 2.
65. Ортогональное дополнение. Теоремы НПП 3 и НПП 4.
66. Ряды Фурье в гильбертовом пространстве. Теорема Ф 1 и следствия.
67. Неравенство Бесселя.
68. Следствие Ф 3 о стремлении коэффициентов Фурье к нулю.
69. Полная ортогональная система.
70. Равенство Парсеваля-Стеклова.
71. Теорема Ф 2 о линейной оболочке ортогональной системы.
72. Оснащённое банаховое пространство
73. Равномерная сходимости и сходимости в среднем. Теорема Ф 3.
74. Ортогональные разложения в гильбертовом пространстве. Теоремы ОРТ 1 ОРТ 2.
75. Ортогональная сумма подпространств.
76. Теорема Пифагора.
77. Теорема о том, что все сепарабельные гильбертовы пространства изометричны и изоморфны между собой.

Практические задания

1. Во множестве натуральных чисел положим $\rho(n, m) = \begin{cases} 0 & \text{при } n = m \\ 1 + \frac{1}{n+m} & \text{при } n \neq m. \end{cases}$

Доказать, что $\rho(n, m)$ - метрика.

2. Пусть X - произвольное множество. Доказать, что $\rho(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{при } x = y \\ 1 & \text{при } x \neq y \end{cases}$ определяет метрику на X .

3. В пространстве l_2 вычислить предел последовательности

$$\{x_n\} = \left\{ \frac{n+1}{n}, \frac{n+1}{2n}, \frac{n+1}{3n}, \dots, \frac{n+1}{kn}, \dots \right\}.$$

4. Определить $\rho(x, y)$ при $x(t) = t, y(t) = t^2$ в $C[0, 1]$.

5. Обозначим через $l_2^{(1)}$ множество числовых последовательностей $x = \{\zeta_k\}$ таких, что $\sum_{k=1}^{\infty} k^2 \zeta_k^2 < \infty$. Доказать что $\rho(x, y) = \sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} k^2 (\zeta_k - \eta_k)^2}$ определяет метрику в $l_2^{(1)}$

6. Показать на примере, что в метрическом пространстве шар большого радиуса может принадлежать шару меньшего радиуса.

7. Доказать теорему Кантора. Пусть дана последовательность $K_1 \supset K_2 \supset K_3 \supset \dots \supset K_n \supset \dots$ непустых замкнутых компактных множеств метрического пространства X . Тогда пересечение $K = \bigcap_{i=1}^{\infty} K_i$ непусто.

8. Доказать, что всякое компактное множество ограничено.

9. Пусть $M = \{x(t)\}$ - ограниченное множество пространства $C[a, b]$. Доказать, что множество функций вида $y(t) = \int_a^t x(s) ds$ компактно.

10. Пусть x_1, \dots, x_n - точки выпуклого множества W в линейном пространстве X , а $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ - неотрицательные скаляры такие, что $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$. Тогда $\sum_{i=1}^n \lambda_i x_i \in W$.

11. Доказать, что для любых элементов $x, y \in X$ выполняется неравенство

$$\|x\| \leq \max\{\|x + y\|, \|x - y\|\}.$$

12. Пусть $x_n, x, y_n, y \in X$. Доказать, что а) если $x_n \rightarrow x$, то x_n ограниченная последовательность; б) если $x_n \rightarrow x, \lambda_n \rightarrow \lambda$ (λ_n, λ - числа), то $\lambda_n x_n \rightarrow \lambda x$.

13. Пусть $x_n, x, y_n, y \in X$. Доказать, что в) если $x_n \rightarrow x$, то $\|x_n\| \rightarrow \|x\|$; г) если $x_n \rightarrow x$ и $\|x_n - y_n\| \rightarrow 0$, то $y_n \rightarrow x$.

14. Пусть $x_n, x, y_n, y \in X$. Доказать, что д) если $x_n \rightarrow x$, то $\|x_n - y\| \rightarrow \|x - y\|$; е) если $x_n \rightarrow x, y_n \rightarrow y$, то $\|x_n - y_n\| \rightarrow \|x - y\|$.

15. Можно ли в линейном пространстве дважды непрерывно дифференцируемых на $[a, b]$ функций принять за норму элемента $x(t): |x(a)| + |x'(a)| + \|x''\|_{C[a, b]}$?

16. Можно ли в линейном пространстве дважды непрерывно дифференцируемых на $[a, b]$ функций принять за норму элемента $x(t): \|x''\|_{C[a, b]} + \|x\|_{\tilde{L}_2[a, b]}$?

17. Можно ли в линейном пространстве дважды непрерывно дифференцируемых на $[a, b]$ функций принять за норму элемента $x(t): |x(a)| + |x(b)| + \|x''\|_{C[a, b]}$?

18. Можно ли в линейном пространстве дважды непрерывно дифференцируемых на $[a, b]$ функций принять за норму элемента $x(t): |x(a)| + \|x'\|_{C[a, b]} + \|x''\|_{\tilde{L}_2[a, b]}$?

19. Можно ли в линейном пространстве непрерывно дифференцируемых на $[a, b]$ функций принять за норму элемента $x(t): \max_{t \in [a, b]} |x(t)|$?

20. Можно ли в линейном пространстве непрерывно дифференцируемых на $[a, b]$ функций принять за норму элемента $x(t): \max_{t \in [a, b]} |x'(t)|$?

21. Можно ли в линейном пространстве непрерывно дифференцируемых на $[a, b]$ функций принять за норму элемента $x(t): |x(b) - x(a)| + \max_{t \in [a, b]} |x'(t)|$?

22. Можно ли в линейном пространстве непрерывно дифференцируемых на $[a, b]$ функций принять за норму элемента $x(t): |x(a)| + \max_{t \in [a, b]} |x'(t)|$?

23. Можно ли в линейном пространстве непрерывно дифференцируемых на $[a, b]$ функций принять за норму элемента $x(t): \int_a^b |x(t)| dt + \max_{t \in [a, b]} |x'(t)|$?

24. Доказать, что шар в линейном нормированном пространстве не может содержать ненулевого линейного многообразия.

25. Будет ли выпуклым в пространстве $C[0, 1]$ множество непрерывных функций, удовлетворяющих условию:

$$\int_0^1 |x(t)|^2 dt \leq 1 ?$$

26. Будет ли выпуклым в пространстве $C[0, 1]$ множество непрерывных функций, удовлетворяющих условию:

$$\max_{t \in [0, 1]} |x(t)| + \max_{t \in [0, 1]} |x'(t)| \leq 1 ?$$

- Будет ли выпуклым в пространстве $C[0, 1]$ множество непрерывных функций, удовлетворяющих условию:

$$\int_0^1 |x(t)| dt \leq 1 ?$$

27. Будет ли выпуклым в пространстве $C[0, 1]$ множество непрерывных функций, удовлетворяющих условию:

$$\int_0^1 |x(t)| dt \leq 1 ?$$

28. Пусть $L \subset X$ - линейное многообразие, $L \neq X$. Доказать, что L не содержит никакого шара.

29. Пусть $\{x_n\} \subset X$ - фундаментальная последовательность и её подпоследовательность $\{x_{n_k}\}$ сходится. Доказать, что вся последовательность $\{x_n\}$ сходится.

30. Пусть $\{x_n\} \subset X$ и ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \|x_{n+1} - x_n\|$ сходится. Доказать, что $\{x_n\}$ фундаментальная последовательность

31. Пусть $\{x_n\}, \{y_n\} \subset X$ - фундаментальные последовательности. Доказать, что последовательность $\lambda_n = \|x_n - y_n\|$ сходится.

32. В линейном пространстве вещественных, непрерывно дифференцируемых на $[a, b]$ функций положим $\|x\| = \left\{ \int_a^b [x^2(t) + (x'(t))^2] dt \right\}^{\frac{1}{2}}$. Проверить аксиомы нормы.

33. В пространстве l_2 с нормой $\|x\| = \sqrt{\sum_{i=1}^{\infty} \xi_i^2}$ пусть L подпространство элементов вида $x = \{\xi_1, \xi_2, \xi_3, 0, 0, \dots\}$. Найти элемент наилучшего приближения для элемента $z = \left\{1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \dots\right\}$.

34. В пространстве l_2 с нормой $\|x\| = \sqrt{\sum_{i=1}^{\infty} \xi_i^2}$ пусть L подпространство элементов вида $x = \{\xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4, 0, \xi_6, \xi_7, \dots\}$. Найти элемент наилучшего приближения для элемента $z = \{0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, \dots\}$.

35. В пространстве l_2 с нормой $\|x\| = \sqrt{\sum_{i=1}^{\infty} \xi_i^2}$ пусть L подпространство элементов вида $x = \{\xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4, \xi_5, \xi_6, \xi_7, \dots\}$: $\xi_1 + \xi_2 + \xi_3 = 0$. Найти элемент наилучшего приближения для элемента $z = \left\{1, 1, 1, \frac{1}{4^2}, \frac{1}{5^2}, \frac{1}{6^2}, \dots, \frac{1}{n^2}, \dots\right\}$.

36. Доказать, что множество решений линейного неоднородного обыкновенного дифференциального уравнения n -ого порядка $\frac{d^n x}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} x}{dt^{n-1}} + \dots + a_n x = y(t)$, где правая часть $y(t)$ непрерывна на $[a, b]$, образует n - мерное аффинное многообразие в пространстве

37. В пространстве $C[0, 1]$ найти расстояние от элемента $x_0(t) = t$ до подпространства многочленов нулевой степени.

