

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ястребов Олег Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 27.06.2024 15:19:32

Уникальный программный ключ:

ca953a01204891083f939673078ef1a989aae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

**«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

**Факультет физико-математических и естественных наук**

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

#### 01.03.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

#### ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ПРОГРАММИРОВАНИЕ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2024 г.

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Функциональный анализ» входит в программу бакалавриата «Прикладная математика и программирование» по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» и изучается в 4, 5 семестрах 2, 3 курсов. Дисциплину реализует Вечерне-заочное отделение факультета ФМиЕН. Дисциплина состоит из 4 разделов и 8 тем и направлена на изучение основ теории меры, функциональных пространств и (в основном) линейных операторов.

Целью освоения дисциплины является формирование у учащихся универсального языка математики, которым уже давно стал функциональный анализ, объединив общие теории, выросшие из основных понятий математического анализа, Основное содержание дисциплины связано с линейной теорией, хотя исследованию нелинейных отображений также уделяется внимание, при этом элементы нелинейного функционального анализа более подробно освещаются в последующих дисциплинах. Курс необходим для усвоения практически всех математических дисциплин направления, прежде всего, теории уравнений с частными производными.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Функциональный анализ» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

*Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)*

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как некоторую математическую систему, выявляя ее составляющие и связи между ними; УК-1.2 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению; УК-1.3 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников;
ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1 Представляет результаты работы в виде научной публикации (тезисы доклада, статья, обзор) на русском и английском языке; ОПК-4.2 Представляет результаты своей работы в устной форме на русском и английском языке;
ПК-1	Способен к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области	ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР; ПК-1.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР; ПК-1.3 Выбирает методы исследования для решения поставленных задач НИР; ПК-1.4 Проводит первичный поиск информации по заданной тематике; ПК-1.5 Способен изучать математическую структуру с применением расчётных методов; ПК-1.6 Способен публично представлять известные научные исследования; ПК-1.7 Способен представлять собственные научные достижения;

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Функциональный анализ» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Функциональный анализ».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Математический анализ; Линейная алгебра и аналитическая геометрия; Обучение служением;	Научно-исследовательская работа; Преддипломная практика;
ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности		<i>Графический дизайнер**;</i> Случайные процессы и теория массового обслуживания; Элементы компьютерной алгебры и пакеты математических вычислений;
ПК-1	Способен к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области	Компьютерные науки и технологии программирования; Дискретная математика и математическая логика;	<i>Научно-исследовательская работа;</i> <i>Преддипломная практика;</i> <i>Графический дизайнер**;</i> <i>Технологии и практика программирования на языке Python для технических специальностей**;</i> <i>Научный семинар по дифференциальным и функционально-дифференциальным уравнениям;</i> <i>Машинное обучение в телекоммуникациях**;</i> <i>Модели мультисервисных сетей с приоритетами**;</i> <i>Моделирование процессов с учетом прошлых состояний системы**;</i> <i>Эконометрика**;</i> <i>Экспоненциальные сети массового обслуживания**;</i> <i>Нелинейные модели математической физики**;</i> <i>Анализ временных рядов и панельных данных**;</i> <i>Основы финансовой математики и теория оптимального портфеля</i>

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
			<i>ценных бумаг**;  Математические и компьютерные методы оптимизаций**;  Случайные процессы и теория массового обслуживания;  Элементы компьютерной алгебры и пакеты математических вычислений;  Численные методы;  Элементы компьютерных технологий в исследовании операций**;</i>

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

\*\* - элективные дисциплины /практики

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Функциональный анализ» составляет «8» зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)	
			4	5
Контактная работа, ак.ч.	136		68	68
Лекции (ЛК)	68		34	34
Лабораторные работы (ЛР)	0		0	0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	68		34	34
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	98		40	58
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	54		36	18
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>288</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

Общая трудоемкость дисциплины «Функциональный анализ» составляет «8» зачетных единиц.

Таблица 4.2. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очно-заочной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			7
Контактная работа, ак.ч.	34		34
Лекции (ЛК)	17		17
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	17		17
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	227		227
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	27		27
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>288</b>	<b>288</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 1	Теория меры и интеграла Лебега	1.1	Построение меры Лебега. Построение интеграла по измеримому множеству для произвольной комплекснозначной измеримой функции. Свойства интеграла Лебега.	ЛК, СЗ
		1.2	Теоремы о предельном переходе под знаком интеграла. Теорема Фубини. Лебеговы пространства	ЛК, СЗ
Раздел 2	Метрические пространства	2.1	Основные понятия метрического пространства, полнота, компактность. Теорема Стоуна-Вейерштрасса о приближении.	ЛК, СЗ
		2.2	Непрерывные отображения метрических пространств. Неподвижные точки. Принцип сжимающих отображений и его применения. Принцип Шаудера и его применения.	ЛК, СЗ
Раздел 3	Банаховы и гильбертовы пространства	3.1	Нормированные и банаховы пространства. Неравенства Гельдера и Минковского. Сопряженное пространство. Слабая сходимость. Представление линейных непрерывных функционалов в банаховых пространствах. Теорема Хана-Банаха.	ЛК, СЗ
		3.2	Пространства со скалярным произведением. Гильбертовы пространства. Ряды Фурье.	ЛК, СЗ
Раздел 4	Линейные операторы в банаховых и гильбертовых пространствах	4.1	Пространство линейных ограниченных операторов, норма оператора. Теорема Банаха-Штейнгауза и ее применения. Теорема Банаха об обратном операторе. Замкнутые операторы, теорема о замкнутом графике. Резольвента, спектр, собственные значения линейного ограниченного оператора в банаховом пространстве, формула спектрального радиуса.	ЛК, СЗ
		4.2	Уравнения с компактным оператором, теоремы Фредгольма. Сопряженный к линейному ограниченному оператору в гильбертовом пространстве. Самосопряженные операторы, унитарные операторы, неотрицательные и положительно определенные операторы, ортопроекторы. Спектральные свойства компактных самосопряженных операторов в гильбертовом пространстве. Теорема Гильберта-Шмидта.	ЛК, СЗ

\* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий	

	лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература:

1. Рудин У. Основы математического анализа. – М.: Мир, 1976. – 320 с.
2. Треногин В.А. Функциональный анализ. – М.: Наука, 1980. – 496 с.
3. Треногин В.А., Писаревский Б.М., Соболева Т.С. Задачи и упражнения по функциональному анализу. – М.: Наука, 1984. – 256 с.

### Дополнительная литература:

1. Рудин У. Функциональный анализ. – М.: Мир, 1975. – 445 с.
2. Ниренберг Л. Лекции по нелинейному функциональному анализу. – М.: Мир, 1977. – 232 с.

### Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS

<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

1. Курс лекций по дисциплине «Функциональный анализ».

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система\* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Функциональный анализ» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

\* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.



## РАЗРАБОТЧИК:

Профессор, Математический  
институт им. С.М. Никольского

*Должность, БУП*

*Подпись*

Россовский Леонид  
Ефимович

*Фамилия И.О.*

## РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Директор, Математический  
институт им. С.М. Никольского

*Должность БУП*

*Подпись*

Муравник Андрей  
Борисович

*Фамилия И.О.*

## РУКОВОДИТЕЛИ ОП ВО:

Научный руководитель,  
Математический институт им.  
С.М. Никольского

*Должность, БУП*

*Подпись*

Скубачевский Александр  
Леонидович

*Фамилия И.О.*

Доцент, Математический  
институт им. С.М. Никольского

*Должность, БУП*

*Подпись*

Галахов Евгений  
Игоревич

*Фамилия И.О.*