

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН  
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКО-ТАДЖИКСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ»**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ  
ДИСЦИПЛИНЫ  
«Основы функционального анализа»**

**Направление подготовки – 03.02.03 «Физика»**

**Форма подготовки – очная**

**Уровень подготовки – бакалавриат**

Душанбе – 2023

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 07.08.2020г. № 891


При разработке рабочей программы учитываются

- требования работодателей, профессиональных стандартов по направлению;
- содержание программ дисциплин, изучаемых на предыдущих и последующих этапах обучения;
- новейшие достижения в данной предметной области.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математики и физики, протокол № 1 от «28» августа 2023г.


Рабочая программа утверждена УМС Естественного факультета, протокол № 1 от «28» августа 2023г.

Рабочая программа утверждена Ученым советом Естественного факультета, протокол № 1 от «29» 08. 2023г.

Заведующий кафедрой к.ф.-м.н., доцент  Гаибов Д.С.

Зам.председателя УМС факультета  Абдулхаева Ш.Р.

Разработчик: к.ф.-м.н., доцент  Гаибов Д.С.

Разработчик от организации:  Аклодов Д.М.

## Расписание занятий дисциплины

Таблица 1

Ф.И.О. преподавателя	Аудиторные занятия		Приём СРС	Место работы преподавателя
	лекция	Практические занятия (КСР, лаб.)		
Гаибов Д.С.				

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 1.1. Цели изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Основы функционального анализа» является:

- оснащение студентов математическим аппаратом, необходимым для применения математических методов в практической деятельности и в исследованиях;
- ознакомление студентов с понятиями, фактами и методами, составляющими теоретические основы функционального анализа;
- предоставление студентам знания по метрическим пространствам, функционалам и операторам в банаховых пространствах, необходимые для понимания оснований теории вероятностей, других математических дисциплин и финансовой математики.

#### 1.2. Задачи изучения дисциплины:

Задачами изучения дисциплины «Основы функционального анализа» являются:

- теоретическое освоение студентами современных концепций и моделей функционального анализа;
- приобретение практических навыков применения аппарата функционального анализа в математике и финансовой математике;
- освоение понятия метрического пространства, банахова пространства;
- понимание теоретических основ применений функционального анализа.

#### 1.3. Требования к результатам освоения дисциплины:

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций):

Таблица 2

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Вид оценочного средства
<b>УК-1</b>	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p><b>ИУК-1.1.</b> Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи;</p> <p><b>ИУК-1.2.</b> Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи;</p> <p><b>ИУК-1.3.</b> Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки;</p> <p><b>ИУК-1.4.</b> Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки.</p>	Устный опрос  Коллоквиум

		Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. <b>ИУК-1.5.</b> Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.	Дискуссия
<b>ПК-2</b>	Способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных	<b>ИПК 2.1.</b> Знает: - основы теоретической и экспериментальной физики, экспериментальные основы и технику проведения современного научного эксперимента в этих областях. - современные методы измерений и приборную базу, и определения основных физических величин и понятий всех разделах физики, такие как спектроскопии, физики твердого тела и т.д. - историю развития, основные достижения, современные тенденции и современную экспериментальную базу. <b>ИПК 2.2.</b> Умеет: - проводить измерения характеристик структур объектов и осуществлять приготовление образцов и подготовку приборов для проведения измерений. - обрабатывать полученные экспериментальные данные и проводить необходимые математические преобразования массивов данных, а также делать оценки по порядку величины. <b>ИПК 2.3.</b> Владеет: - навыками работы с современным экспериментальным оборудованием и компьютерного управления современными экспериментальными установками с использованием специального программного обеспечения; - компьютерной обработки полученных экспериментальных данных и использования электронно-вычислительной техники для расчетов и презентации полученных результатов. - грамотного использования физического научного языка	Устный опрос  Презентация  Дискуссия

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы функционального анализа» относится к обязательным дисциплинам учебного плана направления ВО «Физика» (Б1.В.01), изучается на 4 семестре.