38. В пространстве $C[0, 1]$ найти расстояние от элемента $x_1(t) = t^2$ до подпространства многочленов первой степени.
39. Доказать, что основной параллелепипед в l_2 - выпуклое множество. Основной параллелепипед – совокупность точек $x = \{\xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4, \xi_5, \xi_6, \xi_7, \dots\}$, для которых $|\xi_i| < \frac{1}{i}$.
40. Доказать, что параллелепипед в l_2 - выпуклое множество. Параллелепипед – совокупность точек $x = \{\xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4, \xi_5, \xi_6, \xi_7, \dots\}$, для которых $|\xi_i| < \frac{1}{2^{i-1}}$.
41. Доказать, что в пространстве $\widetilde{L}_2(a, b)$ множество $= \{x(t) \in \widetilde{L}_2(a, b) : x(a)=x(b)=0\}$ является всюду плотным.
42. Пусть $H^1(a, b)$ это пространство со скалярным произведением $(x(t), y(t)) = \int_a^b [x(t)y(t) + x'(t)y'(t)] dt$.
- Доказать, что для подпространства $H^1_0(a, b) = \{x(t) \in H^1(a, b) : x(a) = x(b) = 0\}$ ортогональное подпространство $[H^1_0(a, b)]^\perp$ представляет собой двумерное подпространство функций вида $y(t) = \alpha e^t + \beta e^{-t}$.
43. Доказать, что для множества $M = \{x(t) \in H^1(a, b) : \int_a^b x(t) dt = 0\}$ ортогональным дополнением в пространстве $H^1(a, b)$ будет множество констант.
44. Доказать, что для множества $M_0 = \{x(t) \in \widetilde{L}_2(a, b) : \int_a^b x(t) dt = 0\}$ ортогональным дополнением в пространстве $\widetilde{L}_2(a, b)$ будет множество констант.
45. Доказать, что гильбертово пространство является строго нормированным.
46. Доказать, что для того, чтобы элемент x гильбертова пространства H был ортогонален подпространству $L \subset H$, необходимо и достаточно, чтобы для любого элемента $y \in L$ имело место неравенство $\|x\| \leq \|x - y\|$.
47. Пусть M – замкнутое выпуклое множество в гильбертовом пространстве H . Доказать, что в M существует и единственен элемент с наименьшей нормой.
48. Рассмотреть систему функций $\{e^{i2\pi nx}\}$ на $[0, 1]$, $n = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$. Показать, что она ортогональна в скалярном произведении $(u, v) = \int_0^1 u \bar{v} dx$. Найти разложение функции $u_1 = x$. Показать, что коэффициенты Фурье этой функции принадлежат пространству l_2 .
49. Рассмотреть систему функций $\{e^{i2\pi nx}\}$ на $[0, 1]$, $n = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$. Показать, что она ортогональна в скалярном произведении $(u, v) = \int_0^1 u \bar{v} dx$. Найти разложение функции $u_2 = x + iy$. Показать, что коэффициенты Фурье этой функции принадлежат пространству l_2 .
50. Рассмотреть систему функций $\{e^{i2\pi nx}\}$ на $[0, 1]$, $n = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$. Показать, что она ортогональна в скалярном произведении $(u, v) = \int_0^1 u \bar{v} dx$. Найти разложение функции $u_2 = x e^{ix}$. Показать, что коэффициенты Фурье этой функции принадлежат пространству l_2 .
51. Пусть L линейная оболочка элементов $e_1 = \{1, 0, 0, 0, \dots\}$, $e_2 = \{0, 1, 0, 0, \dots\}$, $e_3 = \{0, 0, 1, 0, 0, \dots\}$. С помощью многочлена Фурье найти элемент наилучшего приближения для элемента $z = \left\{1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \dots\right\}$. Проверить, что z -у ортогонален L .

52. Пусть L линейная оболочка элементов $e_1, e_2, e_3, e_4, e_6, e_7, \dots$. С помощью многочлена Фурье найти элемент наилучшего приближения для элемента $x = \{0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, \dots\}$. Проверить, что z -у ортогонален L .

