

**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**

Махмадбеков Р.С.

« 1 »



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЫ**

«Интегральные уравнения»

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 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:  Каримов О.Х

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

Изучение основных свойств линейных интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерра и некоторых, связанных с ними вопросов, таких как задача Штурма-Лиувилля, основы вариационного исчисления, основы методов регуляризации на примере интегрального уравнения Фредгольма 1-го рода.

1.2. Задачи изучения дисциплины:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать свойства интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерра 2-го рода и методы вариационного исчисления; уметь применять знания свойств интегральных уравнений и вариационных методов в других областях математики и в теоретической физике.

1.3. Требования к результатам освоения дисциплины:

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

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

ПК-4	Способен формировать способность к логическому рассуждению, убеждению, математическому доказательству и подтверждению его правильности	<p>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;</p> <p>ИПК-4.2 Формирует способности к логическому рассуждению и коммуникации, установки на использование этой способности, на ее ценность.</p> <p>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</p>	Тестирование Контрольная работа Устный опрос
ПК-5	Способен организовать исследования в области математики	<p>ИПК-5.1 Организует самостоятельную деятельность обучающихся, в том числе исследовательскую;</p> <p>ИПК-5.2 Развивает инициативы обучающихся по использованию математики и научной исследованию;</p> <p>ИПК-5.3 Владеет основными положениями классических разделов математической науки, базовыми идеями и методами математики, системой основных математических структур и аксиоматическим методом.</p>	Устный опрос Коллоквиум Дискуссия

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Данная дисциплина относится к обязательной части Блока Дисциплины учебного плана направления подготовки – 01.03.01 «Математика», профиль подготовки – «Общая математика» (Б1.О.08). Дисциплина «Интегральные уравнения» изучается на 7-ом семестре.

При освоении данной дисциплины необходимы умения и готовность («входные» знания) обучающегося по дисциплинам 1-5, указанных в Таблице 2.

Таблица 2.

№	Название дисциплины	Семестр	Место дисциплины в структуре ОПОП
1.	Математический анализ	1-4	Б1.О.05
2.	Аналитическая геометрия	1-2	Б1.О.06
3.	Дифференциальные уравнения	3-4	Б1.О.10
4.	Дифференциальная геометрия и топология	4-5	Б1.О.12
5.	Дискретная математика	5	Б1.В.12

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, КРИТЕРИИ НАЧИСЛЕНИЯ БАЛЛОВ

Объем дисциплины «Интегральные уравнения» составляет 4 зачетные единицы, всего 144 часов, из которых: лекции – 36 часов, практические занятия – 18 часов, КСР – 18 часов, самостоятельная работа – 36 часа, всего часов аудиторной нагрузки – 72 часов. Экзамен – 7-ой семестр

3.1. Структура и содержание теоретической части курса

Тема 1. Классификация интегральных уравнений. Метод последовательных приближений. Понятие о резольvente – 6 часов

(Основные понятия. Классификация линейных интегральных уравнений. Интегральное уравнение Фредгольма 2-го рода. Интегральное уравнение Фредгольма 1-го рода.)

Тема 2. Задача Коши. Интегральные уравнения Вольтера 2 рода – 4 часа

(Уравнения Вольтерры 2-го рода, уравнения типа свертки. Резольвенты. Метод последовательных приближений. Задача Коши. Примеры.)

Тема 3. Теоремы Фредгольма. Резольвента Фредгольма – 4 часа
(Однородные уравнения. Неоднородные уравнения. Определитель Фредгольма. Основные результаты. Резольвента интегрального уравнения)

Тема 4. Теоремы Фредгольма для общего случая уравнения Фредгольма – 4 часа

(Уравнения с вырожденным ядром. Четыре теоремы Фредгольма. Альтернатива Фредгольма).

Тема 5. Частный случай уравнения Фредгольма. Сходимость рядов Фредгольма и переход к пределу – 4 часа

(Интегральное уравнение Фредгольма второго рода. Ряд Неймона. Интегральное уравнение Фредгольма с ядром. Ряд примеров.)

