

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет дружбы народов»*

*Факультет физико-математических и естественных наук*

Рекомендовано МСЧН

*02.00.00 «Компьютерные  
и информационные науки»*

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Наименование дисциплины**

Дифференциальные и разностные уравнения

**Рекомендуется для направления подготовки/специальности**

02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

**Квалификация (степень выпускника) Бакалавр**

## 1. Цели и задачи дисциплины:

**Целями** освоения дисциплины являются: ознакомление студентов с базовыми и специальными понятиями теории обыкновенных дифференциальных уравнений, основными методами численного и аналитического решения обыкновенных дифференциальных уравнений, приемами доказательства качественных теорем теории обыкновенных дифференциальных уравнений, методами приложения результатов теории обыкновенных дифференциальных уравнений к задачам физики, механики, математической экономики.

**Основными задачами** освоения дисциплины являются:

- изучение классических понятий и теорем теории обыкновенных дифференциальных уравнений в рамках университетской программы;
- приобретение навыков решения стандартных задач по курсу обыкновенных дифференциальных уравнений

## 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» относится к обязательной части блока 1 учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

### Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Общекультурные компетенции			
	ОПК-1	Алгебра, Аналитическая геометрия	Методы оптимизации и исследование операций, Государственный экзамен

ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ОПК-1

ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности:

- ОПК-1.1: Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук; знает основную терминологию
- ОПК-1.2: Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты
- ОПК-1.3: Имеет практический опыт работы с решением стандартных математических задач и применяет его в профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** общие принципы организации математического исследования.

**Уметь:** использовать математические методы, в том числе методы теории дифференциальных уравнений, в решении задач математики и её приложений.

**Владеть:** методами теории обыкновенных дифференциальных уравнений и основ вариационного исчисления

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (Модули)	
		Семестр 3 6 модуль (9 нед.)	Семестр 4 7 модуль (9 нед.)
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	108	54	54
В том числе:			
Лекции	36	18	18
Практические занятия (ПЗ)	72	36	36
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	144	54	90
Общая трудоемкость (час)	252	108	144
зач. ед.	7	3	4

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Дифференциальные уравнения первого порядка	ДУ первого порядка, разрешенные относительно производной. ДУ первого порядка в симметричной форме. Интегрируемые типы ДУ первого порядка. Теорема Пеано.
2.	Системы дифференциальных уравнений	Нормальные системы и их векторная запись. Теорема Пикара. Теоремы единственности. Продолжимость решений. Теорема о непрерывной зависимости решения от начальных данных и параметров. Дифференцируемость решений по начальным данным и параметрам.
3	Свойства автономных и линейных систем ДУ.	Автономные системы. Свойства решений линейной системы в вещественном и комплексном случае. Устойчивость положения равновесия по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость.
4	Уравнения в частных производных первого порядка	Задача Коши для линейных уравнений в частных производных для двух независимых переменных. Определение характеристической системы. Теорема о существовании и единственности построения решения задачи Коши. Схема решения задачи задачи Коши.

##### 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц	Практ зан.	Лаб. зан.	Се-мин	СРС	Всего час.
1.	ДУ первого порядка	9	18	-	-	36	63
2.	Системы ДУ	9	18	-	-	36	63
3	Свойства автономных и линейных систем ДУ	9	18	-	-	36	63
4	Уравнения с частными производными первого порядка	9	18	-	-	36	63

#### 6. Лабораторный практикум

Отсутствует.



## 7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (час.)
1.	ДУ первого порядка	Уравнения с разделяющимися переменными. Геометрические и физические задачи. Однородные уравнения. Линейные уравнения первого порядка. Уравнения в полных дифференциалах интегрирующий множитель. Уравнения, не разрешенные относительно производной. Разные уравнения относительно производной.	18
2.	Системы ДУ	Системы ДУ. Краевые задачи. Функция Грина.	18
3.	Свойства автономных и линейных систем ДУ	Интегралы и траектории. Исследование на устойчивость по определению, по первому приближению.	18
4.	Уравнения с частными производными первого порядка	Уравнения с частными производными первого порядка. Задача Коши для линейных уравнений в частных производных для двух независимых переменных. Определение характеристической системы.	18

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения учебных занятий (в том числе для практического и лекционного типов занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации).

