

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ
УРАВНЕНИЙ

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической
и учебной работе

Е.И. Скафа



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ»
частично практико-ориентированная дисциплина

Направление подготовки:	<u>01.03.01 Математика</u>
Профиль подготовки:	<u>Математика</u>
Образовательная программа:	<u>Бакалавриат</u>
Квалификация:	Академический бакалавр
Форма обучения:	<u>очная</u>

Донецк 2021

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета математики и
информационных технологий

Моисеенко И.А.



Рабочая программа учебной дисциплины «**Функциональный анализ**» составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 01.03.01 Математика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «10» января 2018 г. № 8; Государственного образовательного стандарта высшего образования (ГОС ВО) Донецкой Народной Республики (ДНР) (проекта) по направлению подготовки 01.03.01 Математика; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики от 10.11.2017 г. № 1171 (с изменениями и дополнениями); учебного плана и основной профессиональной образовательной программы высшего образования направления подготовки 01.03.01 Математика, профиля: «Математика», разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Доцент кафедры математического анализа и
Дифференциальных уравнений, к. ф.-м. н.

Л. Л. Оridoroga

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений

Протокол № 9 от «23» марта 2021 г.

Заведующий кафедрой

В. В. Волчков

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией факультета математики и информационных технологий

Протокол № 4 от «14» апреля 2021 г.

Председатель учебно-методической комиссии
факультета математики и информационных технологий

Л. И. Селякова

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Функциональный анализ» является частично практико-ориентированной дисциплиной и относится к базовой части образовательной программы. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания и умения, формируемые *предшествующими дисциплинами – алгебра и геометрия, математический анализ, топология, комплексный анализ, теория меры и интеграла*. Знания и умения, полученные в ходе изучения дисциплины «Функциональный анализ» являются основой для изучения *последующих дисциплин: вариационное исчисление и методы оптимизации, уравнения математической физики, спецкурсы*; используются при написании выпускной квалификационной работы.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Характеристика учебной дисциплины	Форма обучения	
	Очная	Заочная
Направление подготовки	01.03.01 Математика	
Профиль	Математика	
Образовательная программа	Бакалавриат	
Квалификация	Академический бакалавр	
Количество содержательных модулей и тем	2 (4)	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Базовой части	
Формы контроля	2 модульных контроля, 1 зачёт в 5 семестре, 1 экзамен в 6 семестре	
Год подготовки	3	
Семестр	5, 6	
Количество зачетных единиц	6	
Количество часов всего	216	
в т.ч.:		
- лекционных	53	
- практических или семинарских	70	
- лабораторных		
- самостоятельной работы	93	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов	6	
в т. ч.: - аудиторных	3.5	
- самостоятельной работы студента	2.5	

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины «Функциональный анализ» – фундаментальная подготовка в области функционального анализа; овладение методами решения основных типов задач по функциональному анализу; овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования в приложениях.

Задачи: Показать возможность использования аппарата функционального анализа при решении теоретических и прикладных задач.

Требования к результатам освоения дисциплины. Процесс изучения дисциплины «Функциональный анализ» направлен на формирование элементов следующих **компетенций** в соответствии с ФГОС ВО РФ, ГОС ВО ДНР (проект) по направлению

подготовки 01.03.01 Математика и основной профессиональной образовательной программы высшего образования направления подготовки 01.03.01 Математика, профиля: «Математика»:

Общепрофессиональные компетенции (ОПК):	
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности
ОПК-2	Способен разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении
ОПК-3	Способен использовать в педагогической деятельности научные знания в сфере математики и информатики

Индикаторы достижения компетенций и результаты обучения¹. Достижение компетенций оценивается на основе таких индикаторов и соответствующих им результатов обучения:

Общепрофессиональные компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1. И-1. Может применять полученные знания в других разделах математики	Знает определения и теоремы из курса «Функциональный анализ»
		Знает основные типы линейных нормированных пространств
		Знает свойства важнейших функционалов и операторов
		Умеет применять теоремы функционального анализа в других разделах математики
		Умеет использовать методы функционального анализа при решении различных математических задач
ОПК-2. Способен разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении	ОПК-2. И-1. Понимает возможную область применения функционального анализа в математике и физике	Знает определения и теоремы из курса «Функциональный анализ»
		Знает основные свойства линейных ограниченных функционалов
		Знает свойства операторов, в том числе неограниченных
		Умеет применять на практике функционалы
		Умеет использовать методы теории операторов
ОПК-3. Способен использовать в педагогической деятельности научные знания в сфере математики и информатики	ОПК-3. И-1. Понимает взаимосвязь между различными разделами функционального анализа	Знает определения и теоремы из курса «Функциональный анализ»
		Знает основные разделы предмета «Функциональный анализ»
		Знает связь между теоремами функционального анализа и других разделов математики
		Умеет рассказать формулировки и доказательства основных теорем функционального анализа
		Умеет объяснять основные результаты функционального анализа

¹ Количество индикаторов по каждой компетенции может варьироваться (от одного и более).

4. ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «**Функциональный анализ**» предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельную работу студентов.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративных и исследовательских методов преподавания. При проведении лекций и практических занятий используются мел, доска и тряпка.

В учебном процессе широко применяются активные и интерактивные формы проведения занятий, внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости. В учебном процессе используются интернет-ресурсы по данному курсу; самостоятельная работа; контрольные работы.

Самостоятельная работа студентов предусматривает подготовку к практическим занятиям, подготовку конспектов по отдельным вопросам изучаемых тем, изучение учебной и методической литературы, аннотаций статей.

Тематический план дисциплины «Функциональный анализ»

Темы	Вопросы темы
Содержательный модуль 1. Метрические и нормированные пространства.	
1. Метрические пространства	Метрические пространства. Предел последовательности и предел отображения метрических пространств. Непрерывность отображений. Открытые и замкнутые множества в метрических пространствах. Полные метрические пространства. Сжимающие отображения. Теоремы о неподвижной точке. Интегральные уравнения Фредгольма и Вольтерра. Теорема о вложенных шарах. Множества первой категории и теорема Бэра. Предкомпактные множества. Теорема Арцела. Критерий Хаусдорфа.
2. Нормированные пространства	Нормированное пространство. Скалярное произведение. Предгильбертовы и гильбертовы пространства. Неравенство Шварца. Норма, порожденная скалярным произведением. Ортогональная проекция. Ортогональное дополнение. Ортонормированные системы. Процесс ортогонализации. Неравенство Бесселя и равенство Парсеваля. Полные и тотальные системы векторов. Изоморфизм сепарабельных гильбертовых пространств.
Содержательный модуль 2. Функционалы и операторы.	
3. Линейные функционалы.	Линейные ограниченные функционалы. Норма функционала. Сопряженное пространство. Продолжение ограниченного функционала по непрерывности. Теорема Хана–Банаха. Общий вид функционала в некоторых пространствах. Сильная, слабая и *-слабая сходимости. Теорема Банаха–Штейнгауза. Критерий слабой сходимости последовательности.
4. Операторы.	Линейные ограниченные операторы. Норма оператора. Теорема Банаха об обратном операторе. Неограниченные операторы. Сопряженный оператор. Спектр и резольвента оператора.

	Компактные операторы. Симметрические, самосопряжённые и унитарные операторы. Дифференциальные операторы. Интегральные операторы и интегральные уравнения. Альтернатива фредгольма. Преобразования Фурье. Обобщённые функции.
--	--

* – практико-ориентированные темы.

** – вопросы, выносимые на самостоятельное изучение.

Структура дисциплины «Функциональный анализ» по видам учебной деятельности

Названия содержательных модулей и тем	Количество часов							
	Очная форма обучения				Заочная форма обучения			
	Всего	В т.ч.			Всего	В т.ч.		
		Лекции	Практические	Самостоятельная работа		Лекции	Практические	Самостоятельная работа
Содержательный модуль 1. Метрические и нормированные пространства.								
1. Метрические пространства	62	18	18	26				
2. Нормированные пространства	63	18	18	27				
Всего по модулю 1	125	36	36	53				
Содержательный модуль 2. Функционалы и операторы.								
3. Линейные функционалы	38	7	14	17				
4. Операторы	53	10	20	23				
Итого по содержательному модулю 2	91	17	34	40				
Всего часов	216	53	70	93				

5. ТЕМАТИКА ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Темы лекционных занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Метрические пространства. Примеры.	2
2	Сходимость в метрических пространствах.	2
3	Полные метрические пространства.	2
4	Классификации точек множеств в метрических пространствах.	2
5	Открытые и замкнутые множества.	2
6	Сжимающие отображения. Теоремы о неподвижной точке.	4
7	Множества первой категории. Теорема Бэра.	2
8	Предкомпактные множества. Критерий Хаусдорфа и теорема Арцела.	2
9	Линейные и линейные нормированные пространства.	2

