

**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
«Уравнения с частными производными»
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.

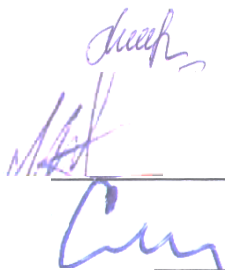
Заведующий кафедрой,
к.ф.-м.н., доцент

Зам. председателя УМС
факультета, ст. препод.

Разработчик, д.ф.-м.н.,
профессор

Разработчик от
организации, д.ф.-м.н.,
зам. директора

Института математики
им. А. Джураева НАН
Таджикистана



Гулбоев Б.Дж.

Мирзокаримов О.А.

Курбанов И.



Каримов О.Х.

Расписание занятий дисциплины

Таблица 1

Ф.И.О. преподавателя	Аудиторные занятия		Приём СРС	Место работы преподавателя
	лекция	Практические занятия (КСР, лаб.)		
Курбанов И.К.				РТСУ, второй корпус, 203 каб. кафедра математики и физики

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели изучения дисциплины

Уравнения с частными производными – одна из фундаментальных дисциплин в классическом образовании бакалавра прикладной математики и информатики, способствующая развитию как аналитического, так и геометрического мышления, позволяющая обобщить и развить основные понятия дифференциальных уравнений и познакомить студентов с новыми эффективными методами исследования задач математической физики.

1.2. Задачи изучения дисциплины:

Задачами изучения дисциплины являются:

- усвоение методов количественной оценки случайных процессов и величин;
- формирование умений содержательно интерпретировать полученные результаты;
- обучение студентов владеть математическими методами исследования и описания стохастическими динамическими системами.

1.3. Требования к результатам освоения дисциплины:

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные/ профессиональные компетенции.

Таблица 2

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Вид оценочного средства
ПК-4	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	Разноуровневые задачи Решение задач тест

		поверхностной имитации действий, ведущих к успеху, без ясного понимания смысла; поощрять выбор различных путей в решении поставленной задачи	
--	--	--	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Уравнения с частными производными» относится к обязательной дисциплине вариативной части (Б1.В.07). Дисциплина базируется на знаниях, полученных рамках курсов математического анализа, аналитической геометрии, алгебры, дифференциальных уравнений. Курс «Уравнения с частными производными» читается студентам в 5 и 6 семестрах.

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 определенная её часть является предшествующей.

Таблица 3

№	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.	Аналитическая геометрия	1-2	Б1.О.14
4.	Математическая логика	3-4	Б1.О.23
5.	Комплексный анализ (ТФКП)	6-7	Б1.О.21

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, КРИТЕРИИ НАЧИСЛЕНИЯ БАЛЛОВ

Объем дисциплины «Уравнения с частными производными» составляет:

5-й семестр - 2 зачетных единиц, всего 72 часов, из которых: лекции – 16 часов, практические занятия – 8 часов, КСР – 8 часов, самостоятельная работа – 40 часа, всего часов аудиторной нагрузки – 32 часов, в том числе в интерактивной форме 12 ч. Форма контроля – зачет.

6-й семестр - 5 зачетных единиц, всего 180 часов, из которых: лекции – 24 часов, практические занятия – 12 часов, КСР – 12 часов, самостоятельная работа – 78 часов, конт. - 54 часа, всего часов аудиторной нагрузки – 48 часов, в том числе в интерактивной форме 12 ч – экзамен.

3.2. Структура и содержание теоретической части курса

V семестр

Тема 1. Предмет математической физики. Дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка. Линейные однородные уравнения. 2 часа

(Рассматриваются квазилинейные дифференциальные уравнения с двумя независимыми переменными. Приводятся характеристические уравнения дифференциальных уравнений в частных производных первого порядка, ставится задача Коши и нелинейные дифференциальные уравнения с двумя независимыми переменными. Решается ряд примеров и задач Коши.)