При освоении данной дисциплины необходимы умения и готовность («входные» знания) обучающегося по дисциплинам 1-4, указанных в Таблице 2.

Теоретической дисциплиной и практикой, для которой освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее является 5.

Таблица 3

№	Название дисциплины	Семестр	Место дисциплины в структуре ОПОП
1.	Математический анализ	1-4	Б1.О.12
2.	Линейная алгебра	1-3	Б1.О.14
3.	Дифференциальные и интегральные уравнения	3	Б1.О.16
4.	Комплексный анализ (теория функций комплексного переменного)	3	Б1.О.15

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, КРИТЕРИИ НАЧИСЛЕНИЯ БАЛЛОВ

**Объем дисциплины** «Основы функционального анализа» составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых: лекции – 14 часов, практические занятия – 14 часов, КСР – 14 часов, самостоятельная работа – 30 часов, всего часов аудиторной нагрузки – 42 часов. Зачет – 4-ый семестр

#### 3.2. Структура и содержание теоретической части курса IV семестр

**Тема 1. Элементы теории множеств.** Место функционального анализа среди других математических дисциплин. 1 час

(Обозначение и задание множеств, операции над множествами, свойства. Отношения и функции.)

**Тема 2. Отображение множеств.** Эквивалентные множества (теорема Кантора – Бернштейна). 1 час

(Отображение множества  $A$  во множество  $B$  – это правило, по которому каждому элементу множества  $A$  ставится в соответствие элемент (или элементы) множества  $B$ . В том случае если в соответствие ставится единственный элемент, то данное правило называется *однозначно определённой* функцией или просто функцией. отношение эквивалентности и порядка.)

**Тема 3. Изометрия.** Открытые и замкнутые множества, их свойства. Сходящиеся последовательности и предельные точки. Виды сходимости. 1 час  
(Стандартные изометрические проекции. Визуализация. Матричные преобразования. Ограничения аксонометрической проекции. Множества. Виды сходимости.)

**Тема 4. Принцип сжатых отображений** (теорема С. Банаха). 1 час  
(Итерационный метод последовательных приближений и его применение к решению алгебраических и функциональных уравнений).

**Тема 5. Задачи, приводящие к интегральным уравнениям.** 1 час  
(Задача о таутохроме. Задачи Коши для дифференциальных уравнений первого порядка. Задача Коши для линейных уравнений высших порядков. Краевые задачи для дифференциальных уравнений).

**Тема 6. Линейные операторы.** 1 час  
(Определение, свойства и примеры линейных нормированных пространств).

**Тема 7. Базис, размерность.** Понятие меры и интеграла. 1 час

(Основные определения. Замечания. Разложение вектора по базису. Мера. Интеграл).

**Итого: 14 ч**

### 3.2. Структура и содержание практической части курса

V семестр

- Тема 1. Сравнение множеств по мощности. 1 час  
 Тема 2. Непрерывные отображения метрических пространств. 1 час  
 Тема 3. Основные классы интегральных уравнений (уравнения линейные и нелинейные). 1 час  
 Тема 4. Линейность, непрерывность, норма оператора. 1 час  
 Тема 5. Ряд Неймана. Приложение к интегральным уравнениям. 1 час  
 Тема 6. Метод итерированных ядер. Сопряженные операторы – 1 час (Интегральный оператор с непрерывными и суммированными ядрами. Решение интегральных уравнений с вырожденными ядрами. Теоремы Фредгольма).  
 Тема 7. Теорема о свертке, интегральное уравнение Фредгольма типа свертки. 1 час  
 (Общая теория. Уравнения первого рода. Уравнения второго рода).