10	Скалярное произведение. Предгильбертовы и гильбертовы пространства.	2
11	Неравенство Шварца. Норма, порожденная скалярным произведением	2
12	Поляризационное тождество. Неравенство Птолемея. Критерий согласованности нормы с некоторым скалярным произведением.	2
13	Ортогональная проекция. Ортогональное дополнение. Ортонормированные системы.	2
14	Процесс ортогонализации.	2
15	Неравенство Бесселя и равенство Парсеваля.	2
16	Полные и тотальные системы векторов.	2
17	Изоморфизм сепарабельных гильбертовых пространств.	2
18	Линейные ограниченные функционалы.	1
19	Норма функционала. Сопряжённое пространство.	1
20	Продолжение ограниченного функционала по непрерывности. Теорема Хана–Банаха.	2
21	Сильная, слабая и *-слабая сходимость.	2
22	Теорема Банаха–Штейнгауза.	1
23	Линейные ограниченные операторы. Норма оператора.	1
24	Теорема Банаха об обратном операторе.	1
25	Неограниченные операторы.	1
26	Сопряжённый оператор.	1
27	Спектр и резольвента оператора.	1
28	Компактные операторы. Симметрические, самосопряжённые и унитарные операторы.	1
29	Дифференциальные операторы.	1
30	Интегральные операторы и интегральные уравнения. Альтернатива Фредгольма.	1
31	Преобразования Фурье.	1
32	Обобщённые функции.	1
	ВСЕГО	53

Темы практических занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Метрические пространства.	4
2	Сходимость в метрических пространствах.	4
3	Сжимающие отображения. Теоремы о неподвижной точке.	6
4	Предкомпактные множества. Критерий Хаусдорфа и теорема Арцела.	4
5	Линейные и линейные нормированные пространства.	4
6	Скалярное произведение. Предгильбертовы и гильбертовы пространства.	4
7	Поляризационное тождество. Неравенство Птолемея. Равенство параллелограмма.	2
8	Процесс ортогонализации.	4
9	Неравенство Бесселя и равенство Парсеваля.	4

10	Линейные ограниченные функционалы.	2
11	Норма функционала. Сопряжённое пространство.	2
12	Продолжение ограниченного функционала по непрерывности. Теорема Хана–Банаха.	2
13	Общий вид функционала в некоторых пространствах.	4
14	Исследование последовательностей на сильную и слабую сходимость.	4
15	Линейные ограниченные операторы. Норма оператора.	4
16	Сопряжённый оператор.	2
17	Спектр и резольвента оператора.	6
18	Интегральные уравнения с вырожденным ядром. Альтернатива фредгольма.	6
19	Преобразования Фурье.	2
	ВСЕГО	70

6. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Метрические пространства. Примеры.	2
2	Сходимость в метрических пространствах.	4
3	Полные метрические пространства.	2
4	Классификации точек множеств в метрических пространствах.	2
5	Открытые и замкнутые множества.	4
6	Сжимающие отображения. Теоремы о неподвижной точке.	6
7	Множества первой категории. Теорема Бэра.	2
8	Предкомпактные множества. Критерий Хаусдорфа и теорема Арцела.	4
9	Линейные и линейные нормированные пространства.	2
10	Скалярное произведение. Предгильбертовы и гильбертовы пространства.	4
11	Неравенство Шварца. Норма, порожденная скалярным произведением	4
12	Поляризационное тождество. Неравенство Птолемея. Критерий согласованности нормы с некоторым скалярным произведением.	4
13	Ортогональная проекция. Ортогональное дополнение. Ортонормированные системы.	2
14	Процесс ортогонализации.	4
15	Неравенство Бесселя и равенство Парсеваля.	2
16	Полные и тотальные системы векторов.	2
17	Изоморфизм сепарабельных гильбертовых пространств.	3
18	Линейные ограниченные функционалы.	2
19	Норма функционала. Сопряжённое пространство.	3
20	Продолжение ограниченного функционала по непрерывности. Теорема Хана–Банаха.	3
21	Общий вид функционала в некоторых пространствах.	3
22	Сильная, слабая и *-слабая сходимость.	2
23	Теорема Банаха–Штейнгауза.	2
24	Критерий слабой сходимости последовательности.	2

25	Линейные ограниченные операторы. Норма оператора.	1
26	Теорема Банаха об обратном операторе.	2
27	Неограниченные операторы.	2
28	Сопряжённый оператор.	2
29	Спектр и резольвента оператора.	3
30	Компактные операторы. Симметрические, самосопряжённые и унитарные операторы.	2
31	Дифференциальные операторы.	3
32	Интегральные операторы и интегральные уравнения. Альтернатива фредгольма.	2
33	Преобразования Фурье.	3
34	Обобщённые функции.	3
	ВСЕГО	93

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Содержательный модуль 1. Метрические и нормированные пространства.