Тема 6. Интегральные преобразования и интегральные уравнения – 4 часа.
(Метод интегральные преобразования, Таблица преобразований (одномерный случай. Оригинал и изображение).

Тема 7. Интегральные уравнения, приводящиеся к симметричным ядрам – 6 часа

(Процесс ортогонализации, формулы Шмидта для решения интегральных уравнений с симметричным ядром.)

Тема 8. Интегральные уравнения 1-го рода. Операторные уравнения – 4 часа

(Операторные уравнения 1-го рода, решение задач поставленных корректно по Тихонову. Приближенные методы решения операторных уравнений I рода. Общая постановка задачи. Понятие корректности по Тихонову.)

Итого 36 ч

3.2. Структура и содержание практической части курса

Тема 1. Метрические пространства. Полные пространства. Принцип сжатых отображений. Применение принципа сжатых отображений к интегральным уравнениям.

Тема 2. Задача Абеля. Интегральные уравнения Вольтера 1 рода. Регулярное ядро. Общий случай уравнения Фредгольма. Применение приближенных формулы интегрирования.

Тема 3. Линейные нормированные пространства. Линейные операторы. Норма оператора. Пространство операторов. Обратные операторы.

Тема 4. Приближение к линейным интегральным уравнениям.

Тема 5. Метод итераций. Приложение метода итераций к уравнениям Фредгольма. Интегрированные ядра. Резольвента.

Тема 6. Теоремы Фредгольма (1-ая, 2-ая и 3-я теоремы). Вид знаменателя резольвенты для уравнения Вольтера. Квази-регулярные интегральные уравнения.

Тема 7. Симметричные интегральные уравнения. Симметричные ядра. Основные теоремы о симметричных уравнениях. Симметричные операторы. Теорема Гильберта-Шмидта. Решение операторных уравнений.

Тема 8. Функция Грина. Сведение краевой задачи к интегральному уравнению. Решение симметричных интегральных уравнений. Разложение решения уравнений Фредгольма по фундаментальным функциям.

Тема 9. Нелинейные интегральные уравнения. Теорема существования абстрактной неявной функции. Разветвление решений точки бифуркации. Принцип неподвижной точки.

Итого 18 ч

3.3. Структура и содержание КСР

Занятие 1. Уравнение типа Вольтера. Интегральные уравнения с вырожденным ядром. Теоремы Фредгольма

Занятие 2. Уравнение Вольтера как частный случай уравнения Фредгольма.

Занятие 3. Уравнения со слабой особенностью.

Занятие 4. Интегральные уравнения с ядром, имеющим слабую особенность.

Занятие 5. Характер решения интегрального уравнения.

Занятие 6. Обоснование метода Фредгольма. Единственность решения. Вычисление коэффициентов рядов Фредгольма. Решение однородного уравнения.

Занятие 7. Преобразование Фурье и Лапласа

Занятие 8. Экстремальные свойства характеристических чисел и собственных функций

Занятие 9. Общий анализ краевых задач для обыкновенных линейных дифференциальных уравнений. Функция Грина.