**Итого: 14 ч**

### 3.3. Структура и содержание КСР

V семестр

- Занятие 1. Пополнение метрического пространства.  
 Занятие 2. Применение принципа сжатых отображений для решения интегральных уравнений. 4 часа  
 Занятие 3. *sin* и *cos* преобразования. 4 часа  
 Занятие 4. Свойства преобразования Лапласа. 4 часа

**Итого: 14 ч**

Таблица 4

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Лит-ра	Кол-во баллов в неделю
		Лек.	Пр.	КСР	СРС		
V семестр							
1	1. Элементы теории множеств. Место функционального анализа среди других математических дисциплин.	2	–	–	2	1-4	12,5
2	Сравнение множеств по мощности	–	2	–	2	1-4	12,5
3	Отображение множеств. Эквивалентные множества (теорема Кантора – Бернштейна).	2	–	–	2	1-4	12,5
4	Непрерывные отображения метрических пространств	–	2	–	2	1-4	12,5
5	Изометрия. Открытые и замкнутые множества, их свойства. Сходящиеся последовательности и предельные точки. Виды сходимости.	2	–	–	2	1-4	12,5

6	Понятия полноты метрического пространства. Пополнение метрического пространства.	–	–	2	2	1-4	12,5
7	Принцип сжатых отображений (теорема С. Банаха). Итерационный метод последовательных приближений и его применение к решению алгебраических и функциональных уравнений.	2	–	–	2	1-4	12,5
8	<b>3. Интегральные уравнения.</b> Основные классы интегральных уравнений (уравнения линейные и нелинейные).	–	2	–	2	1-4	12,5
9	Задачи, приводящие к интегральным уравнениям.	2	–	–	2	1-4	12,5
10	Применение принципа сжатых отображений для решения интегральных уравнений.	–	–	2	2	1-4	12,5
11	<b>4. Линейные операторы.</b> Определение, свойства и примеры линейных нормированных пространств. КСР: Применение принципа сжатых отображений для решения интегральных уравнений.	2	–	2	2	1-4	12,5
12	Лебега в евклидовом пространстве. Определение линейного функционала и оператора, основные свойства и примеры. Линейность, непрерывность, норма оператора.	–	2	–	2	1-4	12,5
13	Базис, размерность. Понятие меры и интеграла	2	–	–	2	1-4	12,5
14	Пространство операторов. Действия над операторами, обратный оператор. Ряд Неймана. Приложение к интегральным уравнениям.	–	2	–	2	1-4	12,5
15	Метод итерированных ядер. Сопряженные операторы. Интегральный оператор с непрерывными и суммированными ядрами. Решение интегральных уравнений с вырожденными ядрами. Теоремы Фредгольма. КСР: <i>sin</i> и <i>cos</i> преобразования.	–	2	2	2	1-4	12,5
16	<b>5. Интегральные преобразования.</b> Прямое и обратное преобразования Фурье, особенности разложения функций в интеграл Фурье. <i>sin</i> и <i>cos</i> преобразования.	–	–	2	–	1-4	12,5
17	Теорема освертке, интегральное уравнение Фредгольма типа свертки. КСР: Свойства преобразования Лапласа.	–	2	2	–	1-4	12,5
18	Преобразование Лапласа, оригинал и	–	–	–	–	1-4	12,5

изображение. Свойства преобразования Лапласа.			2			
<b>Итого по семестру:</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>30</b>		200

### Формы контроля и критерии начисления баллов

Контроль усвоения студентом каждой темы осуществляется в рамках балльно-рейтинговой системы (БРС), включающей текущий, рубежный и итоговый контроль. Студенты **2 курсов**, обучающиеся по кредитно-рейтинговой системе обучения, могут получить максимально возможное количество баллов - 300. Из них на текущий и рубежный контроль выделяется 200 баллов или 49% от общего количества.

На итоговый контроль знаний студентов выделяется 51% или 100 баллов.

Порядок выставления баллов: 1-й рейтинг (1-7 недели до 12,5 баллов+12,5 баллов (8 неделя – Рубежный контроль №1) = 100 баллов), 2-й рейтинг (9-15 недели до 12,5 баллов+12,5 баллов (16 неделя – Рубежный контроль №2) = 100 баллов), итоговый контроль 100 баллов.

К примеру, за текущий и 1-й рубежный контроль выставляется 100 баллов: лекционные занятия – 21 балл, за практические занятия (КСР, лабораторные) – 31,5 балл, за СРС – 17,5 баллов, требования ВУЗа – 17,5 баллов, рубежный контроль – 12,5 баллов.

