

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт прикладной математики и компьютерных наук  
Кафедра «Прикладная математика и информатика»

Утверждено на заседании кафедры  
«Прикладная математика и информатика»  
24 января 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой

 М.В. Грязев

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«Функциональный анализ»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки  
**01.04.02 Прикладная математика и информатика**

с направленностью (профилем)  
**Перспективные методы искусственного интеллекта  
в сетях передачи и обработки данных**

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 010402-01-22

Тула 2022 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик:**

Иванов В.И., проф. каф. ПМИИ, д.ф.-м.н., профессор

---

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



---

(подпись)

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Целью** освоения дисциплины (модуля) является формирование математической культуры, фундаментальная подготовка в области функционального анализа, возникшего в результате взаимодействия и последующего обобщения на бесконечномерный случай идей и методов математического анализа, геометрии и линейной алгебры.

**Задачами** освоения дисциплины (модуля) являются:

- освоение, изучение основных понятий, определений и утверждений функционального анализа;
- приобретение навыков решения и исследования линейных интегральных уравнений второго рода, других задач функционального анализа;
- изучение приложений функционального анализа в других математических дисциплинах.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина (модуль) относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается в первом семестре.

## **3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

**Знать:**

- 1) обладать базовыми знаниями, полученными в области математических и естественных наук (код компетенции – ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.1).

**Уметь:**

- 1) использовать в профессиональной деятельности фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук (код компетенции – ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.2).

**Владеть:**

- 1) навыками решения задач профессиональной деятельности на основе полученных теоретических знаний (код компетенции – ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.3).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

## **4 Объем и содержание дисциплины (модуля)**

**4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
1	Э	5	180	12	24			2	0,25	141,75
Итого	–	5	180	12	24			2	0,25	141,75

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

## 4.2 Содержание лекционных занятий

### Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<i>1 семестр</i>	
1	Компактность в метрическом пространстве. Полная ограниченность. Критерий Хаусдорфа. Теорема Арцела о предкомпактности множества в $C[a, b]$ . Теорема Рисса об общем виде линейного непрерывного функционала в $C[a, b]$ .
2	Некомпактность единичного шара в бесконечномерном нормированном пространстве. Рефлексивные нормированные пространства. Примеры. Слабая компактность шара в рефлексивном пространстве.
3	Счетно нормированные пространства. Пространство бесконечно дифференцируемых финитных функций. Обобщенные функции. Основные операции над обобщенными функциями.
4	Теория Рисса-Шаудера для линейных уравнений 2-го рода.
5	Нормальная разрешимость линейных операторов. Теорема Хаусдорфа. Нетеровы и Фредгольмовы операторы. Теорема С.М. Никольского.
6	Собственные значения и собственные векторы вполне непрерывного самосопряженного оператора. Теорема Гильберта-Шмидта.

## 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

### Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<i>1 семестр</i>	
1	Линейные нормированные пространства.
2	Норма линейного функционала.
3	Обобщенные функции.
4	Обобщенные функции.
5	Норма линейного оператора.
6	Сильная и равномерная сходимость линейных операторов.

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
7	Сопряженные и самосопряженные линейные операторы.
8	Обратный линейный оператор.
9	Спектр, спектральный радиус и резольвента линейного оператора.
10	Спектр линейного вполне непрерывного оператора.
11	Теория Рисса-Шаудера для линейных уравнений 2-го рода.
12	Собственные значения и собственные векторы вполне непрерывного самосопряженного оператора. Теорема Гильберта-Шмидта.

#### 4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

##### Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>1 семестр</i>	
1	Самостоятельное изучение разделов дисциплины.
1	Выполнение индивидуального домашнего задания.
2	Подготовка к практическим занятиям.
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение.

### 5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

##### Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
<i>1 семестр</i>			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность Обучающегося:</b>	
		Посещение лекционных занятий	3
		Работа на практических занятиях	5
		Выполнение домашнего задания	22
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность Обучающегося:</b>	
		Посещение лекционных занятий	3

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
		Работа на практических занятиях	5
		Выполнение домашнего задания	22
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

### Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

## 6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется учебная аудитория, оборудованная доской для написания мелом.

## 7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература

1. Треногин, В. А. Функциональный анализ: учебник / В. А. Треногин. — 4-е, изд. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 488 с. — ISBN 978-5-9221-0804-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59471>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Треногин, В. А. Задачи и упражнения по функциональному анализу: учебное пособие / В. А. Треногин, Б. М. Писаревский, Т. С. Соболева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 240 с. — ISBN 5-9221-0271-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2342>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Краснов М.Л. Интегральные уравнения. Задачи и примеры с подробными решениями: учебное пособие для вузов / М.Л. Краснов, А.И. Киселев, Г.И. Макаренко. — 3-е изд., испр. — М.: УРСС, 2007. — 192 с.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Канторович Л.В. Функциональный анализ / Л.В. Канторович, Г.П. Акилов. — 4-е изд., испр. — СПб.: БХВ-Петербург: Невский диалект, 2004. — 816с.

2. Скопин, В. А. Функциональный анализ и интегральные уравнения: методические указания к самостоятельной работе / В. А. Скопин, И. А. Седых. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 17 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/55174.html> (дата обращения: 27.01.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3. Васильева, А. Б. Интегральные уравнения: учебник / А. Б. Васильева, Н. А. Тихонов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2009. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-0911-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/42> (дата обращения: 27.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. <http://window.edu.ru> – Единое окно доступа к образовательным ресурсам.
2. <http://elibrary.ru/> – Научная Электронная Библиотека eLibrary.
3. <http://cyberleninka.ru/> – КиберЛенинка — научная электронная библиотека.
4. <http://www.intuit.ru> – Национальный открытый университет «ИНТУИТ».

## **9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Пакет офисных приложений «МойОфис».

### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются.