

**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
«Интегральные уравнения»**

Направление подготовки – 01.03.01 «Математика»

Профиль подготовки – «Общая математика»

Форма подготовки – очная

Уровень подготовки – бакалавриат

Душанбе – 2025

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ №8 от 10.01.2018г.

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 2025 г.

Рабочая программа утверждена УМС естественнонаучного факультета, протокол № 1 от «28» августа 2025 г.

Рабочая программа утверждена Ученым советом естественнонаучного факультета, протокол № 1 от «29» августа 2025 г.

Заведующий кафедрой,
к.ф.-м.н., доцент
Зам. председателя УМС
факультета, ст. препод.



Гулбоев Б.Дж.



Мирзокаримов О.А.

Разработчик, к.ф.-м.н.,
доцент



Гайбов Д.С.

Разработчик от
организации, д.ф.-м.н.,
зам. директора
Института математики
им. А. Джураева НАН
Таджикистана



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.				РТСУ, второй корпус, 203 каб. кафедра математики и физики

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	Разноуровневые задачи Решение задач тест
ОПК-2	Способен разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели в современных	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	Разноуровневые задачи Решение задач

	естествознании, техники, экономики и управлении	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.	тест
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	Разно уровневые задачи Решение задач тест
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.	Разно уровневые задачи Решение задач тест

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.22). 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.В.11
2.	Аналитическая геометрия	1-2	Б1.О.14
3.	Дифференциальные уравнения	3-4	Б1.О.16
4.	Дифференциальная геометрия и топология	4-5	Б1.О.18
5.	Дискретная математика	5	Б1.В.05

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, КРИТЕРИИ НАЧИСЛЕНИЯ БАЛЛОВ

Объем дисциплины «Интегральные уравнения» составляет 4 зачетные единицы, всего 144 часов, из которых: лекции – 32 часов, практические занятия – 16 часов, КСР – 16 часов, самостоятельная работа – 26ч, +54ч конт., всего часов аудиторной нагрузки – 64 часов. Форма контроля – экзамен.

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 Неймана. 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 – 4 часа

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

Тема 8. Интегральные уравнения 1-го рода. Операторные уравнения – 2 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 32 ч

3.2. Структура и содержание практической части курса

Занятие 1. Метрические пространства. Полные пространства. Принцип сжатых отображений. Применение принципа сжатых отображений к интегральным уравнениям. 2 часа

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

Занятие 3. Линейные нормированные пространства. Линейные операторы. Норма оператора. Пространство операторов. Обратные операторы. 2 часа

Занятие 4. Приближение к линейным интегральным уравнениям. 2 часа

Занятие 5. Метод итераций. Приложение метода итераций к уравнениям Фредгольма. Интегрированные ядра. Резольвента. 2 часа

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

Занятие 7. Симметричные интегральные уравнения. Симметричные ядра. Основные теоремы о симметричных уравнениях. Симметричные операторы. Теорема Гильберта-Шмидта. Решение операторных уравнений. 2 часа

Занятие 8. Функция Грина. Сведение краевой задачи к интегральному уравнению. Решение симметричных интегральных уравнений. Разложение решения уравнений Фредгольма по фундаментальным функциям. 2 часа

Итого 16 ч

3.3. Структура и содержание КСР

Занятие 1. Уравнение типа Вольтера. Интегральные уравнения с вырожденным ядром. Теоремы Фредгольма 2 часа

Занятие 2. Уравнение Вольтера как частный случай уравнения Фредгольма.

Занятие 3. Уравнения со слабой особенностью. 2 часа

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

Занятие 5. Характер решения интегрального уравнения. 2 часа

Занятие 6. Обоснование метода Фредгольма. Единственность решения. Вычисление коэффициентов рядов Фредгольма. Решение однородного уравнения. 2 часа

Занятие 7. Преобразование Фурье и Лапласа 2 часа

Занятие 8. Экстремальные свойства характеристических чисел и собственных функций 2 часа.

Итого 16 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		
VII 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 резольвенте. Уравнение Вольтера как частный случай уравнения Фредгольма.	2	–	2	2	1 – 5	11,5
4	Задача Коши. Задача Абея. 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	1 – 5	11,5
8	Теоремы Фредгольма для общего	2	–	–	2	1 – 5	11,5