Тема 2. Основные уравнения математической физики и постановка начально-краевых задач. Понятие корректно поставленной задачи. Вывод уравнения малых поперечных колебаний струны. Постановка задач Коши. Классификация граничных условий. Смешанная задача для волнового уравнения. Примеры задач, сводящиеся к решению волнового уравнения. 2 часа

(Дается общая характеристика об уравнении с частными производными второго порядка, где решаются многие задачи механики и физики приводят к исследованию дифференциальных уравнений. С частными производными второго порядка.

Рассматриваются начально краевые задачи типа Дирихле, Неймана и смешанные задачи для волнового уравнения.)

Тема 3. Классификация уравнений в частных производных и их преобразование. Классификация уравнений с двумя независимыми переменными.

Приведение уравнения с двумя независимыми переменными к каноническому виду. Метод характеристик. 2 часа

(Изучается классификация дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка с двумя независимыми переменными, также записывается уравнение и для большого числа независимых переменных. Рассматриваются приведенные к каноническому виду уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами с помощью характеристического уравнения определяют тип уравнения, где приводится к гиперболическому типу, параболическому типу и эллиптическому типу, также метод характеристик.)

Тема 4. Задача на собственные значения и собственные функции. Первая и вторая формул Грина. Интегральное представление функции. Третья формула Грина. 2 часа

(Дается общая характеристика нахождения собственных функций, которые приводят к простейшей задаче собственных значений. Методом разделения переменных получаем обыкновенные дифференциальные уравнения для определения собственных функций и собственных значений, приводятся свойства собственных значений и собственных функций.)

Тема 5. Дифференциальные уравнения гиперболического типа. Применение метода характеристик к изучаемым колебаниям струны. Уравнение колебаний струны. Решение Даламбера. Понятие об обобщённых решениях. 2 часа

(Рассматривают применение метода характеристик к изучению малых колебаний струны с помощью метода характеристик решается задача Коши и найдена формула Даламбера для неограниченной струны и приводится определение обобщенного решения.)

Тема 6. Уравнение гиперболического типа с двумя независимыми переменными. Задача Коши. Задача Гурса. Метод Римана. 2 часа

(Исследуются общие уравнения гиперболического типа с двумя независимыми переменными, приводится характеристика для уравнения гиперболического типа. С помощью понятия характеристик решается задача Коши с применением метода последовательных приближений таким же способом решается задача Гурса.)

Тема 7. Метод разделения переменных. Уравнение свободных колебаний струны. Интерпретация решения. Неоднородные уравнения. Общая первая краевая Задача. Задачи без начальных условий. 2 часа

(Метод разделения переменных или метод Фурье является одним из наиболее распространенных методов решения уравнений с частными производными. Этот метод применяется для задач с колебаниями струны, закрепленной на концах. Здесь рассматриваются краевые задачи однородных и неоднородных уравнений, общая краевая задача и задача без начальных условий.)

Тема 8. Задача с данными на характеристиках. Постановка задачи. Метод последовательных приближений. 2 часа

(Рассматриваются ряд задач, являющихся развитием первой краевой задачи для уравнения колебаний струны, для простоты изучается явление вблизи одного края, считая другой край удаленным в бесконечность, т.е. берется в качестве исходной задачи. Приводится подробно применение метода последовательных приближений к простейшей задаче с данными на характеристиках.)

Итого 16ч

VI семестр

Тема 1. Уравнения параболического типа. Физические задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. 2 часа

(К уравнениям параболического типа приводят задачи связанные с процессами теплопроводности и диффузий с распространением электромагнитных полей в проводящих средах с движением вязкой жидкости и др. Здесь приводятся математические модели этих процессов и простейшие уравнения параболических уравнений.)

Тема 2. Процессы теплопроводности и диффузии. Математические модели теплопроводности и диффузии. 2 часа.

Тема 3. Постановка основных задач для уравнений параболического типа. Задача Коши. Постановки первой, второй и третьей краевой задачи. 2 часа.