В случае пропуска студентом занятий по уважительной причине (при наличии подтверждающего документа) в период академической недели деканат факультета обращается к проректору по учебной работе с представлением об отработке студентом баллов за пропущенные дни по каждой отдельной дисциплине с последующим внесением их в электронный журнал.

Итоговая форма контроля по дисциплине (зачет) проводится как в форме тестирования, так и в традиционной (устной) форме. Тестовая форма итогового контроля по дисциплине предусматривает: для естественнонаучных направлений – 10 тестовых вопросов на одного студента, где правильный ответ оценивается в 10 баллов. Тестирование проводится в электронном виде, устный экзамен на бумажном носителе с выставлением оценки в ведомости по аналогичной системе с тестированием.

**для студентов 2 курсов**

**Таблица 5**

Неделя	Активное участие на лекционных занятиях, написание конспекта и выполнение других видов работ*	Активное участие на практических (семинарских) занятиях, КСР	СРС Написание реферата, доклада, эссе Выполнение других видов работ	Выполнение положения высшей школы (установленная форма одежды, наличие рабочей папки, а также других пунктов устава высшей школы)	Всего
1	2	3	4	5	7
1	3	4	3	2,5	12,5
2	3	4	3	2,5	12,5
3	3	4	3	2,5	12,5
4	3	4	3	2,5	12,5



5	3	4	3	2,5	12,5
6	3	4	3	2,5	12,5
7	3	4	3	2,5	12,5
8	3	4	3	2,5	12,5
<b>Первый рейтинг</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>100</b>
1	3	4	3	2,5	12,5
2	3	4	3	2,5	12,5
3	3	4	3	2,5	12,5
4	3	4	3	2,5	12,5
5	3	4	3	2,5	12,5
6	3	4	3	2,5	12,5
7	3	4	3	2,5	12,5
8	3	4	3	2,5	12,5
<b>Второй рейтинг</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>100</b>
<b>Итого</b>	<b>48</b>	<b>64</b>	<b>48</b>	<b>40</b>	<b>200</b>

Формула вычисления результатов дистанционного контроля и итоговой формы контроля по дисциплине за семестр для студентов 2-х курсов:

$$ИБ = \left[ \frac{(P_1 + P_2)}{2} \right] \cdot 0,49 + Эи \cdot 0,51$$

, где ИБ – итоговый балл,  $P_1$ - итоги первого рейтинга,  $P_2$ - итоги второго рейтинга, Эи – результаты итоговой формы контроля (зачет)

#### **4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Самостоятельная работа позволяет оптимально сочетать теоретическую и практическую составляющие обучения. При этом обеспечивается упорядочивание теоретических знаний, что, в конечном счёте, приводит к повышению мотивации обучающихся в их освоении. Самостоятельная работа планируется и организуется с целью углубления и расширения теоретических знаний, формирования самостоятельного логического мышления. Организация этой работы позволяет оперативно обновлять содержание образования, создавая предпосылки для формирования базовых (ключевых) компетенций категории интеллектуальных (аналитических) и обеспечивая, таким образом, качество подготовки специалистов на конкурентоспособном уровне. Из всех ключевых компетенций, которые формируются в процессе выполнения самостоятельных работ, следует выделить следующие: умение учиться, умение осуществлять поиск и интерпретировать информацию, повышение ответственности за собственное обучение.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать справочную и специальную литературу;

- развития познавательных способностей и активности студентов;
- творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

По дисциплине «Основы функционального анализа» используется два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

К основным аудиторным видам относятся:

- Активная работа на лекциях
- Активная работа на практических занятиях
- Контрольно-обучающие программы тестирования (КОПТ).
- Выполнение контрольных работ.

Внеаудиторная работа проводится в следующих видах:

- Проработка лекционного материала,
- Подготовка к практическим занятиям,
- Подготовка к аудиторным контрольным работам,
- Выполнение ИДЗ,
- Подготовка к защите ИДЗ,
- Подготовка к зачету, экзамену.