	случая уравнения Фредгольма Приближение к линейным интегральным уравнениям		2				
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	1 – 5	11,5
11	Сходимость рядов Фредгольма и переход к пределу. Обоснование метода Фредгольма. Единственность решения. Вычис- ление коэффициентов рядов Фредгольма. Решение однородного уравнения.	2	–	2	1	1 – 5	11,5
12	Интегральные преобразования и интегральные уравнения. Теоремы Фредгольма (1-ая, 2-ая и 3-я теоремы). Вид знаменателя ре- зольвенты для уравнения Вольтера. Квази-регулярные интегральные уравнения.	2	2	–	1	1 – 5	11,5
13	Интегральные преобразования и интегральные уравнения. Преобразование Фурье и Лапласа	2	–	2	1	1 – 5	11,5
14	Интегральные уравнения, приводящиеся к симметричным ядрам. Симметричные интегральные уравнения. Симметричные ядра. Основные теоремы о симметричных уравнениях. Симметричные опера- торы. Теорема Гильберта-Шмидта. Решение операторных уравнений.	2	2	–	1	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	–	–	1 – 5	11,5

17	Операторные уравнения Общий анализ краевых задач для обыкновенных линейных дифференциальных уравнений. Функция Грина.	2	–	–	1	1 – 5	11,5
18	Операторные уравнения Нелинейные интегральные уравнения. Теорема существования абстрактной неявной функции. Разветвление решений точки бифуркации. Принцип неподвижной точки.	2	–	–	1	1 – 5	11,5
Итого по семестру:		32	16	16	26		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.

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

Таблица 4.

Неделя	Активное участие на лекционных занятиях, написание конспекта и выполнение других видов работ*	Активное участие на практически х (семинарски х) 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

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

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
VII семестр				
1	2	Примеры физических задач, приводящих к интегральным уравнениям.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Разноуровневые задачи
2	2	Теорема о существовании собственного значения и собственного вектора у симметричного вполне непрерывного оператора.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Решение задач
3	2	Построение последовательности собственных значений и собственных векторов.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	тест
4	2	Существование собственных значений и собственных функций у интегрального оператора с симметричным ядром.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Разноуровневые задачи
5	2	Теорема Гильберта – Шмидта.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Решение задач
6	2	Сведение задачи Штурма-Лиувилля к интегральному уравнению.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	тест

7	2	Свойства собственных значений и собственных функций задачи Штурма-Лиувилля. Теорема Стеклова.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Разноуровневые задачи
8	2	Уравнение Фредгольма с малым параметром.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Решение задач
9	2	Уравнение Фредгольма с вырожденным и невырожденным ядром.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	тест
10	2	Теоремы Фредгольм.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Разноуровневые задачи
11	1	Метод последовательных приближений.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Решение задач
12	1	Уравнение Фредгольма первого рода как пример некорректно поставленной задачи.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	тест
13	1	Метод А.Н.Тихонова регуляризации решения уравнения Фредгольма первого рода.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Разноуровневые задачи
14	1	Преобразование Фурье.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Решение задач
15	1	Преобразование Лапласа.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	тест
16	1	Метод Винера-Хопфа.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Разноуровневые задачи
Итого 26				

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 формы 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 оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентами учебного материала;
- умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность обще учебных умений;
- умения студента активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.

Критерии оценки самостоятельной работы студентов:

Оценка «5» ставится тогда, когда:

- Студент свободно применяет знания на практике;

- Не допускает ошибок в воспроизведении изученного материала;
 - Студент выделяет главные положения в изученном материале и не затрудняется в ответах на видоизмененные вопросы;
 - Студент усваивает весь объем программного материала;
 - Материал оформлен аккуратно в соответствии с требованиями;
- Оценка «4» ставится тогда, когда:
- Студент знает весь изученный материал;
 - Отвечает без особых затруднений на вопросы преподавателя;
 - Студент умеет применять полученные знания на практике;
 - В условных ответах не допускает серьезных ошибок, легко устраняет определенные неточности с помощью дополнительных вопросов преподавателя;
- Материал оформлен недостаточно аккуратно и в соответствии с требованиями;
- Оценка «3» ставится тогда, когда:
- Студент обнаруживает освоение основного материала, но испытывает затруднения при его самостоятельном воспроизведении и требует дополнительных дополняющих вопросов преподавателя;
 - Предпочитает отвечать на вопросы воспроизводящего характера и испытывает затруднения при ответах на воспроизводящие вопросы;
- Материал оформлен не аккуратно или не в соответствии с требованиями;
- Оценка «2» ставится тогда, когда:
- У студента имеются отдельные представления об изучаемом материале, но все, же большая часть не усвоена;
 - Материал оформлен не в соответствии с требованиями.

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, 2024. — 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, 2024. — 238 с.
3. *Привалов, И. И.* Интегральные уравнения : учебник для вузов / И. И. Привалов. — 4-е изд., стер. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 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, 2024. — 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, 2024. — 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 существовании 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 «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.

В Университете созданы специальные условия обучающихся с ограниченными возможностями здоровья - специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания организаций и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, а также обеспечивается:

наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;

присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проёмов, лифтов).

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

Форма итоговой аттестации: 7 семестр – 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.