(Рассматривается постановка краевых задач для выделения единственности решения уравнения теплопроводности необходимо к уравнению присоединить начальные и граничные условия. Граничные условия могут быть различны в зависимости от температурного режима на границах. Рассматриваются три основных типа граничных условий, постановки первой, второй и третьей краевой задачи, теоремы единственности и принцип максимального значения.)

Тема 4. Принцип максимального значения. Теоремы единственности и устойчивости решения задач. 2 часа.

Тема 5. Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности. Решение интеграла Пуассона. 2 часа.

(В лекции рассматриваются постановка задачи Коши и общая краевая задача для уравнения теплопроводности. Задача Коши и задача для ограниченной, неограниченной и полуограниченной области. Все эти задачи решаются методом разделения переменных, строится фундаментальное решение уравнения теплопроводности, так же решение интеграла Пуассона, задача без начальных условий и краевые задачи для квазилинейного уравнения теплопроводности с коэффициентом теплопроводности.)

Тема 6. Нахождение решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. 2 часа.

Тема 7. Методы решения основных краевых задач для уравнения теплопроводности. Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности на отрезке. 2 часа.

(В лекции приводится применение метода Фурье к решению граничных задач, распространение тепла в ограниченном стержне, распространение тепла в бесконечном цилиндре причем рассматриваются несколько случаев.)

Тема 8. Метод Фурье и его обоснование. 2 часа.

Тема 9. Уравнения эллиптического типа. Физические задачи, приводящие к уравнениям Лапласа. 2 часа.

(Данная тема посвящается исследованию стационарных процессов различной физической природы обычно приходят к уравнениям эллиптического типа. Приводятся простейшие уравнения этого типа. Изучаются задачи, приводящие к уравнению Лапласа, постановки краевых задач. В качестве примера рассматриваются потенциальное течение жидкости без источников, приводится уравнение Лапласа в криволинейной системе координат, а также некоторые частичные решения уравнения Лапласа.)

Тема 10. Физические задачи, приводящие к уравнениям Пуассона и Гельмгольца. 2 часа.

Тема 11. Гармонические функции. Свойства гармонических функций: принцип максимума и следствия из него. 2 часа.

Свойства гармонических функций: принцип максимума и следствия из него. 4 часа

(Рассматриваются гармонические функции и аналитические функции комплексного переменного как общим методом решения двумерных задач для уравнения Лапласа является метод, использующий функции комплексного переменного. Отмечено, что наибольший интерес представляют так называемые аполитические функции, для которых существует производная.)

Тема 12. Применения принципа Гарнака и Лиувилля. 2 часа.

Итого 24ч

3.2. Структура и содержание практической части курса

V семестр

Тема 1. Уравнение переноса вещества потоком воздуха. 2 часа

Тема 2. Классификация уравнений в случае n ($n > 2$) независимых переменных. Приведение уравнения к каноническому виду. Канонические формы уравнений в частных производных с постоянными коэффициентами. 2 часа

Тема 3. Задача Коши и ее разрешимость. 2 часа

Тема 4. Неоднородные уравнения. Общая первая краевая Задача. Задачи без начальных условий. 2 часа

Итого 8ч

VI семестр

Тема 1. Процессы теплопроводности и диффузии. 2 часа

Тема 2. Принцип максимального значения. Теоремы единственности и устойчивости решения задач. 2 часа

Тема 3. Нахождение решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. 2 часа

Тема 4. Метод Фурье и его обоснование. 2 часа

Тема 5. Физические задачи, приводящие к Пуассона и Гельмгольца. 2 часа

Тема 6. Применения принципа Гарнака и Лиувилля. 2 часа

Итого 12ч

3.3. Структура и содержание КСР

V семестр

Тема 1. Вывод уравнения диффузии. Вывод уравнения теплопроводности. Постановка задачи Коши. Виды граничных условий. Смешанная задача. Математические модели стационарных процессов. 2 часа

