

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ»

Направление подготовки: 03.03.02 Физика
Профиль подготовки: Физика
Квалификация выпускника: Бакалавр

Кострома 2023

Рабочая программа дисциплины «Дифференциальные уравнения» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 03.03.02–Физика № 891 от 07.08.2020

Разработал: Ширяев Кирилл Евгеньевич, доцент кафедры высшей математики, кандидат физико-математических наук, доцент

УТВЕРЖДЕНО:

Заведующий кафедрой общей и теоретической физики

Шадрин Сергей Юрьевич, к.т.н., доцент

Протокол заседания кафедры № 6 от 27 февраля 2023 г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью данного курса является формирование у студента способности к применению системных теоретических знаний, умений и практических навыков в дисциплине «Дифференциальные уравнения».

Задачи данного курса:

- ознакомить студентов с основными понятиями и главными теоремами теории дифференциальных уравнений;
- сформировать навык решения главных видов обыкновенных дифференциальных уравнений;
- научить анализировать нелинейные системы, сводя их к решению линейных;
- научить решать прикладные задачи методом составления дифференциального уравнения и последующего его решения, научить интерпретировать полученные результаты.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Дифференциальные уравнения» должны **знать**:

- основные понятия теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории устойчивости;
- типы классических дифференциальных уравнений;
- теоремы существования и единственности решений дифференциальных уравнений в различных функциональных пространствах.

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Дифференциальные уравнения» должны **уметь**:

- определять тип уравнения;
- правильно применять классический метод решения для уравнения указанного типа;
- исследовать решения на устойчивость;
- составлять дифференциальные уравнения для физических и геометрических задач;
- интерпретировать полученные решения с точки зрения физики и геометрии;
- решать линейные системы обыкновенных дифференциальных уравнений второго и третьего порядков;
- линеаризовывать нелинейные системы и исследовать их на устойчивость;
- строить фазовые портреты систем второго порядка.

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Дифференциальные уравнения» должны **владеть**:

- методами решения классических дифференциальных уравнений первого и второго порядков;
- методами приближенного решения дифференциальных уравнений;

- методикой линеаризацией нелинейных систем и исследования их на устойчивость;
- методикой исследования фазовых портретов систем второго порядка.

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Дифференциальные уравнения» должны **освоить компетенцию ОПК-1:**

- Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.

Индикатор компетенции ОПК-1.1. Использует в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавая математические модели типовых профессиональных задач, и интерпретирует полученные результаты с учетом границ применимости моделей

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» относится к **обязательной** части учебного плана.

Изучается в 4 семестре.

Требования к ранее освоенным дисциплинам. Для изучения учебной дисциплины «Дифференциальные уравнения» необходимы знания, умения и навыки, формируемые дисциплинами «Аналитическая геометрия», «Линейная алгебра», «Математический анализ».

Изучение дисциплины «Дифференциальные уравнения» **является основой** для освоения последующих дисциплин: «Механика», «Теоретическая механика», «Уравнения математической физики».

4. Объем дисциплины (модуля)

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы(Очная форма)

Виды учебной работы	Всего
Общая трудоемкость в зачетных единицах	4
Общая трудоемкость в часах	144
Аудиторные занятия в часах, в том числе	58
Лекции	26
Практические занятия	32
Лабораторные занятия	-
Самостоятельная работа в часах	50
Форма промежуточной аттестации	36

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Количество часов
Лекции	26
Практические занятия	32
Лабораторные занятия	-
Консультации (на группу)	2
Зачет/зачеты	
Экзамен/экзамены	0,35
Курсовые работы	
Всего	60,35

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

5.1 Тематический план учебной дисциплины

№ п/п	Наименование темы	Всего часов	Аудиторные занятия			Сам . раб.
			Всего	Лекц.	Практ.	
1	Задача Коши для уравнения и системы	5	3	2	1	2
2	Теорема существования единственности решения задачи Коши	8	5	3	2	3
3	Некоторые виды обыкновенных дифференциальных уравнений	17	12	2	10	5
4	Общая теория линейных систем	9	4	4	0	5
5	Линейные уравнения с постоянными коэффициентами	11	6	2	4	5
6	Линейная система с постоянными коэффициентами	12	7	3	4	5
7	Устойчивость	9	4	2	2	5
8	Фазовые портреты на плоскости	10	5	2	3	5

№ п/п	Наименование темы	Всего часов	Аудиторные занятия			Сам . раб.
			Всего	Лекц.	Практ.	
9	Теоремы зависимости от начальных условий и параметров	9	4	2	2	5
10	Уравнения в частных производных первого порядка	9	4	2	2	5
11	Методы приближенных решений обыкновенных дифференциальных уравнений	9	4	2	2	5
Экзамен		36	-	-	-	36
Итого:		144	58	26	32	86

5.2. Содержание дисциплины

Тема 1. Задача Коши для уравнения и системы. Дифференциальные уравнения первого порядка. Система уравнений n -го порядка. Дифференциальные уравнения n -го порядка. Задача Коши для уравнений первого порядка, для уравнения n -го порядка, для системы n -го порядка.