Компьютерные (дисплейные) классы с доступом к сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета для проведения обучающимися самостоятельной работы и компьютерного тестирования обучающихся (при необходимости).

## 9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение:

- продукты Microsoft - операционная система, пакет офисных приложений, MS Teams и др. (подписка Enrollment for Education Solutions (EES));
- Программное обеспечение со свободной лицензией (free):
  - браузер Chrome (лицензия Google Chrome Terms of Service);
  - медиа-плеер (например, VLC Media Player, лицензия GPL-2),
  - Adobe Reader (лицензия Adobe Software License Agreement).
  - офисный пакет LibreOffice (лицензия MPL-2.0)

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

- библиотека РУДН: <http://lib.rudn.ru/>
- ТУИС РУДН: <https://esystem.rudn.ru/>

## 10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

а) Основная литература

1. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений : Учебник для вузов / В.В. Степанов. - 8-е и послед. изд., стереотип. - М. : Физматгиз, все годы издания

2. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений / И.Г. Петровский. - М. : Физматлит, 2009. все годы издания
3. Обыкновенные дифференциальные уравнения : Учебник для математических специальностей университетов / Л.С. Понтрягин. - 5-е изд. - М. : Наука, 1982, все годы издания
4. Обыкновенные дифференциальные уравнения / В.И. Арнольд. - 4-е изд. - Ижевск : Ижевская республиканская типография : Изд-во УГУ, 2000
5. Сборник задач по дифференциальным уравнениям : учебное пособие / А.Ф. Филиппов. - 4-е изд. - М. : Либроком, 2011.
6. Сборник задач и упражнений по обыкновенным дифференциальным уравнениям : Учебное пособие для университетов / Н.М. Матвеев. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Росвузиздат, 1962, все годы издания
7. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений : Учебное пособие для механико-математических факультетов университетов / Н.М. Матвеев. - 2-е изд., перераб. - М. : Высшая школа, 1963, все годы издания

#### **б) Дополнительная литература**

1. Еругин, Н.П. Книга для чтения по общему курсу дифференциальных уравнений / Н.П. Еругин ; ред. Н.А. Изобова. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - Минск : Наука и техника, 1979. - 744 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468027>
2. Арнольд, В.И. Дополнительные главы теории обыкновенных дифференциальных уравнений / В.И. Арнольд. - Москва : Издательство Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1978. - 306 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=479567>

### **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Учебным планом на изучение дисциплины отводится два модуля. В течение каждого модуля выполняются самостоятельные работы и контрольные мероприятия. В конце каждого модуля производится итоговый контроль знаний по дисциплине.

#### **12.1. Самостоятельная работа студентов**

1. Часть практических занятий предусматривает задания для индивидуальной самостоятельной работы студента, обязательные для выполнения.
2. Выполнение заданий для самостоятельной работы позволяет студенту приобрести дополнительные навыки и закрепить знания по изучаемой теме.
3. Результатом самостоятельной работы должно быть выполнение работы, по результатам которой выставляется оценка в соответствии с заранее утверждёнными баллами.

##### **12.1.1 Методические указания для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы студентам могут быть даны задания двух видов:

- 1) решение задач по уже изученным на лекциях темам;
- 2) изучение разделов курса по указанной преподавателем учебной литературе.

В случае 1) необходимо, прежде всего, вспомнить относящийся к поставленной задаче лекционный материал (в том числе, если необходимо, по учебнику).

В случае 2) требуется прочитать учебник, запомнить формулировки определений и теорем. При изучении доказательства теоремы необходимо внимательно следить за логикой изложения. Особенно полезно по окончании доказательства просмотреть его повторно и выяснить, все ли условия теоремы были использованы и нельзя ли от некоторых из них отказаться. Для этого в тексте учебника нередко имеются примеры, иллюстрирующие теорему.