Тема 2. Постановка задачи на собственные значения и собственные функции. Свойства собственных значений (вещественность) и собственных функций (ортогональность). Задача Штурма-Лиувилля. Простейшие задачи Штурма-Лиувилля. 2 часа

Тема 3. Задача Коши. Задача Гурса. Метод Римана. 2 часа

Тема 4. Метод последовательных приближений. 2 часа

Итого 8ч

VI семестр

Тема 1. Математические модели теплопроводности и диффузии. 2 часа

Тема 2. Задача Коши. Постановки первой, второй и третьей краевой задачи. Решение интеграла Пуассона. 2 часа

Тема 3. Решение интеграла Пуассона.

Тема 4. Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности на отрезке. 2 часа

Тема 5. Физические задачи, приводящие к уравнениям Лапласа, 2 часа

Тема 6. Свойства гармонических функций: принцип максимума и следствия из него. 2 часа

Итого 12ч

Таблица 4

№ п/п	Раздел Дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятель- ную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Лит-ра	Кол-во баллов в неделю	
		Лек.	Пр.	КСР			СРС
	V семестр						
1	1. Предмет математической физики.	2	–	–	2	1-5	12,5

	Дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка. Линейные однородные уравнения. Тема СРС: Нахождение линейных однородных уравнений						
2	Уравнение переноса вещества потоком воздуха. Тема СРС: Нахождение уравнения переноса вещества потоком воздуха	—	2	—	2	1-5	12,5
3	2. Основные уравнения математической физики и постановка начально-краевых задач. Понятие корректно поставленной задачи. Вывод уравнения малых поперечных колебаний струны. Постановка задач Коши. Классификация граничных условий. Смешанная задача для волнового уравнения. Примеры задач, сводящиеся к решению волнового уравнения. Тема СРС: Решение задач, сводящиеся к решению волнового уравнения.	2	—	—	2	1-5	12,5
4	Вывод уравнения диффузии. Вывод уравнения теплопроводности. Постановка задачи Коши. Виды граничных условий. Смешанная задача. Математические модели стационарных процессов. Тема СРС: Вывод уравнения теплопроводности. Постановка задачи Коши	—	—	2	2	1-5	12,5
5	3. Классификация уравнений в частных производных и их преобразование. Классификация уравнений с двумя независимыми переменными. Приведение уравнения с двумя независимыми переменными к каноническому виду. Метод характеристик. Тема СРС: Приведение уравнения с двумя независимыми переменными к каноническому виду	2	—	—	2	1-5	12,5
6	Классификация уравнений в случае n ($n > 2$) независимых переменных. Приведение уравнения к каноническому виду. Канонические формы уравнений в частных производных с постоянными коэффициентами. Тема СРС: Приведение уравнения к каноническому виду	—	2	—	2	1-5	12,5

7	4. Задача на собственные значения и собственные функции. Первая и вторая формул Грина. Интегральное представление функции. Третья формула Грина. Тема СРС: Интегральное представление функции	2	–	–	2	1-5	12,5
8	Постановка задачи на собственные значения и собственные функции. Свойства собственных значений (вещественность) и собственных функций (ортогональность). Задача Штурма-Лиувилля. Простейшие задачи Штурма-Лиувилля. Тема СРС: Нахождение собственных значений и собственных функций. Применение метода разделения переменных	–	–	2	2	1-5	12,5
9	Задача Коши и её разрешимость. Тема СРС: Упрощение канонических видов уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными гиперболического типа в случае постоянных коэффициентов.	2	2	–	2	1-5	12,5
10	Дифференциальные уравнения гиперболического типа. Применение метода характеристик к изучаемым колебаниям струны. Уравнение колебаний струны. Решение Даламбера. Понятие об обобщённых решениях. Тема СРС: Упрощение канонических видов уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными параболического и эллиптического типов в случае постоянных коэффициентов.		–	2	2	1-5	12,5
11	Уравнение гиперболического типа с двумя независимыми переменными. Задача Коши. Задача Гурса. Метод Римана. Тема СРС: Уравнения характеристики. Нахождение общего решения.	2	–	–	2	1-5	12,5
12	Задача Коши. Задача Гурса. Метод Римана. Тема СРС: Решение задачи Коши	–	–	2	2	1-5	12,5
13	Метод разделения переменных. Уравнение свободных колебаний струны. Интерпретация решения. Неоднородные уравнения. Общая первая краевая Задача. Задачи без	2	–	–	2	1-5	12,5