Итого 18 ч

Таблица 3

№ 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		
VI семестр							
1	Классификация интегральных уравнений. Уравнение типа Вольтера. Интегральные уравнения с вырожденным ядром. Теоремы Фредгольма	2	–	2	2	1 – 5	11,5
2	Метод последовательных приближений. Метрические пространства. Полные пространства. Принцип сжатых отображений. Применение принципа сжатых отображений к интегральным уравнениям.	2	2	–	2	1 – 5	11,5
3	Понятие о резольvente. Уравнение Вольтера как частный случай уравнения Фредгольма.	2	–	2	2	1 – 5	11,5
4	Задача Коши. Задача Абеля. Интегральные уравнения Вольтера 1 рода. Регулярное ядро. Общий случай уравнения Фредгольма. Применение приближенных формулы интегрирования.	2	2	–	2	1 – 5	11,5
5	Интегральные уравнения Вольтера 2-го рода. Уравнения со слабой особенностью.	2	–	2	2	1 – 5	11,5
6	Теоремы Фредгольма. Линейные нормированные пространства. Линейные операторы. Норма оператора. Пространство операторов. Обратные операторы.	2	2	–	2	1 – 5	11,5
7	Резольвента Фредгольма. Интегральные уравнения с ядром, имеющим слабую особенность.	2	–	2	2	1 – 5	11,5
8	Теоремы Фредгольма для общего случая уравнения Фредгольма. Приближение к линейным интегральным уравнениям	2	2	–	2	1 – 5	11,5
9	Теоремы Фредгольма для общего случая уравнения Фредгольма. Характер решения интегрального уравнения.	2	–	2	2	1 – 5	11,5
10	Частный случай уравнения Фредгольма. Метод итераций. Приложение метода итераций к уравнениям Фредгольма. Интегрированные ядра. Резольвента.	2	2	–	2	1 – 5	11,5
11	Сходимость рядов Фредгольма и переход к пределу. Обоснование метода Фредгольма. Единственность решения. Вычисление коэффициентов рядов Фредгольма. Решение однородного уравнения.	2	–	2	2	1 – 5	11,5

12	Интегральные преобразования и интегральные уравнения. Теоремы Фредгольма (1-ая, 2-ая и 3-я теоремы). Вид знаменателя резольвенты для уравнения Вольтера. Квази-регулярные интегральные уравнения.	2	2	–	2	1 – 5	11,5
13	Интегральные преобразования и интегральные уравнения. Преобразование Фурье и Лапласа	2	–	2	2	1 – 5	11,5
14	Интегральные уравнения, приводящиеся к симметричным ядрам. Симметричные интегральные уравнения. Симметричные ядра. Основные теоремы о симметричных уравнениях. Симметричные операторы. Теорема Гильберта-Шмидта. Решение операторных уравнений.	2	2	–	2	1 – 5	11,5
15	Интегральные уравнения, приводящиеся к симметричным ядрам. Экстремальные свойства характеристических чисел и собственных функций	2	–	2	2	1 – 5	11,5
16	Интегральные уравнения 1-го рода. Функция Грина. Сведение краевой задачи к интегральному уравнению. Решение симметричных интегральных уравнений. Разложение решения уравнений Фредгольма по фундаментальным функциям	2	2	–	2	1 – 5	11,5
17	Операторные уравнения. Общий анализ краевых задач для обыкновенных линейных дифференциальных уравнений. Функция Грина.	2	–	2	2	1 – 5	11,5
18	Операторные уравнения. Нелинейные интегральные уравнения. Теорема существования абстрактной неявной функции. Разветвление решений точки бифуркации. Принцип неподвижной точки.	2	2	–	2	1 – 5	11,5
Итого по семестру:		36	18	18	36		100

Формы контроля и критерии начисления баллов

Контроль усвоения студентом каждой темы осуществляется в рамках балльно-рейтинговой системы (БРС), включающей текущий, рубежный и итоговый контроль.

Итоговая форма контроля по дисциплине (экзамен) проводится в форме тестирования.

для студентов 3-5 курсов

таблица 4

Неделя	Активное участие на лекционных занятиях, написание конспекта и выполнение других видов работ	Активное участие на практических (семинарских) занятиях, лабораторных, КСР	СРС Написание реферата и выполнение других видов работ	Административный балл за примерное поведение	Балл за рубежный и итоговый контроль	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	4	3	2,5	2	-	11,5
2	4	3	2,5	2	-	11,5
3	4	3	2,5	2	-	11,5
4	4	3	2,5	2	-	11,5
5	4	3	2,5	2	-	11,5
6	4	3	2,5	2	-	11,5
7	4	3	2,5	2	-	11,5
8	4	3	2,5	2		11,5
9	первый рубежный контроль				8	
10	4	3	2,5	2	-	11,5
11	4	3	2,5	2	-	11,5
12	4	3	2,5	2	-	11,5
13	4	3	2,5	2	-	11,5
14	4	3	2,5	2	-	11,5
15	4	3	2,5	2	-	11,5
16	4	3	2,5	2	-	11,5
17	4	3	2,5	2		
18	второй рубежный контроль				8	
Всего:	64	48	40	32	16	200
Итоговый контроль (экзамен)					100	100
Итого:	64	48	40	32	116	300

Формула вычисления результатов дистанционного контроля и итоговой формы контроля по дисциплине за семестр для студентов 4-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 (экзамен).