### **12.2 Структура практических занятий**

Практические занятия осуществляются индивидуально или в составе группы студентов в соответствии с календарным планом и методическими указаниями по выполнению практических занятий.

### **13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

ФОС по дисциплине представлен в приложении к данной программе.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

#### **Разработчик:**

д.ф.-м.н., профессор  
Математического института  
им. С.М. Никольского



Д.Е. Апушкинская

#### **Директор**

Математического института им. С.М. Никольского,  
д.ф.-м.н., профессор



А.Л.Скубачевский

#### **Руководитель программы**

Заведующий кафедрой  
прикладной информатики и теории вероятностей,  
д.т.н., проф.



К.Е. Самуйлов

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет дружбы народов»*

Факультет физико-математических и естественных наук

**Математический институт имени С.М.Никольского**

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по учебной дисциплине Дифференциальные и разностные уравнения

**Рекомендуется для направления подготовки**  
02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

**Квалификация (степень) выпускника**

Бакалавр

Квалификация (степень) выпускника

**Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине** Дифференциальные и разностные уравнения  
 Направление/Специальность 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

**Семестр 3 (Модуль 6)**

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	Наименование оценочного средства			Баллы темы	Баллы раздела
			Текущий контроль		Промежуточная аттестация		
			Выполнение КР/КП	СРС (Выполнение ДЗ)	Зачет (Онлайн-тест)		
ОПК-1	Дифференциальные уравнения первого порядка	Тема 1: Элементарные приемы интегрирования	10	10	7	27	55
		Тема 2: Линейные ОДУ первого порядка	10	10	8	28	
ОПК-1	Системы дифференциальных уравнений	Тема 1: Линейные системы	20	15	10	45	45
		<b>ИТОГО:</b>	40	35	25	100	100



**Семестр 3 (Модуль 7)**

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	Наименование оценочного средства				Баллы темы	Баллы раздела
			Текущий контроль		Промежуточная аттестация			
			Выполнение КР/КП	СРС (Выполнение ДЗ)	Экзамен	Онлайн-тест		
ОПК-1	Свойства автономных и линейных систем ДУ	Тема 1: Интегралы и траектории	10	2	7	5	24	49
		Тема 2: Исследование на устойчивость по определению, по первому приближению	10	2	8	5	25	
ОПК-1	Уравнения с частными производными первого порядка	Тема 1: Уравнения с частными производными 1-го порядка	10	4	7	5	26	51
		Тема 2: Задача Коши для линейных УрЧП в случае 2-х независимых переменных	10	2	8	5	25	
		<b>ИТОГО:</b>	40	10	30	20	100	100

ОПК-1 : Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности:

ОПК-1.1: Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук; знает основную терминологию

ОПК-1.2: Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты

ОПК-1.3: Имеет практический опыт работы с решением стандартных математических задач и применяет его в профессиональной деятельности

**Перечень оценочных средств**  
по дисциплине «Дифференциальные и разностные уравнения»

п / п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<i><b>Аудиторная работа</b></i>			
	Опрос	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу или теме.	Примерные вопросы для опроса
	Контрольная работа	Форма проверки качества усвоения студентами учебного материала в соответствии с утвержденной программой.	Комплект вариантов контрольных работ
	Экзамен	Форма проверки качества усвоения студентами учебного материала и выполнения в процессе обучения всех учебных поручений в соответствии с утвержденной программой.	Комплект экзаменационных билетов, список экзаменационных вопросов
<i><b>Самостоятельная работа</b></i>			
	СРС (домашнее задание)	Форма проверки качества усвоения студентами учебного материала в соответствии с утвержденной программой.	Примерный вариант домашнего задания

# Комплект экзаменационных билетов

## Дисциплина *Дифференциальные и разностные уравнения*

### Экзаменационный билет №1

1. ОДУ 1-го порядка, не разрешенное относительно производной. Теорема существования и единственности решения задачи Коши.
2. Автономные системы. Основное тождество автономных систем.

