

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

---

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Дифференциальные уравнения

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

09.03.03 - Прикладная информатика

---

Направленность образовательной программы

Суперкомпьютерное моделирование и инженерный анализ

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.01 Дифференциальные уравнения относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

**2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)**

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1: Демонстрирует знание принципов сбора, отбора и обобщения информации, базирующихся на системном подходе УК-1.2: Демонстрирует умение соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности УК-1.3: Демонстрирует наличие практического опыта работы с информационными источниками, опыта научного поиска и представления научных результатов	УК-1.1: Знать способы сбора и обработки научных данных  УК-1.2: Уметь интерпретировать новую информацию в предметной области  УК-1.3: Владеть навыками поиска и последующего анализа информации в рамках профессиональной деятельности в сети Интернет и других источниках	Практическое задание	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи  Зачёт: Контрольные вопросы
ПК-9: Способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и объекты предметной области	ПК-9.1: Демонстрирует знание методических основ моделирования процессов и объектов предметной области ПК-9.2: Демонстрирует умение применения знаний к моделированию прикладных процессов и объектов предметной области при разработке программного обеспечения ИС ПК-9.3: Имеет практический опыт моделирования процессов и объектов на примере	ПК-9.1: Знать методы построения и исследования математических моделей, описываемых дифференциальными уравнениями:  определение и этапы построения математической модели динамической системы;  общую теорию дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений (существование и единственность решения	Тест Контрольная работа Практическое задание	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи  Зачёт: Контрольные вопросы

	<p>конкретной предметной области</p>	<p>задачи Коши, непрерывная зависимость от начальных условий и параметров, дифференцируемость по начальным условиям и параметрам;</p> <p>теорию линейных дифференциальных уравнений и систем уравнений;</p> <p>типы и методы решения интегрируемых нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений первого и высших порядков;</p> <p>теорию интегралов нормальных систем дифференциальных уравнений;</p> <p>теорию устойчивости решений дифференциальных уравнений и систем уравнений;</p> <p>качественно-численные методы построения параметрических и фазовых портретов автономных динамических систем второго порядка.</p> <p>ПК-9.2:</p> <p>Уметь строить и исследовать математические модели, описываемые дифференциальными уравнениями:</p> <p>строить математические модели в разных предметных областях;</p> <p>находить общее решение и решение задачи Коши интегрируемых дифференциальных уравнений 1-го порядка (с разделяющимися переменными, однородные, линейные, в полных дифференциалах и приводимые к ним, не разрешенные относительно производной);</p> <p>находить общее решение и решение задачи Коши линейных дифференциальных уравнений</p>		
--	--------------------------------------	--	--	--

		<p>высших порядков с постоянными коэффициентами; находить общее решение и решение задачи Коши линейных дифференциальных уравнений высших порядков с переменными коэффициентами; находить общее решение и решение задачи Коши линейных систем дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами; находить общее решение и решение задачи Коши нелинейных дифференциальных уравнений высших порядков и нелинейных систем уравнений; находить состояния равновесия автономных динамических систем второго порядка, исследовать их тип и характер устойчивости по первому приближению, строить фазовый портрет.</p> <p>ПК-9.3: Владеть приемами построения математических моделей в разных предметных областях.</p>		
--	--	---	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>7</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>252</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>48</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>80</b>
- КСР	<b>3</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>85</b>

Промежуточная аттестация	36 Экзамен, Зачёт
--------------------------	----------------------

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	О Ф О	О Ф О	О Ф О	О Ф О	О Ф О
Понятие о дифференциальном уравнении. Математические модели динамических систем в форме обыкновенных дифференциальных уравнений	18	6	6	12	6
Дифференциальные уравнения первого порядка	40	16	12	28	12
Дифференциальные уравнения высших порядков	14	4	4	8	6
Линейные уравнения высших порядков	51	6	26	32	19
Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Теория интегралов нормальных систем	16	4	6	10	6
Линейные системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами	24	4	10	14	10
Устойчивость решений дифференциальных уравнений	14	2	6	8	6
Элементы качественной теории дифференциальных уравнений. Фазовые портреты автономных динамических систем второго порядка	36	6	10	16	20
Аттестация	36				
КСР	3			3	
Итого	252	48	80	131	85

#### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Понятие о дифференциальном уравнении. Математические модели динамических систем в форме обыкновенных дифференциальных уравнений: Обыкновенное дифференциальное уравнение. Дифференциальное уравнение в частных производных. Порядок уравнения. Системы дифференциальных уравнений. Задачи анализа и геометрии, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям. Математические модели динамических систем в форме обыкновенных дифференциальных уравнений.

Тема 2. Дифференциальные уравнения первого порядка: Общее, частное, особое решение. Общий интеграл. Задача Коши. Поле направлений. Метод изоклин. Интегрируемые типы уравнений первого порядка, разрешенных относительно производной (уравнения с разделяющимися переменными, однородные уравнения, линейные уравнения, уравнения в полных дифференциалах и приводимые к ним). Существование и общие свойства решений уравнений первого порядка, разрешенных относительно производной (существование и единственность решения задачи Коши, продолжаемые и непродолжаемые решения, степень гладкости решений, непрерывная зависимость решений от

начальных условий и параметров, дифференцируемость решений по начальным условиям и параметрам). Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Уравнения Лагранжа и Клеро.

Тема 3. Дифференциальные уравнения высших порядков: Общее решение. Задача Коши. Типы уравнений, интегрируемые в квадратурах. Типы уравнений, допускающие понижение порядка.

Тема 4. Линейные уравнения высших порядков: Фундаментальная система решений. Общее решение линейного однородного уравнения. Общее решение линейного неоднородного уравнения. Отыскание частного решения линейного неоднородного уравнения. Метод вариации произвольных постоянных. Метод Коши. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Гармонический и линейный осцилляторы.

Тема 5. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Теория интегралов нормальных систем: Каноническая система дифференциальных уравнений. Система в нормальной форме. Общее решение. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Общий интеграл. Первый интеграл. Теория интегралов нормальной системы. Системы в симметрической форме.

Тема 6. Линейные системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами: Фундаментальная система решений. Общее решение линейной однородной системы. Метод Эйлера построения фундаментальной системы решений. Общее решение линейной неоднородной системы. Отыскание частного решения линейной неоднородной системы. Метод вариации произвольных постоянных. Метод неопределенных коэффициентов для отыскания частного решения неоднородной системы со специальными правыми частями в виде квазиполиномов. Метод комплексных амплитуд. Принцип суперпозиции.

Тема 7. Устойчивость решений дифференциальных уравнений: Определение устойчивости по Ляпунову и асимптотической устойчивости. Исследование устойчивости по первому приближению. Критерий Рауса-Гурвица. Исследование устойчивости с помощью функции Ляпунова.

Тема 8. Элементы качественной теории дифференциальных уравнений. Фазовые портреты автономных динамических систем второго порядка: Автономные и неавтономные системы. Автономная система второго порядка и ее фазовое пространство. Связь между фазовыми траекториями и интегральными кривыми. Состояния равновесия, их тип и характер устойчивости. Фазовый портрет. Качественно-численные методы построения фазовых портретов автономных динамических систем второго порядка.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Дифференциальные уравнения, <http://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=247>.

Иные учебно-методические материалы:

Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э.- Теория колебаний. М.: Наука, 1981.

Методическое описание учебно-лабораторного комплекса/ Сост. Н. В. Киселева, А. В.

Артемьев. – Н. Новгород: ННГУ, 2004. – 28с.

Киселева Н.В. Компьютерный комплекс по качественной теории дифференциальных уравнений для поддержки самостоятельной работы // Образовательные технологии и общество. 2018. Т. 21. № 1. С. 423-434.

## 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

### 5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

#### 5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции УК-1:

1. Качественно – численными методами найти состояния равновесия и исследовать их тип и характер устойчивости. На плоскости параметров построить области их существования и устойчивости. Для каждой области построить фазовый портрет.

