

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

«Утверждаю»
Декан естественнонаучного
факультета
Махмадбегов Р.С.
« 1 » _____ 2023г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЫ
«Функциональный анализ»
Направление подготовки – 01.03.01 «Математика»
Профиль подготовки – «Общая математика»
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 10.01.2018г. № 8

При разработке рабочей программы учитываются

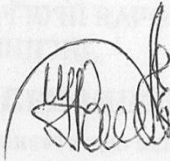
- требования работодателей, профессиональных стандартов по направлению;
- содержание программ дисциплин, изучаемых на предыдущих и последующих этапах обучения;
- новейшие достижения в данной предметной области.

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

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

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

Заведующий кафедрой к.ф.-м.н., доцент



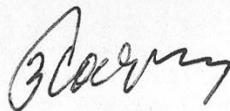
Гаиров Д.С.

Зам.председателя УМС факультета



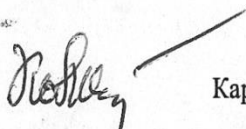
Абдулхаева И.П.

Разработчик: д.ф.-м.н., профессор



Курбаншоев С.З.

Разработчик от организации:



Каримов О.Х

Расписание занятий дисциплины

Таблица 1

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Функциональный анализ» 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 других математических дисциплин.

1.2. Задачи изучения дисциплины:

Задачами изучения дисциплины «Функциональный анализ» являются:

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

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
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук	Устный опрос
		ИОПК-1.2 Использует фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук в профессиональной деятельности	Коллоквиум
		ИОПК -1.3 Обладает необходимыми знаниями для исследования математических и их компонент	Дискуссия
ОПК-2	Способен разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические	ИОПК -2.1 Умение применять известные математические методы решения поставленных задач, адаптировать и модифицировать их для конкретных ситуаций с учетом особенностей	Устный опрос Коллоквиум

	модели современных естествознания, техники, экономики и управления	в и	применения в естествознании, технике, экономике, и управлении; ИОПК -2.2 Способствовать разрабатывать новые методы решения с ориентацией на повышение эффективности и качества принимаемых решений; ИОПК -2.3 Владеть созданием математические модели, выбирать методы для их расчёта, оценивать вычислительную сложность.	Дискуссия
ПК-4	Способен формировать способность к логическому рассуждению, убеждению, математическому доказательству и подтверждению его правильности		ИПК -4.1. Анализирует предлагаемое обучающимся рассуждение с результатом: подтверждает его правильность или находит ошибки и анализирует причины их возникновения; помогает обучающимся в самостоятельной локализации ошибки, ее исправлении; оказание помощи в улучшении рассуждения; ИПК -4.2 Формирует способности к логическому рассуждению и коммуникации, установки на использование этой способности, на ее ценность. ИПК -4.3 Формирует у обучающихся убеждение в абсолютности математической истины и математического доказательства, предотвращать формирование модели поверхностной имитации действий, ведущих к успеху, без ясного понимания смысла; поощрять выбор различных путей в решении поставленной задачи	Тестирование Контрольная работа Устный опрос
ПК-5	Способен организовать исследования в области математики		ИПК -5.1 Организует самостоятельную деятельность обучающихся, в том числе исследовательскую; ИПК -5.2 Развивает инициативы обучающихся по использованию математики и научной исследование; ИПК -5.3 Владеет основными положениями классических разделов математической науки, базовыми идеями и методами математики, системой основных математических структур и аксиоматическим методом.	Устный опрос Коллоквиум Дискуссия

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Функциональный анализ» относится к обязательной части учебного плана направления ВО «Математика» (Б1.О.20), изучается в 5 и 6 семестре.

При освоении данной дисциплины необходимы умения и готовность («входные» знания) обучающегося по дисциплинам 1-4, указанных в Таблице 2. Дисциплина 5 изучается параллельно, вместе с тем часть её является предшествующей.

Таблица3.

№	Название дисциплины	Семестр	Место дисциплины в структуре ОПОП
1.	Математический анализ	1-4	Б1.В.11
2.	Высшая алгебра	1-3	Б1.О.15
3.	Дифференциальные уравнения	3-4	Б1.О.16
4.	Математическая логика	3-4	Б1.О.23
5.	Комплексный анализ (теория функций комплексного переменного)	6-7	Б1.О.21

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, КРИТЕРИИ НАЧИСЛЕНИЯ БАЛЛОВ

Объем дисциплины «Функциональный анализ» составляет:

5-й семестр: 4 зачетных единиц, всего 144 часа, из которых: лекции – 32 часов, практические занятия – 16 часов, КСР – 16 часов, самостоятельная работа – 80 часов, всего часов аудиторной нагрузки – 64 часа, в том числе в интерактивной форме 18 ч - зачет.