**4.1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Основы функционального анализа» включает в себя:**

№ п/п	Объем СРС в ч.	Тема СРС	Форма и вид СРС	Форма контроля
V семестр				
1	2	Проверка аксиом метрического пространства	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
2	2	Вычисление расстояния Хаусдорфа;	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
3	2	Построение сжимающих отображений для алгебраических уравнений	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
4	2	Построение сжимающих отображений для дифференциальных уравнений	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
5	2	Оценка погрешности в методе сжимающих отображений;	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
6	2	Построение фракталов с помощью сжимающих отображений;	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
7	2	Вычисление размерности фракталов.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
8	2	Вычисление мер подмножеств конечного множества;	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы

9	2	Вычисление интегралов по мере на конечном множестве;	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
10	2	Вычисление интегралов с помощью теоремы Фубини;	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
11	2	Метод наименьших квадратов в $L$ для конечных множеств;	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
12	2	Проверка линейности и непрерывности функционалов;	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
13	2	Проверка линейности и непрерывности операторов;	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
14	2	Вычисление действий операторов;	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
15	2	Вычисление норм операторов и нахождение обратных операторов.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
<b>Итого 30ч</b>				

#### **4.2. Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению**

Индивидуальные домашние задания (ИДЗ) по дисциплине «Основы функционального анализа» предназначены для студентов очной форм обучения нематематических факультетов, изучающих курс математики в соответствии с требованиями Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) по соответствующим направлениям подготовки. Работа содержит 12 индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) по 30 вариантов в каждом, содержащих различные задания по дисциплине «Основы функционального анализа».

Целью настоящего комплекта ИДЗ является ознакомление студентов с основами линейной алгебры и началами математического анализа. При решении заданий по линейной алгебре учащиеся отработают навыки действий с определителями и матрицами, а также решения систем неоднородных и однородных линейных алгебраических уравнений. При решении заданий по математическому анализу студенты освоят технику вычисления пределов функции, получат навыки исследования функций одной переменной с применением аппарата дифференциального исчисления.

В целом, самостоятельное решение индивидуальных заданий позволяет углубить теоретические знания, отработать практические навыки решения задач по дисциплине. Во введении к работе приведены примеры решения типовых заданий по теме с необходимыми методическими указаниями.

Накопление большого количества оценок за ИДЗ, самостоятельные и контрольные работы в аудитории позволяет контролировать учебный процесс, управлять им, оценивать качество усвоения изучаемого материала.

#### **4.3. Требования к предоставлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Данный элемент должен содержать описание целей выполнения задания студентом, в соответствии с которыми ставятся задачи, которые предстоит ему

решить. Должны быть указаны правила выбора варианта, структура работы, требования к представлению и оформлению результатов (если нет методических инструкций и других руководств для выполнения), этапы выполнения.

ИДЗ (индивидуальное домашнее задание) выполняется на отдельной тетради по математике в рукописной форме. Тетрадь должна быть в клетку, желательно 48 листов. Все записи в тетрадях делать синей пастой, при необходимости выделить текст, можно использовать другие цвета. Рисунки выполняются простыми карандашами. Писать и рисовать в тетради только с разрешения преподавателя.

Решение должно быть написано в полном объеме и в понятной форме. Готовое решенное задание должно быть предоставлено преподавателю в срок сдачи. На титульном листе тетради должны быть указаны Ф.И.О. студента, направление, курс и группа.

#### **4.4. Критерии оценки выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Основы функционального анализа»**

Критериями для оценки самостоятельной работы могут служить:

- точность ответа на поставленный вопрос;
- формулировка целей и задач работы;
- раскрытие (определение) рассматриваемого понятия (определения, проблемы, термина);
- четкость структуры работы;
- самостоятельность, логичность изложения;
- наличие выводов, сделанных самостоятельно.