1. Метрические пространства.
2. Предел в метрическом пространстве.
3. Предельные и изолированные точки. Точки прикосновения.
4. Непрерывные отображения метрических пространств.
5. Внутренние, внешние и изолированные точки.
6. Открытые и замкнутые множества. Связь между ними.
7. Связь открытости (замкнутости) с непрерывностью.
8. Полные метрические пространства.
9. Теорема о пополнении.
10. Теоремы о неподвижной точке.
11. Метод последовательных итераций.
12. Интегральные уравнения Фредгольма.
13. Интегральные уравнения Вольтерра.
14. Интегральные уравнения с вырожденным ядром.
15. Теорема о вложенных шарах.
16. Множества первой категории.
17. Теорема Бэра.
18. Предкомпактные множества.
19. Теорема Арцела.
20. Критерий Хаусдорфа.
21. Нормированные пространства.
22. Скалярное произведение.
23. Неравенство Шварца.
24. Предгильбертовы и гильбертовы пространства.
25. Поляризационные тождества в действительном и комплексном гильбертовых пространствах.
26. Ортогональное дополнение.
27. Ортогональные и ортонормированные системы.
28. Полные и тотальные системы векторов.
29. Базисы Гамеля и Шаудера. Ортонормированный базис.
30. Процесс ортогонализации.
31. Равенство Парсеваля. Замкнутые ортонормированные системы.

32. Неравенство Бесселя.
33. Изоморфизм сепарабельных гильбертовых пространств.

Содержательный модуль 2. Функционалы и операторы.

34. Линейные ограниченные функционалы. Норма функционала.
35. Сопряжённое пространство.
36. Теорема Хана–Банаха.
37. Сильная, слабая и *-слабая сходимость.
38. Связь между различными типами сходимости.
39. Теорема Банаха–Штейнгауза.
40. Линейные ограниченные операторы. Норма оператора.
41. Теорема Банаха об обратном операторе.
42. Неограниченные операторы. Замкнутость оператора.
43. Сопряжённый оператор. Область определения оператора сопряжённого к неограниченному.
44. Резольвента оператора.
45. Спектр оператора.
46. Основные свойства спектра ограниченного оператора.
47. Компактные операторы.
48. Симметрические и самосопряжённые операторы.
49. Изометрические операторы. Оператор сдвига.
50. Унитарные операторы.
51. Преобразование Кэли.
52. Спектры самосопряжённых и унитарных операторов.
53. Дифференциальное выражение и дифференциальный оператор.
54. Граничные условия. Максимальный и минимальный оператор.
55. Альтернатива Фредгольма.
56. Преобразование Фурье.
57. Обобщённые функции.

8. ОБРАЗЕЦ ЗАДАНИЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Образовательная программа: бакалавриат
 Направление подготовки: 01.03.01 Математика
 Профиль: Математика
 Очная форма обучения. Семестр: ____
 Учебная дисциплина: _____

Модульная контрольная работа

Вариант № 1.

1. Предел в метрическом пространстве.
2. Теоремы о неподвижной точке.
3. Неравенство Шварца.
4. Процесс ортогонализации.

9. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

Номер задания	Количество баллов
---------------	-------------------

1.	10
2.	10
3.	15
4.	15
Всего	50

10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Образовательная программа: бакалавриат

Направление подготовки: 01.03.01 Математика

Профиль: Математика

Очная форма обучения. Семестр: ____

Учебная дисциплина: _____

Экзаменационный билет № 1.

- 1) Предкомпактные множества. Критерий Хаусдорфа.
- 2) Теорема Хана–Банаха.
- 3) Четыре задачи

Утверждено на заседании кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений, протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой
Экзаменатор

Вит.В. Волчков

ФИО

11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО ЗАДАНИЯ

Номер задания	Количество баллов
1.	10
2.	10
3.	80
Всего	100

12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа (включая выполнение СРС и ИРС (при наличии)) оценивается в 30 баллов в каждом из семестров. В разрезе отдельных тем оценивание осуществляется следующим образом.