6-й семестр: 4 зачетных единиц, всего 144 часов, из которых: лекции – 24 часов, практические занятия – 12 часов, КСР – 12 часов, самостоятельная работа – 42 часа + 54 часов контроль, всего часов аудиторной нагрузки – 48 часов, в том числе в интерактивной форме 18 ч - экзамен.

3.2. Структура и содержание теоретической части курса

V семестр

1. Конечномерное евклидово пространство. Введение в функциональном анализе. Понятия пространства в математике. N-мерное векторное пространство. 2 часа

Норма вектора. Скалярное произведение векторов. Линейные преобразования. Матрицы. 2 часа.

Подпространства в R^n ; понятия изоморфизм и изометрия. Ортогональный базис. Процесс ортогонализация. 2 часа

2. Бесконечномерное евклидово пространство. Векторы с бесконечным множеством координат. Пространство l^2 . Скалярное произведение векторов из l^2 . 2 часа.

Сходимость последовательности векторов. Непрерывность нормы и скалярного произведения. Линейные функционалы в l^2 . 2 часа.

Линейные операторы в l^2 . Подпространства в l^2 ; ортогональный базис. 2 часа

3. Элементы теории множеств. Понятие множества. Операции над множествами. 2 часа.

Отображение множеств. Общее понятия функции. Разбиения на классы. Отношения эквивалентности. 2 часа.

Конечные и бесконечные множества. Счетные множества. Эквивалентность множеств. Несчетность множества действительных чисел. Теорема Кантора-Бернштейна. Понятия мощности множества. 2 часа

4. Метрические пространства. Определение метрического пространства. Примеры. Сходимость в метрическом пространстве. 2 часа

Полные метрические пространства. Примеры полных метрических пространств.. Теорема о вложенных шарах. 2 часа.

Сепарабельные метрические пространства. Компактные множества. Критерия компактности в метрических пространствах. Критерий компактности в пространстве C . 2 часа

5. Нормированные пространства. Линейные пространства. Нормированные пространства. Конечномерные нормированные пространства. 2 часа. Подпространство нормированного пространства. Нормированное пространство со счетным базисом. 2 часа

6. Гильбертово пространство. Скалярное произведение. Определение гильбертова пространство. Понятие ортогональности в гильбертовом пространстве. 2 часа. Проекция элемента на подпространстве. Ортогональные разложения гильбертова пространства. 2 часа.

Ортогональные системы элементов. Разложения Фурье. 2 часа.

Ортогонализация системы линейно независимых элементов. 2 часа.

Итого 32 ч

VI семестр

1. Непрерывные операторы в метрических пространствах. Основные определения. Непрерывные операторы и функционалы. неподвижные точки. Метод последовательных приближений. 2 часа.

Операторы сжатия. Теорема Банаха. 2 часа

2. Пространства l^2 . Основные свойства пространства l^2 . Скалярное произведение. Ортогональные ряды. 2 часа

3. Линейные операторы. Аддитивные и линейные операторы. Ограниченность линейного оператора. 2 часа.

Расширение линейного оператора. Последовательность линейных операторов. 2 часа. Пространство линейных операторов. Обратные операторы. 2 часа

4. Линейные функционалы. Линейные функционалы как частный случай линейного оператора. Общие формы линейных функционалов в некоторых пространствах. 2 часа

Линейные функционалы в пространстве суммируемых функций. Распространение линейных функционалов. 2 часа.

Линейные функционалы в пространстве непрерывных функций. 2 часа

11. Сопряженные и самосопряженные операторы в гильбертовом пространстве

Самосопряженные операторы. 2 часа.