2. Дана автономная система. Качественно-численными методами найти состояния равновесия и исследовать их тип и характер устойчивости. На плоскости параметров построить области их существования и устойчивости. Для каждой области построить фазовый портрет.

#### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-9:

Задание 1: Исследовать устойчивость нулевого решения уравнения  $y'''+11y''+5y'+61y=0$

Задание 2: Исследовать устойчивость нулевого решения системы 
$$\begin{cases} \dot{x} = e^x - 9y - 1 + x^4 \\ \dot{y} = x + \sin y + y^6 \end{cases}$$

Задание 3: Написать условие асимптотической устойчивости нулевого решения

уравнения  $y'''' + y'''' + ay'' + y' + by = 0$

Задание 4: Найти состояния равновесия системы, определить их тип и характер устойчивости, построить

фазовый портрет 
$$\begin{cases} \dot{x} = (x-1)(y-1) \\ \dot{y} = xy - 2 \end{cases}$$

Задание 5: Найти особые точки уравнения, определить их тип и характер устойчивости, построить

интегральные кривые 
$$y' = \frac{x^2 + y^2 - 2}{x - y}$$

### Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнена основная часть задания или задание выполнено с недочетами
не зачтено	Задание не выполнено или выполнено с грубыми ошибками

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-9:

1. вопрос: Определить тип дифференциального уравнения.

1. Однородное уравнение
2. Уравнение Бернулли
3. Уравнение в полных дифференциалах
4. Уравнение Клеро

2. Вопрос: Может ли дифференциальное уравнение иметь особые решения?

1. Да
2. Нет

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	99-100%
отлично	91-98%
очень хорошо	86-90%
хорошо	71-85%
удовлетворительно	51-70%
неудовлетворительно	31-50%
плохо	0-30%

### 5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-9:

Задание 1: Найти общее решение уравнения и решение задачи

Коши  $2x\sqrt{1-y^2}dx + ydy = 0, y(2) = 0$  Построить интегральные кривые уравнения методом изоклин.



Задание 2: Найти общее решение уравнения, приведя его к линейному дифференциальному

уравнению  $xy^2y' - x^2 - y^3 = 0$

Задание 3: Найти общее решение уравнения, приведя его к уравнению в полных

дифференциалах  $(xy^2 + y)dx - xdy = 0$

Задание 4: Найти общее решение уравнения  $xy' = y + y'(1 + y')$

и выделить интегральные кривые, проходящие через точки  $I_1(0,0), I_2(1,1), I_3(1,0)$  Задание 5: Найти кривые, у которых отношение отрезка, отсекаемого касательной на оси  $OY$ , к отрезку, отсекаемому нормалью на оси  $OX$ , есть величина постоянная, равная  $a$ .

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Задание выполнено полностью
не зачтено	Задание не выполнено или выполнено с грубыми ошибками

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### **5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-1**

Системы обыкновенных ДУ. Порядок системы. Каноническая и нормальная системы. Решение. Общее решение. Частное решение. Задача Коши. Приведение ДУ  $n$ -го порядка, разрешенного относительно старшей производной, к нормальной системе ДУ  $n$ -го порядка.

Системы ДУ в нормальной форме. Теорема Коши-Пикара. Теорема Пеано. Метод сведения нормальной системы  $n$  дифференциальных уравнений к дифференциальному уравнению  $n$ -го порядка.

Теория интегралов нормальных систем ДУ. Интеграл. Первый интеграл. Необходимое и достаточное условие первого интеграла. Общий интеграл. Решение задачи Коши при наличии общего интеграла.

Независимость первых интегралов нормальной системы ДУ. Теоремы о числе первых интегралов нормальной системы ДУ и о числе независимых первых интегралов.

Понижение порядка системы ДУ с помощью независимых первых интегралов. Системы ДУ в симметрической форме. Интегрируемые комбинации.

Общая теория нормальных систем ДУ и ДУ  $n$ -го порядка.

#### **5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-9**

Линейные системы ДУ в нормальной форме. Теорема Коши-Пикара. Однородные и неоднородные системы. Свойства решений однородной системы.