Тема 2. Теорема существования единственности решения задачи Коши. Теорема существования единственности решения задачи Коши для уравнений первого порядка и для системы n -го порядка. Метод последовательных приближений. Теорема о продолжаемости решения.

Тема 3. Некоторые виды обыкновенных дифференциальных уравнений. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения. Линейные однородные и неоднородные уравнения. Уравнения Бернулли и Риккати. Уравнения в полных дифференциалах. Уравнения, допускающие понижение порядка.

Тема 4. Общая теория линейных систем. Теорема существования и единственности решения для линейных систем. Линейная зависимость функций. Определитель Вронского. Линейное пространство решений однородной системы. Фундаментальная система решений. Решение линейной неоднородной системы. Метод вариации постоянных.

Тема 5. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Фундаментальная система решений линейных уравнений порядка n с

постоянными коэффициентами (случаи различных корней характеристического уравнения). Линейные неоднородные уравнения с неоднородностью в виде квазимногочлена. Метод неопределенных коэффициентов для частных решений. Гармонический осциллятор.

Тема 6. Линейная система с постоянными коэффициентами. Фундаментальная система решений линейной системы с постоянными коэффициентами. Неоднородные системы с квазимногочленом в правой части. Частные решения таких систем.

Тема 7. Устойчивость. Задача об устойчивости. Оптимальное решение. Положения равновесия. Исследование на устойчивость методом функций Ляпунова и методом характеристических показателей.

Тема 8. Фазовые портреты на плоскости. Автономные системы, виды фазовых портретов. Узел, седло, фокус, центр. Вырожденные случаи.

Тема 9. Теоремы зависимости от начальных условий и параметров. Теоремы зависимости от начальных условий и параметров. Непрерывность и дифференцируемость.

Тема 10. Уравнения в частных производных первого порядка. Уравнения в частных производных первого порядка. Первые интегралы.

Тема 11. Методы приближенных решений обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы приближенных решений обыкновенных дифференциальных уравнений.

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование темы	Задание	Кол-во часов	Формы текущего контроля
1	Задача Коши для уравнения и системы	Изучение литературы, решение задач,	2	Контр.работа, опрос
2	Теорема существования единственности решения задачи Коши	Изучение литературы, решение задач,	3	Контр.работа, опрос
3	Некоторые виды обыкновенных	Изучение литературы,	5	Контр.работа, опрос

	дифференциальных уравнений	решение задач,		
4	Общая теория линейных систем	Изучение литературы, решение задач,	5	Контр.работа, опрос
5	Линейные уравнения с постоянными коэффициентами	Изучение литературы, решение задач,	5	Контр.работа, опрос
6	Линейная система с постоянными коэффициентами	Изучение литературы, решение задач,	5	Контр.работа, опрос
7	Устойчивость	Изучение литературы, решение задач,	5	Контр.работа, опрос
8	Фазовые портреты на плоскости	Изучение литературы, решение задач,	5	Контр.работа, опрос
9	Теоремы зависимости от начальных условий и параметров	Изучение литературы, решение задач,	5	Контр.работа, опрос
10	Уравнения в частных производных первого порядка	Изучение литературы, решение задач,	5	Контр.работа, опрос
11	Методы приближенных решений обыкновенных дифференциальных уравнений	Изучение литературы, решение задач,	5	Контр.работа, опрос

6.2. Тематика и задания для практических занятий.

Ниже указаны страницы материалов по литературе для подготовки практическим занятиям.

№ п/п	Наименование темы	Учебник <i>Петровский И. Г.</i> Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. – М.:	Задачник <i>Филиппов А. Ф.</i> Сборник задач по дифференциальным уравнениям. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008
-------	-------------------	---	---

		Физматлит, 2009	
1	Задача Коши для уравнения и системы	с.33-35	с.12-15
2	Теорема существования единственности решения задачи Коши	с.123-125	с.23-27
3	Некоторые виды обыкновенных дифференциальных уравнений	с.39-41	с.40-47
4	Общая теория линейных систем	с.65-67	с.34-37, 54-58
5	Линейные уравнения с постоянными коэффициентами	с.114-144	с.65-72
6	Линейная система с постоянными коэффициентами	с.149-152	с.59-64
7	Устойчивость	с.163-167	с.72-80
8	Фазовые портреты на плоскости	с.183-186	с.114-118
9	Теоремы зависимости от начальных условий и параметров	с.188-210	с.127-132
10	Уравнения в частных производных первого порядка	с.243-246	с.142-145.
11	Методы приближенных решений обыкновенных дифференциальных уравнений	с.223-229	с.161-170

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий.