Инвариантные подпространства. Собственные числа и собственные элементы самосопряженного оператора. Неограниченные симметричные операторы. 2 часа. Спектр самосопряженного оператора. 2 часа

Итого 24 ч

3.2. Структура и содержание практической части курса

V семестр

Норма вектора. Скалярное произведение векторов. 2ч

Линейные операторы в l^2 . 2 часа

Линейные операторы линейные функционалы в конечномерном евклидовом пространстве. 2 часа

Множества и операция над ними. Мощность множества. 2 часа

Метрические пространства. Аксиомы метрики. 2 часа

Нормированные пространства; аксиомы нормы. 2 часа

Гильбертово пространство. Скалярное произведение и его свойство. 2 часа

Метод последовательных приближений для интегральных уравнений. 2 часа

Итого 16ч

VI семестр

Метод последовательных приближений для дифференциальных уравнений. 2 часа

Линейные функционалы. Сопряженные пространства. 2 часа

Линейные операторные уравнения с вполне непрерывными операторами. 2 часа

Собственные значения и собственных элементов вполне непрерывных операторов. 2 часа

Спектральная теория вполне непрерывных операторов. 2 часа

Неограниченные линейные операторы. Основные понятия и определения. 2 часа

Итого 12 ч

3.3. Структура и содержание КСР

V семестр

Норма вектора. Скалярное произведение векторов. 2ч

Бесконечномерное евклидово пространство. Векторы с бесконечным множеством координат.

Пространство l^2 . 2 часа

Линейные операторы в l^2 . 2 часа

Метрические пространства. 2 часа

Свойства скалярного произведения и нормы в пространстве l^2 2 часа

Процесс ортогонализация в пространстве l^2 . 2 часа

Процесс ортогонализация в гильбертовом пространстве. 2 часа

Интегральные уравнения. Теорема Пеано. 2 часа

VI семестр

Метод последовательных приближений для интегральных уравнений Фредгольма. 2 часа

Матричные линейные операторы. Бесконечные системы линейных алгебраических уравнений. 2 часа

Линейные функционалы в пространстве сходящихся последовательностей. Обобщенные методы суммирования рядов. 2 часа

Интегральные самосопряженные операторы. Дифференциальные симметричные операторы. 2 часа

Спектр вполне непрерывного самосопряженного оператора. Решение уравнения $(A - \lambda I)x = y$. 2 часа

Интегральные уравнения содержащий параметр. Метод Фредгольма. 2 часа

Итого 12 ч

Таблица 4

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в ч.)			СРС	Лит-ра	Кол-во баллов в неделю
		Лек.	Пр	КСР			
V семестр							
1	Конечномерное евклидово пространство. Введение в функциональном анализе. Понятия пространства в математике. N-мерное векторное пространство.	2	–	–	5	1-4	12,5
2	Норма вектора. Скалярное произведение векторов. Линейные преобразования. Матрицы. Линейные операторы линейные функционалы в конечномерном евклидовом пространстве	2	2	2	5	1-4	12,5
3	Подпространства в R^n ; понятия изоморфизм и изометрия. Ортогональный базис. Процесс ортогонализация.	2	–	–	5	1-4	12,5
4	Бесконечномерное евклидово пространство. Векторы с бесконечным множеством координат. Пространство l^2 . Скалярное произведение векторов из l^2 . Свойства скалярного произведения и нормы в пространстве l^2	2	2	2	5	1-4	12,5
5	Сходимость последовательности векторов. Непрерывность нормы и скалярного произведения. Линейные функционалы в l^2 .	2	–	–	5	1-4	12,5
6	Линейные операторы в l^2 . Подпространства в l^2 ; ортогональный базис. Процесс ортогонализация в пространстве l^2 .	2	2	2	5	1-4	12,5
7	Элементы теории множеств. Понятие множества. Операции над множествами.	2	–	–	5	1-4	12,5
8	Отображение множеств. Общее понятия функции. Разбиения на классы. Отношения эквивалентности. Множества и операция над ними. Мощность множества.	2	2	2	5	1-4	12,5
9	Конечные и бесконечные множества.	2	–	–	5	1-4	12,5