Линейные однородные системы ДУ в нормальной форме. Фундаментальная система решений (ФСР). Теорема об общем решении. Задача о построении линейной однородной системы ДУ, имеющей заданную ФСР.

Линейные однородные системы ДУ с постоянными коэффициентами. Теорема Коши-Пикара. Метод Эйлера построения ФСР.

Неоднородные системы линейных ДУ. Теорема о структуре общего решения. Свойства решений. Принцип суперпозиции.

Неоднородные системы линейных ДУ. Метод Лагранжа вариации произвольных постоянных для отыскания частного решения.

Линейные неоднородные системы ДУ с постоянными коэффициентами.

Устойчивость решений динамических систем. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Критерий Рауса – Гурвица.

Исследование устойчивости решений динамических систем с помощью функции Ляпунова.

Динамическая интерпретация нормальной системы обыкновенных ДУ. Фазовое пространство. Фазовая траектория. Автономные и неавтономные динамические системы.

Состояния равновесия автономной динамической системы, их тип и характер устойчивости. Фазовый портрет.

Численный метод отыскания состояний равновесия и определения их типа.

Численный метод построения сепаратрис седловых состояний равновесия.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Студент дал развернутый ответ на все вопросы и при этом продемонстрировал знание дополнительного материала.
отлично	Студент дал развернутый ответ на все вопросы.
очень хорошо	Студент дал ответ на все вопросы, возможно с незначительными недочетами.
хорошо	Студент ответил на большую часть вопросов с незначительными недочетами.
удовлетворительно	Студент ответил на большую часть вопросов с существенными недочетами.
неудовлетворительно	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач.
плохо	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач.

### 5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-1

Основные понятия о ДУ. Обыкновенные ДУ и ДУ в частных производных. Порядок ДУ. ДУ, разрешенные и неразрешенные относительно производной. Системы ДУ.

Математические модели динамических систем в форме обыкновенных ДУ.

ДУ 1 порядка, разрешенные относительно производной. Решение. Общее решение, частное решение. Общий интеграл. Коши. Существование и единственность решения задачи Коши.

Геометрическая интерпретация ДУ 1 порядка, разрешенного относительно производной. Поле направлений. Интегральная кривая. Геометрический смысл задачи Коши. Обыкновенные и особые точки.

Качественное исследование ДУ 1 порядка, разрешенного относительно производной. Изоклины. Линия экстремумов.

перегибов интегральных кривых.

Особые решения ДУ 1 порядка, разрешенного относительно производной. Способы их отыскания.

ДУ 1 порядка с разделяющимися переменными и приводимые к ним.

Однородные ДУ 1 порядка.

ДУ 1 порядка, приводимые к однородным.

Линейные ДУ 1 порядка. Структура общего решения. Метод вариации произвольной постоянной.

ДУ 1 порядка, приводимые к линейным. ДУ Бернулли и Риккати.

ДУ 1 порядка в полных дифференциалах.

Интегрирующий множитель ДУ 1 порядка. Способы его нахождения. Связь с особыми решениями.

Теорема о числе интегрирующих множителей данного уравнения.

Интегрирующий множитель для ДУ с разделяющимися переменными.

Интегрирующий множитель для однородного ДУ

Интегрирующий множитель для линейного ДУ.

#### **5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-9**

Теорема Коши-Пикара для ДУ 1 порядка, разрешенного относительно производной.

Метод последовательных приближений Пикара решения задачи Коши для ДУ 1-го порядка.

Теорема о продолжении решения задачи Коши. Продолжаемые и непродолжаемые решения.

Теорема о непрерывной зависимости решения задачи Коши от параметров.

Теорема о непрерывной зависимости решения задачи Коши от начальных условий.

Степень гладкости решения задачи Коши.

Дифференцируемость решения задачи Коши по начальным данным и параметрам.

Уравнения 1 порядка, не разрешенные относительно производной. Решение. Общее решение, частное решение. Общий интеграл. Поле направлений. Постановка задачи Коши.

