

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

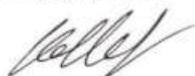
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ»

Направление подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»
Направленность (профиль) «Прикладная математика и информатика»
Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Кострома

Рабочая программа дисциплины «Дифференциальные уравнения» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень подготовки бакалавриат), утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 12 марта 2015 года № 228 (рег. 14 апреля 2015 г., № 36844). Год начала подготовки 2017.

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

подпись 

Рецензент: Землякова Ирина Владимировна, заведующая кафедрой высшей математики, доктор технических наук, профессор

подпись 

УТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий

Протокол заседания кафедры № 10 от 03.06.2017 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий

 Секованов Валерий Сергеевич, д.п.н, к.ф.-м.н., профессор КГУ

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий

Протокол заседания кафедры № 9 от 22.05.2018 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий

 Секованов Валерий Сергеевич, д.п.н, к.ф.-м.н., профессор КГУ

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Курс «Дифференциальные уравнения» является важной частью образования бакалавров направления подготовки «Прикладная математика и информатика» и относится к базовой части учебного плана. Курс ценен и как самостоятельная математическая дисциплина со специфическими методами, и особенно в плане практического применения к задачам механики, физики, химии, экономики и т.д. вплоть до социологии и этнологии.

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 и уравнения с частными производными» 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 и уравнения с частными производными» 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 и уравнения с частными производными» должны **владеть**:

- методами решения классических дифференциальных уравнений первого и второго порядков;
- методами приближенного решения дифференциальных уравнений;– основными понятиями теории пределов;
- методикой линеаризацией нелинейных систем и исследования их на устойчивость;
- методикой исследования фазовых портретов систем второго порядка.

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Дифференциальные уравнения и уравнения с частными производными» должны **освоить компетенции**:

- способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой (ОПК-1);
- способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат (ПК-2)

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» относится к **базовой** 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 «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия», «Физика», «Дискретная математика», «Теоретические основы информатики» (в плане компетенции ОПК-1); «Математический анализ», «Комплексный анализ», «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия», «Дискретная математика» (в плане компетенции ПК-2).

Изучение дисциплины «Дифференциальные уравнения» **является основой** для освоения последующих дисциплин «Теория вероятностей и математическая статистика», «Методы оптимизации», «Теория игр и исследование операций», (в плане формирования ОПК-1); «Элементы нелинейной динамики», «Элементы теории фрактальных размерностей», «Элементы теории катастроф», «Сценарии перехода к хаосу» (в плане формирования ПК-2).

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 | 6 |
| Общая трудоемкость в часах | 216 |
| Аудиторные занятия в часах, в том числе | 98 |
| Лекции | 40 |
| Практические занятия | 58 |
| Лабораторные занятия | - |
| Самостоятельная работа в часах | 82 |
| Форма промежуточной аттестации | Экзамен в 4 семестре |

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

| Виды учебных занятий | Количество часов |
|-------------------------|------------------|
| Лекции | 40 |
| Практические занятия | 58 |
| Лабораторные занятий | - |
| Консультации(на группу) | 4 |
| Зачет/зачеты | |
| Экзамен/экзамены | 0,35 |
| Курсовые работы | |
| Всего | 102,35 |

**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. | Формы текущего контроля |
|-------|----------------------------------------------------------|-------------|--------------------|--------|------|-----------|-------------------------|
| | | | Лекц. | Практ. | Лаб. | | |
| 1 | Задача Коши для уравнения и системы | 5 | 1 | 1 | - | 2 | контр. работа |
| 2 | Теорема существования единственности решения задачи Коши | 6 | 2 | 1 | - | 2 | контр. работа |
| 3 | Некоторые виды | 36 | 3 | 20 | - | 8 | контр. |

| | | | | | | | |
|---------|---------------------------------------------------------------------|-----|----|----|---|----|---------------|
| | обыкновенных дифференциальных уравнений | | | | | | работа |
| 4 | Общая теория линейных систем | 15 | 6 | 2 | - | 4 | контр. работа |
| 5 | Линейные уравнения с постоянными коэффициентами | 17 | 4 | 4 | - | 3 | контр. работа |
| 6 | Линейная система с постоянными коэффициентами | 15 | 6 | 6 | - | 2 | контр. работа |
| 7 | Устойчивость | 16 | 2 | 4 | - | 5 | контр. работа |
| 8 | Фазовые портреты на плоскости | 16 | 4 | 8 | - | 3 | контр. работа |
| 9 | Теоремы зависимости от начальных условий и параметров | 16 | 4 | 2 | - | 6 | контр. работа |
| 10 | Уравнения в частных производных первого порядка | 22 | 4 | 6 | - | 6 | контр. работа |
| 11 | Методы приближенных решений обыкновенных дифференциальных уравнений | 16 | 4 | 4 | - | 5 | контр. работа |
| Экзамен | | - | - | - | - | 36 | |
| Итого: | | 180 | 40 | 58 | - | 82 | |

3. 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 Риккатти. 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, | 2 | Контр. работа, опрос |
| 3 | Некоторые виды обыкновенных дифференциальных уравнений | Изучение литературы, решение задач, | 8 | Контр. работа, опрос |
| 4 | Общая теория линейных систем | Изучение литературы, решение задач, | 4 | Контр. работа, опрос |
| 5 | Линейные уравнения с постоянными коэффициентами | Изучение литературы, решение задач, | 3 | Контр. работа, опрос |
| 6 | Линейная система с постоянными коэффициентами | Изучение литературы, решение задач, | 2 | Контр. работа, опрос |
| 7 | Устойчивость | Изучение литературы, решение задач, | 5 | Контр. работа, опрос |
| 8 | Фазовые портреты на плоскости | Изучение литературы, решение задач, | 3 | Контр. работа, опрос |
| 9 | Теоремы зависимости от начальных условий и параметров | Изучение литературы, решение задач, | 6 | Контр. работа, опрос |
| 10 | Уравнения в частных производных первого порядка | Изучение литературы, решение задач, | 6 | 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.: Физматлит, 2009 | Задачник <i>Филиппов А. Ф.</i> Сборник задач по дифференциальным уравнениям. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008 |
|-------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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. | 3 |

| | | |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| | 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 | Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : в 2 частях. Ч. 2 : 35 лекций / Письменный, Дмитрий Трофимович. - 6-е изд. - М. : Айрис Пресс, 2008. - 256 с. - ISBN 978-5-8112-2921-5 : 71.51. | 20 |
| 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

Для проведения занятий по дисциплине необходимы учебная аудитория, доска, мел (маркеры для доски), проектор, ноутбук.