	начальных условий Тема СРС: Задачи о колебаниях струны и мембраны.						
14	Неоднородные уравнения. Общая первая краевая Задача. Задачи без начальных условий. Тема СРС: Задачи о распространении тепла в стержне и пластинке. Задача о диффузии	–	2	–	2	1-5	12,5
15	Задача с данными на характеристиках. Постановка задачи. Метод последовательных приближений. Тема СРС: Физические задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа	2	–	–	2	1-5	12,5
16	Метод последовательных приближений. Тема СРС: Математические модели волновых и колебательных процессов.	–	–	2	2	1-5	12,5
Итого по семестру:		16	8	8	40		
VI семестр							
1	Уравнения параболического типа. Физические задачи, приводящие к уравнениям параболического типа.	2	–	–	6	1-5	12,5
2	Процессы теплопроводности и диффузии. Математические модели теплопроводности и диффузии.	2	2	2	6	1-5	12,5
3	Постановка основных задач для уравнений параболического типа. Задача Коши. Постановки первой, второй и третьей краевой задачи. Тема СРС: Задача Коши	2	–	2	6	1-5	12,5
4	Принцип максимального значения. Теоремы единственности и устойчивости решения задач. Тема СРС: Постановки первой, второй и третьей краевой задачи.	2	2	–	6	1-5	12,5
5	Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности. Решение интеграла Пуассона. Тема СРС: Нахождение решения задачи Коши для уравнения теплопроводности	2	–	2	6	1-5	12,5
6	Нахождение решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. Тема СРС: Нахождение решения задачи Коши для уравнения теплопроводности	2	2	–	6	1-5	12,5
7	Методы решения основных краевых задач для уравнения теплопроводности. Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности на	2	–	2	6	1-5	12,5

	отрезке. Тема СРС: Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности на отрезке методом Фурье						
8	Метод Фурье и его обоснование. Тема СРС: Физические задачи, приводящие к уравнениям Гельмгольца	2	2	–	6	1-5	12,5
9	Уравнения эллиптического типа Физические задачи, приводящие к уравнениям Лапласа. Тема СРС: Физические задачи, приводящие к уравнениям Лапласа	2	–	2	6	1-5	12,5
10	Физические задачи, приводящие к Пуассона и Гельмгольца. Тема СРС: Физические задачи, приводящие к уравнениям Пуассона	2	2	–	8	1-5	12,5
11	Гармонические функции Свойства гармонических функций: принцип максимума и следствия из него Тема СРС: Свойства гармонических функций. Применения принципа максимума, теоремы о среднем арифметическом	2	–	2	8	1-5	12,5
12	Применения принципа Гарнака и Лиувилля. Тема СРС: Свойства гармонических функций. Применения принципа максимума, теоремы Гарнака и Лиувилля.	2	2	–	8	1-5	12,5
Итого по семестру:		24	12	12	78		

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.