	Счетные множества. Эквивалентность множеств. Несчетность множества действительных чисел. Теорема Кантора-Бернштейна. Понятия мощности множества.						
10	Метрические пространства. Определение метрического пространства. Примеры. Сходимость в метрическом пространстве. Метрические пространства. Аксиомы метрики.	2		2		1-4	12,5
			2		5		
11	Полные метрические пространства. Примеры полных метрических пространств. Теорема о вложенных шарах.	2	–	–		1-4	12,5
					5		
12	Сепарабельные метрические пространства. Компактные множества. Критерия компактности в метрических пространствах. Критерий компактности в пространстве C . Полные и компактные метрические пространства	2	2			1-4	12,5
				2			
13	Нормированные пространства. Линейные пространства. Нормированные пространства. Конечномерные нормированные пространства.	2	2	–		1-4	12,5
					5		
14	Подпространство нормированного пространства. Нормированное пространство со счетным базисом. Нормированные пространства; аксиомы нормы	2		2		1-4	12,5
			-		5		
15	Гильбертово пространство. Скалярное произведение. Определение гильбертова пространства. Понятие ортогональности в гильбертовом пространстве.	2	2	–		1-4	12,5
					5		
16	Проекция элемента на подпространстве. Ортогональные разложения гильбертова пространства. Гильбертово пространство. Скалярное произведение и его свойство.	2		2		1-4	12,5
			-		5		
Итого по семестру:		32	16	16	80		
VI семестр							
1	Непрерывные операторы в метрических пространствах. Основные определения. Непрерывные операторы и функционалы. Неподвижные точки. Метод последовательных приближений. Метод последовательных приближений для интегральных уравнений	2				1-4	12,5
			2		3		
2	Операторы сжатия. Теорема Банаха. Интегральные уравнения. Теорема Пеано.	2	-			1-4	12,5
				2	3		
3	Пространства L^2 . Основные свойства пространства L^2 . Скалярное произведение. Ортогональные ряды. Метод последовательных приближений для дифференциальных уравнений	2				1-4	12,5
			2		3		
4	Линейные операторы. Аддитивные и линейные операторы. Метод последовательных приближений для	2	-			1-4	12,5
					3		

	интегральных уравнений Фредгольма			2			
5	Расширение линейного оператора. Последовательность линейных операторов. Линейные ограниченные операторы в нормированных пространствах	2	2	-	3	1-4	12,5
6	Пространство линейных операторов. Обратные операторы. Матричные линейные операторы. Бесконечные системы линейных алгебраических уравнений. Линейные дифференциальные операторы в пространстве дифференцируемых функций.	2		-	3	1-4	12,5
				2			
7	Линейные функционалы. Линейные функционалы как частный случай линейного оператора. Общие формы линейных операторов в некоторых пространствах. Решений задач по теме линейных функционалов	2	2		3	1-4	12,5
8	Линейные функционалы в пространстве суммируемых функций. Распространение линейных функционалов (теорема Банаха-Хана). Линейные функционалы в пространстве сходящихся последовательностей. Обобщенные методы суммирования рядов	2		-	3	1-4	12,5
				2			
9	Линейные функционалы в пространстве непрерывных функций. Решений задач по теме	2		-	3	1-4	12,5
			2				
10	Сопряженные и самосопряженные операторы в гильбертовом пространстве. Сопряженные и самосопряженные операторы. Интегральные самосопряженные операторы. Дифференциальные симметричные операторы	2		-	3	1-4	12,5
				2			
11	Инвариантные подпространства. Собственные числа и собственные элементы самосопряженного оператора. Неограниченные симметричные операторы. Примеры нахождения собственного числа и собственного элемента самосопряженного оператора.	1		-	3	1-4	12,5
			1				
12	Спектр самосопряженного оператора. Примеры определения спектра самосопряженных операторов	1		-	3	1-4	12,5
			1				
13	Вполне непрерывные операторы. Определение и общие свойства. Вполне непрерывные операторы в гильбертовом пространстве. Спектр непрерывного самосопряженного оператора. Решение уравнения $(A - \lambda I)x = y$.	1		-	3	1-4	12,5
				1			
14	Линейные интегральные уравнения. Основные определения. Типы интегральных уравнений. Примеры задач приводящих к интегральным уравнениям.			-	3	1-4	12,5

Интегральный оператор Фредгольма. Уравнение с симметричным ядром. Теоремы Фредгольма. Случай вырожденных	1		1			
Итого по семестру:	24	12	12	42		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 **3 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, экзамен) 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.

Критерии оценивания для студентов 3 курса

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
Первый рейтинг	24	32	24	20	100

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
Второй рейтинг	24	32	24	20	100
Итого	48	64	48	40	200

Формула вычисления результатов дистанционного контроля и итоговой формы контроля по дисциплине за семестр **для студентов 3-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, экзамен).

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Успешное освоение курса требует напряженной самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя чтение лекций и рекомендованной литературы, решение задач, предлагаемых студентам на лекциях и практических занятиях, разбор проблемных ситуаций. Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций. Для активизации самостоятельной работы студентов и экономии времени, отводимого на лекционный курс, ряд тем выносятся на самостоятельное изучение. Самостоятельная работа со студентами проводится в часы самостоятельной работы в форме консультаций. Распределение часов руководства самостоятельной работой учитывает важность рассматриваемой темы и возможную сложность при освоении ее студентами. Самостоятельная работа студентов рассматривается как вид учебного труда, позволяющий целенаправленно формировать и развивать самостоятельность студента как личностное качество при выполнении различных видов заданий и проработке дополнительного учебного материала. Для успешного выполнения расчетных заданий, написания рефератов и подготовки к коллоквиуму, помимо материалов лекционных и практических занятий, необходимо использовать основную и дополнительную литературу, указанную в конце данной рабочей программы.