### **5. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **5.1. Основная литература**

1. *Ильин, В.А.* Математический анализ в 2 ч. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата / В.А. Ильин, В.А. Садовничий, Б.Х. Сендов. — 3-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 324 с.
2. *Боровских, А.В.* Дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата/А.В. Боровских, А. И. Перов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 327 с.
3. Дадаматов, Х. Д. Физика [Текст] : учеб. пособие. Т.3 . Механика, Молекулярная физика, Электричества, Магнетизм, Оптика, Атом и ядра. / Х. Д. Дадаматов, А. Тоиров ; ред. Ю. Хасанов ; Рос. - Тадж. (славян.) ун-т. - Душанбе : Илм, 2016. – 248 с.
4. *Зайцев, В.Ф.* Дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка [Электронный ресурс]: учебное пособие для академического бакалавриата / В.Ф. Зайцев, А.Д. Полянин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 416 с.

#### **5.2. Дополнительная литература**

1. Ковалев, А. П. Основы стоимостного анализа / А.П. Ковалев, В.В. Рыжова. - М.: Финансы и статистика, 2016. – 208 с.
2. Треногин, В.А. Задачи и упражнения по функциональному анализу / В.А. Треногин, Б.М. Писаревский, Т.С. Соболева. – М. – 2015. – 974 с.
3. Функциональный анализ. Лекции и упражнения: В. Я. Дерр — Санкт-Петербург, КноРус, 2013 г. – 464 с.
4. Функциональный анализ. Специальные курсы: Г. Д. Луговая, А. Н. Шерстнев — Санкт-Петербург, ЛКИ, 2013 г. – 256 с.
5. Функциональный анализ: Джесси Рассел — Москва, Книга по Требованию, 2012 г. – 94 с.

#### **Интернет-ресурсы:**

1. <http://webmath.exponenta.ru>.
2. <http://mirknig.com>.
3. <http://www.toehelp.ru>.
4. <http://e.lanbook.com>

#### **6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Работа с литературой – в неделю;

Подготовка к практическому занятию – ;

Подготовка к зачету – 5 часов;

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. В течение недели выбрать время для работы с литературой по высшей и элементарной математике.

2. При подготовке к практическим занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и теоремы по теме домашнего задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи. Если это не дало результатов, и Вы сделали задачу «по образцу» аудиторной задачи, или из методического пособия, нужно после решения такой задачи обдумать ход решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

Основная часть теоретического материала курса дается в ходе практических занятий, хотя часть материала может изучаться и самостоятельно по учебной литературе. При изучении теоретического материала следует обратить внимание на следующие моменты.

Понятие функции часто встречается в школьном курсе математики и хорошо знакомо учащимся. Умение находить область определения и множество значений, нули функции, промежутки знакопостоянства и монотонности, точки экстремума – залог успешного решения задач единого экзамена. Можно выделить два обобщенных умения, связанных с исследованием свойств функций:

1) уметь «читать» график функции и переводить его свойства с графического языка на алгебраический и наоборот;

2) уметь работать с формулой, задающей функцию, обосновывая или проверяя наличие указанных свойств, что связывает задачи данного блока и с другими темами школьного курса (решение уравнений и неравенств, вычисление производных и др.)

В подготовке к решению подобных заданий поможет таблица, в которой перечислены свойства функций и дан их перевод на язык графиков.

Другим важным умением является умение оперировать с формулой, задающей функцию. Причем работа с формулой связывает задания данного блока с другими темами курса алгебры и начала анализа.

Рекомендуется использовать текст лекций преподавателя (если он имеется), пользоваться рекомендациями по изучению дисциплины; использовать литературу, рекомендуемую составителями программы; использовать вопросы к зачету, примерные контрольные работы. Учесть требования, предъявляемые к студентам и критерии оценки знаний.

При выполнении домашних заданий необходимо сначала прочитать основные понятия и теоремы по теме домашнего задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи.

Учебно-методический комплекс (УМК) призван помочь студенту понять специфику изучаемого материала, а в конечном итоге – максимально полно и качественно его освоить.

В первую очередь студент должен осознать предназначение комплекса: его структуру, цели и задачи. Для этого он знакомится с преамбулой, оглавлением УМК, говоря иначе, осуществляет первичное знакомство с ним.