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

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

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

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 «Уравнения с частными производными» 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 «Уравнения с частными производными» включает в себя:

Таблица 6

№ п/п	Объем СРС в ч.	Тема СРС	Форма и вид СРС	Форма контроля
V семестр				
1	2	Нахождение линейных однородных уравнений	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Разно уровневые задачи
2	2	Нахождение уравнения переноса вещества потоком воздуха	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Решение задач
3	2	Решение задач, сводящиеся к решению волнового уравнения.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Тест
4	2	Вывод уравнения теплопроводности. Постановка задачи Коши	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Разно уровневые задачи
5	2	Приведение уравнения с двумя независимыми переменными к каноническому виду	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Решение задач
6	2	Приведение уравнения к каноническому виду.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Тест
7	2	Интегральное представление функции	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Разно уровневые задачи
8	2	Нахождение собственных значений и собственных функций. Применение метода разделения переменных	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Решение задач
9	2	Упрощение канонических видов уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными гиперболического типа в случае постоянных коэффициентов.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Тест
10	2	Упрощение канонических видов уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными параболического и эллиптического типов в случае постоянных коэффициентов.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Разно уровневые задачи
11	2	Уравнения характеристики. Нахождение общего решения.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Решение задач
12	2	Решение задачи Коши	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Тест
13	2	Задачи о колебаниях струны и мембраны.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Разно уровневые задачи
14	2	Задачи о распространении тепла в стержне и пластинке. Задача о диффузии	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Решение задач
15	3	Физические задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Тест
16	3	Математические модели волновых и	Письменное решение	Разно

		колебательных процессов.	упражнений и задач. ИДЗ	уровневые задачи
17	3	Граничные и начальные условия.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Решение задач
18	3	Задачи Коши, Гурса и Дарбу. Смешанные краевые задачи	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	тест
ИТОГО 40				
VI семестр				
1	6	Физические задачи, приводящие к уравнениям параболического типа.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Разно уровневые задачи
2	6	Математические модели процессов теплопроводности и диффузии.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Решение задач
3	6	Задача Коши	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Тест
4	6	Постановки первой, второй и третьей краевой задачи.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Разно уровневые задачи
5	6	Нахождение решения задачи Коши для уравнения теплопроводности	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Решение задач
6	6	Нахождение решения задачи Коши для уравнения теплопроводности	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Тест
7	6	Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности на отрезке методом Фурье	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Разно уровневые задачи
8	6	Физические задачи, приводящие к уравнениям Гельмгольца	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Решение задач
9	6	Физические задачи, приводящие к уравнениям Лапласа	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Тест
10	8	Физические задачи, приводящие к уравнениям Пуассона	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Разно уровневые задачи
11	8	Свойства гармонических функций. Применения принципа максимума, теоремы о среднем арифметическом	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Решение задач
12	8	Свойства гармонических функций. Применения принципа максимума, теоремы Гарнака и Лиувилля.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Тест
ИТОГО 78				

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

Индивидуальные домашние задания (ИДЗ) по дисциплине «Уравнения с частными производными» 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 «Уравнения с частными производными».

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 «Уравнения с частными производными»

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. *Зайцев, В. Ф.* Дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В. Ф. Зайцев, А. Д. Полянин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 416 с. <https://biblio-online.ru>
2. *Зайцев, В. Ф.* Обыкновенные дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 1 [Электронный ресурс]: справочник для академического бакалавриата / В. Ф. Зайцев, А. Д. Полянин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 385 с. <https://biblio-online.ru>
3. *Боровских, А. В.* Дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебник и практикум для вузов / А. В. Боровских, А. И. Перов. — 3-е изд.,

перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 327 с. <https://biblio-online.ru>

5.2. Дополнительная литература.

1. Дифференциальные уравнения с частными производными: М.К. Куренский — Москва, Книга по Требованию, 2012 г. - 167 с.
2. Курс математического анализа, том 2, часть 1: Э. Гурса — Москва, Книга по Требованию, 2012 г.- 271 с.

5.3. 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.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории Естественного факультета, в которых проводятся занятия по дисциплине «Уравнения с частными производными» 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: 5 семестр – зачет, 6 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	Диапазон соответствующих	Численное выражение	Оценка по традиционной системе
---------------------	--------------------------	---------------------	--------------------------------

системе	наборных баллов	оценочного балла	
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

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.