### Экзаменационный билет №2

1. Классификация дифференциальных уравнений. Понятие решения ОДУ. Постановка задачи с начальными данными (задача Коши) для разрешенного относительно производной ОДУ 1-го порядка.
2. Уравнения, интегрируемые в квадратурах, и уравнения, допускающие понижение порядка.

### Экзаменационный билет №3

1. ОДУ 1-го порядка, разрешенные относительно производной. Геометрическая интерпретация. Интегральные кривые. Метод изоклин.
2. Автономные системы. Траектория покоя и замкнутая траектория.

### Экзаменационный билет №4

1. Теорема Коши о существовании решения задачи Коши для ОДУ 1-го порядка, разрешенного относительно производной.
2. Автономные системы. Теорема о видах траекторий автономных систем.

### Экзаменационный билет №5

1. Теорема Коши о единственности решения задачи Коши для ОДУ 1-го порядка, разрешенного относительно производной.
2. Продолжимость решений. Необходимые и достаточные условия продолжимости решения за точку.

### Экзаменационный билет №6

1. Уравнения Лагранжа и Клеро.
2. Нормальные системы дифференциальных уравнений. Понятие решения. Теорема единственности решения задачи Коши для нормальной системы.

### Экзаменационный билет №7

1. Теорема Пеано о существовании решения задачи Коши для ОДУ 1-го порядка, разрешенного относительно производной.
2. Линейные однородные системы. Множество решений. Эквивалентные утверждения для Вронскиана.

### Экзаменационный билет №8

1. Уравнения с разделяющимися переменными и к ним приводящиеся.
2. Линейные однородные системы. Теорема о существовании фундаментальной матрицы. Теорема об общем решении линейной системы.

### Экзаменационный билет №9

1. Однородные уравнения. Метод решения. Уравнения, приводящиеся к однородным
2. Линейные однородные системы. Теорема об общем виде фундаментальной матрицы.

### Экзаменационный билет №10

1. Линейные уравнения 1-го порядка. Методы решения: метод Лагранжа, метод подстановки Бернулли.
2. Линейные неоднородные системы. Теорема об общем решении. Метод вариации произвольной постоянной.

### Экзаменационный билет №11

1. Уравнения Бернулли. Уравнение Риккати.
2. Метод Эйлера построения фундаментальной матрицы.



Экзаменационный билет №12

1. ОДУ в симметричном виде. Уравнения в полных дифференциалах.
2. Классификация Пуанкаре (обыкновенный и дикритический узлы, седло).

Экзаменационный билет №13

1. Интегрирующий множитель. Частные случаи нахождения интегрирующего множителя.
2. Теоремы существования и единственности решения линейной системы ОДУ и решения линейного ОДУ  $n$ -ого порядка на всем отрезке.

Экзаменационный билет №14

1. Уравнения, интегрируемые в квадратурах, и уравнения, допускающие понижение порядка.
2. Устойчивость по Ляпунову. Основные определения

Экзаменационный билет №15

1. Теорема существования решения задачи Коши для нормальной системы на всем отрезке.
2. Классификация Пуанкаре (вырожденный узел).

Экзаменационный билет №16

1. Классификация Пуанкаре (центр и фокус).
2. Устойчивость линейных систем. Теорема о связи устойчивости по Ляпунову и ограниченности фундаментальной матрицы.

Экзаменационный билет №17

1. Классификация Пуанкаре (центр и фокус).
2. Линейные системы. Теорема о связи асимптотической устойчивости и сходимости фундаментальной матрицы.

Экзаменационный билет №18

1. Классификация Пуанкаре (общий случай).
2. Устойчивость систем с постоянными коэффициентами (случай 3).

Экзаменационный билет №19.

1. Уравнения с частными производными первого порядка.
2. Устойчивость систем с постоянными коэффициентами (случаи 1 и 2).