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 «Интегральные уравнения» 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 «Интегральные уравнения» включает в себя:

Таблица 6

№ п/п	Объем СРС в ч.	Тема СРС	Форма и вид СРС	Форма контроля
I семестр				
1	2	Примеры физических задач,	Письменное решение	Защита

		приводящих к интегральным уравнениям.	упражнений и задач. ИДЗ	работы
2	2	Теорема о существовании собственного значения и собственного вектора у симметричного вполне непрерывного оператора.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
3	2	Построение последовательности собственных значений и собственных векторов.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
4	2	Существование собственных значений и собственных функций у интегрального оператора с симметричным ядром.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
5	2	Теорема Гильберта – Шмидта.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
6	2	Сведение задачи Штурма-Лиувилля к интегральному уравнению.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
7	2	Свойства собственных значений и собственных функций задачи Штурма-Лиувилля. Теорема Стеклова.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
8	2	Уравнение Фредгольма с малым параметром.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
9	2	Уравнение Фредгольма с вырожденным и невырожденным ядром.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
10	2	Теоремы Фредгольм.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
11	2	Метод последовательных приближений.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
12	2	Уравнение Фредгольма первого рода как пример некорректно поставленной задачи.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
13	2	Метод А.Н.Тихонова регуляризации решения уравнения Фредгольма первого рода.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
14	2	Преобразование Фурье.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
15	2	Преобразование Лапласа.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
16	2	Метод Винера-Хопфа.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
Итого				

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

Индивидуальные домашние задания (ИДЗ) по дисциплине «Интегральные уравнения» 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 «Интегральные уравнения».

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 «Интегральные уравнения»

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. Общая литература

1. *Полянин, А. Д.* Интегральные уравнения в 2 ч. Часть 1 : справочник для вузов / А. Д. Полянин, А. В. Манжиров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 369 с.
2. *Полянин, А. Д.* Интегральные уравнения в 2 ч. Часть 2 : справочник для вузов / А. Д. Полянин, А. В. Манжиров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 238 с.
3. *Привалов, И. И.* Интегральные уравнения : учебник для вузов / И. И. Привалов. — 4-е изд., стер. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 253 с.
4. *Новак, Е. В.* Интегральное исчисление и дифференциальные уравнения : учебное пособие для вузов / Е. В. Новак, Т. В. Рязанова, И. В. Новак ; под общей редакцией Т. В. Рязановой. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 112 с.
5. *Боровских, А. В.* Дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для вузов / А. В. Боровских, А. И. Перов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 327 с.

5.2. Дополнительная литература

1. Петровский И.Г. Лекции по теории интегральных уравнений: учебник для студентов физико-математических спец. ун-тов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 135 с.
2. Цлаф Л.Я. Вариационное исчисление и интегральные уравнения: Справочное руководство. – СПб. Лань, 2005. – 125 с.
3. Васильева, А. Интегральные уравнения / А. Васильева. – М.: Физматлит, 2002. – 160 с.
4. Смирнов Н. С. Введение в теорию нелинейных интегральных уравнений. – М., 1936.
5. Краснов М. Л., Киселев А. И., Макаренко Г. И. Интегральные уравнения. Задачи и примеры с подробными решениями. 2003.

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 – 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.

Например, при нахождении нулей функции нужно решать уравнения; при определении промежутков знакопостоянства функции - решать неравенства; при поиске области определения функции - находить области определения выражения.

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. 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.

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 Естественного факультета, в которых проводятся занятия по дисциплине «Интегральные уравнения» 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 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	Неудовлетворительно
Fx	0	45-49	
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.