Оценивание СРС и ИРС по дисциплине «Функциональный анализ»

Названия содержательных модулей и тем	СРС	ИРС
Содержательный модуль 1. Метрические и нормированные пространства.		
1. Метрические пространства.	15	
2. Нормированные пространства.	15	
Итого по 1-му содержательному модулю	30	

Содержательный модуль 2. Функционалы и операторы.		
1. Линейные функционалы.	15	
2. Операторы.	15	
Итого по 2-му содержательному модулю	30	
Всего баллов	60	

13. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ОБЩЕЙ УСПЕВАЕМОСТИ

В течение семестра обучающийся может заработать баллы за следующие виды деятельности: выполнение текущих контрольных и самостоятельных работ - 50 баллов, модульный контроль по вопросам к промежуточной аттестации – 50 баллов. По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кого набранные баллы не устраивают, сдают экзамен. Максимальное количество баллов за экзамен – 100. Оценка за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на экзамене и выставляется согласно шкале, принятой в ДонНУ.

Если экзаменационная дисциплина

Содержательные модули	Вид работы	Баллы
Содержательный модуль 2	Организационно-учебная работа студента в	30
	Самостоятельная работа	30
	Итого	60
Экзамен		40
Общий итог		100

Если зачетная дисциплина

Содержательные модули	Вид работы	Баллы
Содержательный модуль 1	Организационно-учебная работа студента в	20
	Самостоятельная работа	30
	Модульная контрольная работа	50
	Итого	100
Общий итог		100

Порядок оценивания учебных достижений обучающихся

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале	
		экзамен, дифференцированный зачет	зачет
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной аттестации	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при	не зачтено

		условии обязательного набора дополнительных баллов	
--	--	---	--

14. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в главном учебном корпусе университета. Для проведения лекционных и практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных.

В процессе обучения студенты имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине «Функциональный анализ», размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ГОУ ВПО «ДонНУ». С использованием ресурсов платформы дистанционного образования также осуществляется текущий контроль знаний студентов на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

15. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<i>Основная литература</i>			
1.	Колмогоров, А. Н. Элементы теории функций и функционального анализа : [Учеб. пособие мат. специальностей ун-тов] / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. - 6-е изд. - М. : Наука, 1989. - 624 с.	8	
2.	Деркач, В. А. Лекции по функциональному анализу : Учеб. пособие / В. А. Деркач. - Донецк : ДонНУ, 2005. - 133 с.	49	
3.	Деревягин, М. С. Лекции по функциональному анализу [Текст]. Ч. 2 : Линейные операторы / М. С. Деревягин, В. А. Деркач ; Донецкий нац. ун-т. - Донецк : ДонНУ, 2008. - 111 с.	45	
4.	Деревягин, М. С. Задачи к курсу функционального анализа : Метод. пособие : [для студентов специальностей "Математика", "Статистика" и "Прикладная математика" дневной и заоч. форм обучения]. Ч. 1 : Метрические пространства / М. С. Деревягин, В. А. Деркач, М. М. Маламуд ; Донец. нац. ун-т. - Донецк : ДонНУ, 2005. - 49 с.	53	
5.	Деркач, В. А. Задачи к курсу функционального анализа : метод. пособие : [для студентов специальностей "Математика", "Статистика" и "Прикладная математика" всех форм обучения]. Ч. 2 : Линейные	49	

	функционалы / В. А. Деркач, И. Ю. Доманов, М. М. Маламуд ; Донец. нац. ун-т. - Донецк : ДонНУ, 2006. - 46 с.		
Дополнительная литература			
6.	Березанский, Ю. М. Функциональный анализ : Курс лекций / Ю. М. Березанский, Г. Ф. Ус, З. Г. Шефтель. - К. : Выща шк., 1990. - 600 с.	66	
7.	Треногин, В. А. Задачи и упражнения по функциональному анализу : учеб. пособие для ун-тов по специальности "Математика" и "Прикл. математика" / В. А. Треногин, Б. М. Писаревский, Т. С. Соболева. - 2-е изд. - М. : Физматлит, 2002. - 239 с.	10	
8.	Городецкий, В. В. Методы решения задач по функциональному анализу : [Учеб. пособие для ун-тов по специальностям "Математика", "Прикл. математика"] / В. В. Городецкий, Н. И. Нагнибида, П. П. Настасиев. - К. : Выща шк., 1990. - 477,[2] с.	62	

Допускается использование ЭБС, с которыми у Университета заключен договор и к которым есть доступ через сайт научной библиотеки ДонНУ со страницы <http://library.donnu.ru/russ/infpro.html>

16. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614);
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
4. Лицензии GPL для свободного программного обеспечения: Антивирус Касперского, Libre Office, Adobe Acrobat Reader, xPDF, Paint.NET.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений без изменений на 2022 год. Протокол заседания кафедры № 10 от 22.04.2022 г.

Зав. кафедрой


подпись

Вит. В. Волчков
ФИО