Теорема Коши-Пикара для ДУ 1 порядка, не разрешенного относительно производной.

Особые решения ДУ 1 порядка, не разрешенного относительно производной. Способы отыскания. Дискриминантная Огибающая семейства интегральных кривых.

Методы интегрирования ДУ 1 порядка, не разрешенных относительно производной.

ДУ Лагранжа.

ДУ Клеро.

ДУ высших порядков. Общее решение. Общий интеграл. Задача Коши. Теорема Коши-Пикара. Теорема Пеано.

ДУ высших порядков, допускающие понижение порядка.

Линейные дифференциальные уравнения высших порядков. Задача Коши. Теорема Коши-Пикара. Однородные и неоднородные уравнения. Свойства решений линейных однородных уравнений.

Линейные однородные ДУ  $n$ -го порядка. Фундаментальная система решений (ФСР). Теорема об общем решении линейного однородного ДУ. Задача о построении линейного однородного ДУ по заданной ФСР.

Линейные однородные ДУ  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами. Теорема Коши-Пикара. Метод Эйлера для систем ДУ. Теорема о структуре общего решения. Свойства решений. Принцип суперпозиции.

Линейные неоднородные ДУ  $n$ -го порядка. Теорема о структуре общего решения. Свойства решений. Принцип суперпозиции.

Линейные неоднородные ДУ  $n$ -го порядка. Метод Лагранжа вариации произвольных постоянных и метод Коши для нахождения частного решения.

Линейные неоднородные ДУ  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами и специальной правой частью в виде квазиполинома. Метод неопределенных коэффициентов. Метод комплексных амплитуд.

Гармонический осциллятор.

Линейный осциллятор.

Линейные однородные ДУ  $n$ -го порядка с переменными коэффициентами. Приведение к ДУ с постоянными коэффициентами. Однородные ДУ Эйлера.

Понижение порядка линейного однородного ДУ  $n$ -го порядка с переменными коэффициентами при помощи известного частного решения.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент ответил на большую часть вопросов возможно с незначительными недочетами.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач.

### 5.3.5 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции УК-1

$$\begin{cases} x = x - z \\ y = 2y - 6x + 6z \\ z = 4x - y - 4z \end{cases}$$

Найти общее решение системы

### 5.3.6 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-9

Найти общее решение уравнения  $x^2 y' = x^2 y^2 + xy + 1$ .

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Студент получил верный ответ во всех заданиях. При этом студент продемонстрировал знание дополнительного материала.
отлично	Студент получил верный ответ во всех заданиях.
очень хорошо	Студент получил верный ответ в большинстве заданий.
хорошо	Студент решил большую часть задач с незначительными недочетами.
удовлетворительно	Студент решил большую часть задач с существенными недочетами.
неудовлетворительно	Студент допускает грубые ошибки в решении стандартных задач
плохо	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Филиппов Алексей Федорович. Сборник задач по дифференциальным уравнениям : Более 14000 задач с ответами : [учеб. пособие] . - Изд. 3-е. - М. : ЛИБРОКОМ, 2009. - 240 с. - ISBN 978-5-397-00658-3 : 270.00., 48 экз.
2. Бибииков Ю. Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений / Бибииков Ю. Н. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 304 с. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-1176-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799724&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Практикум по дисциплине "Дифференциальные уравнения" : учебно-методическое пособие. Ч. 1 / Е. В. Губина, Е. Ю. Кадина, Н. В. Киселева, Г. В. Осипов ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2016. - 29 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=823688&idb=0>.

2. Киселева Наталья Владимировна. Нелинейные дифференциальные уравнения высших порядков : учебно-методическое пособие / Н. В. Киселева ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2019. - 32 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=794850&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Операционные системы семейства MicrosoftWindows, лицензия по подписке MicrosoftImagine.
2. Браузер Google Chrome, предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом.
3. Среда разработки семейства MicrosoftVisualStudio, лицензия по подписке MicrosoftImagine.

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 09.03.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Киселева Наталья Владимировна, кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Осипов Григорий Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.