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 «Функциональный анализ» 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 «Функциональный анализ» включает в себя:

Таблица 6

№ п/п	Объем СРС в ч.	Тема СРС	Форма и вид СРС	Форма контроля
V семестр				
1	4	Топологическое пространство: определение и основные свойства	ИДЗ	Защита работы
2	4	Топологическое пространство (продолжение)	Реферат. ИДЗ	Защита работы
3	4	Полнота и сепарабельность метрических пространств	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
4	4	Примеры полных метрических пространств	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
5	4	Примеры сепарабельных метрических пространств	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
6	4	Критерия компактности Хаусдорфа	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
7	4	Критерия компактности Арцеля	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
8	4	Пространства измеримых функций и его основные свойства	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
9	4	Пространство l^p	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
10	5	Неравенства Гельдера; интегральное неравенства Гельдера	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
11	5	Неравенства Минковского; интегральное неравенства Минковского	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
12	5	Топологические векторное	Письменное решение	Защита

		пространства: определение и общие свойства	упражнений и задач. ИДЗ	работы
13	5	Проверка линейности и непрерывности операторов;	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
14	5	Примеры топологические векторные пространства	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
15	5	Полные нормированные пространства (Банаховые). Примеры	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
16	5	Примеры сепарабельные нормированные пространства	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
17	5	Примеры гильбертова пространства.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
18	5	Теорема Рисса-Фишера	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
Итого: 80 ч				
VI семестр				
1	4	Построение сжимающих отображений для алгебраических уравнений	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
2	4	Построение сжимающих отображений для дифференциальных уравнений	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
3	4	Оценка погрешности в методе сжимающих отображений;	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
4	4	Функционалы в пространстве $C(a, b)$. Примеры	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
5	4	Операторы в пространстве $C(a, b)$. Примеры	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
6	4	Функционалы в пространстве L^p . Примеры	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
7	4	Операторы в пространстве L^p . Примеры	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
8	2	Функционалы в гильбертовом пространстве	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
9	2	Проективные операторы в гильбертовом пространстве	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
10	2	Обратный оператор. Теорема Банаха	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
11	2	Метод последовательных приближений для интегральных уравнений	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
12	2	Теорема Банаха-Хана о распространение функционалов в нормированных-пространствах	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
13	2	Распространение операторов в нормированных-пространствах	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
14	2	Аналитическое представление функционалов в пространстве L^p .	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
Итого: 42 ч				

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

Индивидуальные домашние задания (ИДЗ) по дисциплине «Функциональный анализ» 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 «Функциональный анализ».

Целью настоящего комплекта ИДЗ является ознакомление студентов с основами функциональных пространств и линейных операторов и функционалов в топологических, метрических, нормированных и гильбертовых пространствах. При решении заданий по функциональному анализу студенты отработают навыки применения методы функционального анализа к решению интегральных и дифференциальных уравнений.

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 «Функциональный анализ»

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, 2019. — 324 с. <https://biblio-online.ru>
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, 2019. — 327 с. <https://biblio-online.ru>
3. *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, 2019. — 416 с.

Дополнительная литература

1. Кантарович Л.В. Акилов Ф.А. Функциональный анализ. М.: Наука. 1984, -752с.
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: 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. <https://biblio-online.ru>
5. <http://e.lanbook.com>

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

- Работа с литературой – 1 час в неделю;
- Подготовка к практическому занятию – 1 час;
- 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.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории Естественного факультета, в которых проводятся занятия по дисциплине «Функциональный анализ» 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, экзамен.

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

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

Таблица 7

Оценка по буквенной системе	Диапазон соответствующих наборных баллов	Численное выражение оценочного балла	Оценка по традиционной системе
A	10	95-100	Отлично
A	9	90-94	
B+	8	85-89	Хорошо
B	7	80-84	
B-	6	75-79	
C+	5	70-74	Удовлетворительно
C	4	65-69	
C-	3	60-64	
D+	2	55-59	
D	1	50-54	
Fx	0	45-49	Неудовлетворительно
F	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.