Лабораторные занятия отсутствуют

6.4. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ

Не предусмотрено планом

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№	Литература	Кол-во книг
Основная литература		
1	Олейник, О. А. Лекции об уравнениях с частными производными / Олейник, Ольга Арсеньевна ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд., испр. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. - 260 с. - (Классический университетский учебник). - ISBN 978-5-94774-623-5 : 162.23.	10
2	Курс лекций по обыкновенным дифференциальным уравнениям : учебное пособие / Т.И. Бухарова, В.Л. Камынин, А.Б. Костин, Д.С. Ткаченко. - М. : МИФИ, 2011. - 228 с. - ISBN 978-5-7262-1400-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=231525	
3	Алексеев, А. Д. Уравнения с частными производными в примерах и задачах : учебное пособие / А.Д. Алексеев, С.Н. Кудряшов, Т.Н. Радченко ; Федеральное агентство по образованию Российской Федерации, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южный федеральный университет", Факультет математики, механики и компьютерных наук. - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2009. - 80 с. - библиогр. с: С. 78. - ISBN 978-5-9275-0609-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240905	
Дополнительная литература		
1	Понтрягин, Л. С. Обыкновенные дифференциальные уравнения : [учеб. для ун-тов]. - Изд. 3-е, стер. - М. : Наука, 1970. - 331 с. - Предм. указ.: с. 329-331. - 0.75.	1
2	Геворкян, П. С. Высшая математика. Интегралы, ряды, ТФКП, дифференциальные уравнения : [учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений] : допущено Минобрнауки РФ. [ч. 2] / Геворкян, Павел Самвелович. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 272 с. - Предм. указ.: с. 265-269. - ISBN 978-5-9221-0710-5 : 311.85.	3
3	Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : в 2 частях. Ч. 2 : 35 лекций / Письменный, Дмитрий Трофимович. -	20

	6-е изд. - М. : Айрис Пресс, 2008. - 256 с. - ISBN 978-5-8112-2921-5 : 71.51.	
4	Дифференциальные и интегральные уравнения. Вариационное исчисление в примерах и задачах / А. Б. Васильева [и др.]. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 432 с. - (Курс высшей математики и математической физики / под ред. А. Н. Тихонова [и др.] ; Вып. 10). - Библиогр.: с. 430-431. - ISBN 5-9221-0276-1 : 335.61.	5
5	Демидович, Б. П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : [учеб. пособие для вузов] : допущено Госкомитетом СССР по народ. образованию / Б. П. Демидович. - 10-е изд., испр. - М. : Наука, 1990. - 624 с. : ил. - ISBN 5-02-014505-X : 1.40.	25
6	Филиппов, А. Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям : [учеб. пособие для высш. учеб. заведений]. - Изд. 4-е, доп. - М. : Наука, 1973. - 125, [2] с. - 0.22.	1
7	Петровский, И. Г. Лекции об уравнениях с частными производными. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 404 с. - (Классика и современность) (Математика). - ISBN 978-5-9221-1090-7 : 160.00.	1

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Библиотека КГУ <http://library.ksu.edu.ru/>

ЭБС Университетская библиотека онлайн <http://biblioclub.ru>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория для лекций:

Корпус Е, № 209, количество посадочных мест – 30, мультимедийный комплекс, включающий экран, ноутбук и проектор.

Аудитория для практических занятий:

Корпус Е, № 212, количество посадочных мест – 24.

Аудитории для самостоятельной работы:

Читальный зал корпуса «Е», количество посадочных мест – 22, 9 компьютеров (6 для читателей, 3 для сотрудников); 1 сканер.

Читальный зал корпуса «Б1», количество посадочных мест – 200. 3 компьютера для сотрудников; 1 принтер; 1 копир/принтер; 1 проектор; 2 экрана для проектора; 1 ворота «Антивор»; 1 WIFI-точка доступа. Лицензионное ПО: АИБС МаркSQL.

Компьютерный класс, корпус "Е", ауд.227, количество посадочных мест – 16, Блок системный КМ Office ТЗ-4170, монитор Philips. Лицензионное ПО: Windows 8.1 Pro договор № 50155/ЯР4393 от 12.12.2014 с ООО Софт-лайн Проекты, MathCAD Education договор № 208/13 от 10.06.2013 с ООО ЮнитАльфаСофт.