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5 При текущем (контрольные недели) и промежуточном (экзамен) контроле и оценка выполнения практических работ

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой/ контрольные недели	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ИОПК-3.2. Использует математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.	Не способен применять даже простейшие математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	Способен применять математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности, но допускает существенные ошибки	Способен применять математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности, но проявляет слабые способности к их модификациям	Способен применять математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности и модифицировать их

Таблица 7. Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично) – «зачет»	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо) – «зачет»	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) – «зачет»	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) – «незачет»	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература

6.1.1. Функциональный анализ : учебное пособие / В. И. Белоусова, А. А. Кныш, К. С. Поторочина [и др.]. — Екатеринбург : УрГЭУ, 2023. — 88 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/417821> (дата обращения: 01.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.1.2. Белоусова, В. И. Введение в функциональный анализ : учебное пособие / В. И. Белоусова, А. А. Кныш, К. С. Поторочина. — Екатеринбург : УрГЭУ, 2024. — 225 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/510136> (дата обращения: 01.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.1.3. Борисов, В. Г. Функциональный анализ : учебное пособие / В. Г. Борисов. — Кемерово : КемГУ, 2023 — Часть 1 : Функциональные пространства — 2023. — 104 с. — ISBN 978-5-8353-3002-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/392162> (дата обращения: 01.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.1.4. Борисов, В. Г. Функциональный анализ : учебное пособие / В. Г. Борисов. — Кемерово : КемГУ, 2023 — Часть 2 : Линейные операторы — 2023. — 90 с. — ISBN 978-5-8353-3003-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/392165> (дата обращения: 01.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Справочно-библиографическая литература

6.2.1 Рязанцева И.П. Методы решения некорректных задач : Учеб.пособие / И.П. Рязанцева; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2021. - 92 с. - Предм.указ.:с.91-92. - Библиогр.:с.87-90. - ISBN 978-5-502-01439-7 : 404-00.

6.2.2 Функциональный анализ / Л. В. Канторович, Г. П. Акилов. - 3-е изд., перераб. - М. : Наука, 1984. - 752 с.; 22 см.; ISBN В пер. (В пер.)

6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:

6.3.1. Математический институт им. В.А. Стеклова Российской академии наук.
Местоположение — Москва. Год основания — 1967. Сайт —
<http://www.mathnet.ru/faa>

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень информационных справочных систем

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	E-LIBRARY.ru	http://elibrary.ru/defaultx.asp

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	OpenOffice (FreeWare) https://www.openoffice.org/ru/

7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии

специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

— учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

— помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную, информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	6302 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12	Комплект демонстрационного оборудования: • ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе AMD Athlon 2.8 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 250 Гб HDD, монитор 19” – 1 шт. • Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; • Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий	• Microsoft Windows7 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14) • Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3); • Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); • Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0) • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); Dr.Web (C/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- разбор конкретных ситуаций.

При преподавании дисциплины «Социология», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, ZOOM.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений,

качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

Указания изложены в учебном пособии: Рязанцева И.П. Функциональный анализ : Учеб.пособие / И.П. Рязанцева. - Н.Новгород : Изд-во НГТУ, 2011. - 261 с. - Библиогр.:с.251-252. - ISBN 978-5-93272-859-8 : 219-00.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических работах

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- умение понимать смысл лекционного материала, объясняя материал своими словами;
- умение решать задачи;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

Указания изложены в учебном пособии: Рязанцева И.П. Функциональный анализ : Учеб.пособие / И.П. Рязанцева. - Н.Новгород : Изд-во НГТУ, 2011. - 261 с. - Библиогр.:с.251-252. - ISBN 978-5-93272-859-8 : 219-00.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Указания изложены в учебном пособии: Рязанцева И.П. Функциональный анализ : Учеб.пособие / И.П. Рязанцева. - Н.Новгород : Изд-во НГТУ, 2011. - 261 с. - Библиогр.:с.251-252. - ISBN 978-5-93272-859-8 : 219-00.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится комплексная оценка знаний, включающая:

- проведение контрольных работ;
- обсуждение теоретических вопросов;
- решение задач;
- тестирование;
- экзамен.

11.2 Типовые задания к практическим занятиям

Тема 1.1. Метрические пространства:

Пусть X - произвольное множество. Доказать, что $\rho(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{при } x = y \\ 1 & \text{при } x \neq y \end{cases}$ определяет метрику на X .

11.3 Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса

Тема 1.4. Сходимость в метрических и нормированных пространствах

Что означает сходимость в конкретных метрических пространствах? (Выберете 2 пространства)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИНЭУ

“ ___ ” _____ 201__ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины
Б1.Б.17 «Функциональный анализ»
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров

Направление: 01.03.02. Прикладная математика и информатика

Направленность: «Программирование и системный анализ»

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2025

Курс 3

Семестр 5

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20__ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

- 1)
- 2)
- 3)

Разработчик (и): _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание) «__» _____ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ЦЭ
_____ протокол № _____ от «__» _____ 2025 г.

Заведующий кафедрой

С.Н. Митяков

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой УИД _____ «__» _____ 2025 г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» _____ 2025 г.