Далее студент внимательно прочитывает и осмысливает тот раздел, задания которого ему необходимо выполнить.

Выполнение *всех* заданий, определяемых содержанием курса, предполагает работу с научными исследованиями (монографиями и статьями). Перед работой с научными источниками студенту следует обратиться к основной учебной литературе – учебным пособиям и хрестоматиям. Это позволит ему сформировать общее представление о существе интересующего вопроса.

Системный подход к изучению предмета предусматривает не только тщательное чтение специальной литературы, но и обращение к дополнительным источникам – справочникам, энциклопедиям, словарям. Эти источники – важное подспорье в самостоятельной работе студента (СРС и НИРС), поскольку глубокое изучение именно их материалов позволит студенту уверенно «распознавать», а затем самостоятельно оперировать научными категориями и понятиями, следовательно – освоить новейшую научную терминологию. Такого рода *работа с литературой* обеспечивает решение студентом поставленной перед ним задачи (подготовка к практическому занятию, выполнение контрольной работы и т.д.).

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Аудитории Естественнонаучного факультета, в которых проводятся занятия по дисциплине «Основы функционального анализа» оснащены проектором для проведения презентаций, чтобы сделать более наглядными и понятными доказательства теорем, методики и алгоритмы решения задач и примеров, иллюстрирующих

теоретические выводы и их прикладную направленность. Также в университете имеется обширный библиотечный фонд, не только печатных, но и электронных изданий, с которыми студенты могут ознакомиться в открытом доступе.

#### **Материально-техническое обеспечение образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.**

Для обеспечения доступности получения образования по образовательным программам инвалидами и ЛОВЗ в образовательном процессе используется специальное оборудование. Практически все аудитории университета оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран, ПК), что позволяет доступно и наглядно осуществлять обучение студентов, в том числе студентов с нарушением слуха и зрения. Используемые современные лабораторные комплексы обладают высокой мобильностью, что позволяет использовать их для организации образовательного процесса для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы условия для беспрепятственного доступа на прилегающую территорию, в здания университета, учебные аудитории, столовые и другие помещения, а также безопасного пребывания в них. На территории университета есть возможность подъезда к входам в здания автомобильного транспорта, выделены места парковки автотранспортных средств. Входы в университет оборудованы пандусами, беспроводной системой вызова помощи. Информативность доступности нужного объекта университета для людей с ограниченной функцией зрения достигается при помощи предупреждающих знаков, табличек и наклеек. Желтыми кругами на высоте 1,5 м от уровня пола оборудованы стеклянные двери. Первые и последние ступени лестничных маршей маркированы желтой лентой. Для передвижения по лестничным пролетам инвалидов – колясочников приобретен мобильный подъемник – ступенькоход. В учебном корпусе оборудована универсальная туалетная комната в соответствии с требованиями, предъявляемыми к подобным помещениям.

### **8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

*Форма итоговой аттестации зачет.*

*Форма промежуточной аттестации (1 и 2 рубежный контроль) проводится путем выполнения самостоятельного задания.*

#### **Итоговая система оценок по кредитно-рейтинговой системе с использованием буквенных символов**

Оценка по буквенной системе	Диапазон соответствующих наборных баллов	Численное выражение оценочного балла	Оценка по традиционной системе
<b>A</b>	10	95-100	Отлично
<b>A</b>	9	90-94	
<b>B+</b>	8	85-89	Хорошо
<b>B</b>	7	80-84	
<b>B-</b>	6	75-79	
<b>C+</b>	5	70-74	Удовлетворительно
<b>C</b>	4	65-69	
<b>C-</b>	3	60-64	
<b>D+</b>	2	55-59	

<b>D</b>	1	50-54	
<b>Fx</b>	0	45-49	Неудовлетворительно
<b>F</b>	0	0-44	

*Содержание текущего контроля, промежуточной аттестации, итогового контроля раскрываются в фонде оценочных средств, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС ВО.*

*ФОС по дисциплине является логическим продолжением рабочей программы учебной дисциплины. ФОС по дисциплине прилагается.*