Экзаменационный билет №20

1. Функция Ляпунова. Теорема об устойчивости.
2. Задача Коши для линейных уравнений в частных производных для двух независимых переменных.

Экзаменационный билет №21

1. Функции Ляпунова. Теорема об асимптотической устойчивости.
2. Характеристическая система.

## ТИПОВОЙ ВАРИАНТ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

### Контрольная работа 1

#### Вариант 1

1. Найти общее решение уравнения:  $xy'' = y'$ .
2. Найти общее решение уравнения:  $(3x^2 + 3x^2 \ln y) dx - \left(2y - \frac{x^3}{y}\right) dy = 0$ .
3. Найти общее решение уравнения:  $y'^2 - 2xy' = x^2 - 4y$ .
4. Найти общее решение уравнения:  $y' - y \cos x = x^2$ .

#### Вариант 2

1. Найти общее решение уравнения:  $y'' x \ln x = 2y'$ .

2. Найти общее решение уравнения:  $\frac{y}{x} dx + (3y^2 + \ln x) dy = 0$ .
3. Найти общее решение уравнения:  $5y + y'^2 = x(x + y')$ .
4. Найти общее решение уравнения:  $y' - 2 \operatorname{tg} x = \cos^4 x$ .

### Контрольная работа 2

#### Вариант № 1

1. Найти общее решение системы  $\dot{x} = Ax$ , если  $A = \begin{pmatrix} 5 & -1 & 5 \\ 0 & 3 & 2 \\ 0 & -2 & 3 \end{pmatrix}$ .
2. Найти общее решение системы  $\dot{x} = Ax$ , если  $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$ .
3. Найти общее решение системы  $\dot{x} = \begin{pmatrix} 5 & 4 \\ -4 & 3 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} 1 \\ t \end{pmatrix} \exp(-t)$ .
4. Исследовать на устойчивость нулевое решение системы
 
$$\begin{cases} x' = 2 - \exp(x + y) - \cos x, \\ y' = \ln(1 + \sin(2x - 3y)). \end{cases}$$
5. Найти общее решение уравнения. Найти поверхность, удовлетворяющую данному уравнению и проходящую через данную линию.

$$xy^3 \frac{\partial z}{\partial x} + x^2 z^2 \frac{\partial z}{\partial y} = y^3 z; \quad x = -z^3, \quad y = z^2.$$

#### Вариант № 2

1. Найти общее решение системы  $\dot{x} = Ax$ , если  $A = \begin{pmatrix} 3 & -1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 2 & -2 & 2 \end{pmatrix}$ .
2. Найти общее решение системы  $\dot{x} = Ax$ , если  $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & 0 \\ 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$ .
3. Найти общее решение системы  $\dot{x} = \begin{pmatrix} 2 & -2 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} \frac{1}{\cos^2 t}$ .
4. Исследовать на устойчивость нулевое решение системы
 
$$\begin{cases} x' = \operatorname{tg}(-2x + y) + 1 - \cos x, \\ y' = \ln(1 + 2x - 3y). \end{cases}$$
5. Найти общее решение уравнения. Найти поверхность, удовлетворяющую данному уравнению и проходящую через данную линию.

$$(x - z) \frac{\partial z}{\partial x} + (y - z) \frac{\partial z}{\partial y} = 2z; \quad x - y = 2, \quad z + 2x = 1.$$

## ТИПОВОЙ ВАРИАНТ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

**Задача 1. Исследовать на устойчивость по первому приближению положение равновесия системы.**

Вариант 1

$$\begin{cases} \dot{x} = 5x + y \cos y - \frac{x^3}{3}, \\ \dot{y} = 3x + 2y + \frac{x^4}{5}. \end{cases}$$

Вариант 2

$$\begin{cases} \dot{x} = \frac{1}{4}(e^x - 1) - 9y + 5x^3, \\ \dot{y} = \frac{1}{5}x - \sin y + y^5. \end{cases}$$

**Задача 2. Найти производную по параметру от решения системы.**

Вариант 1

$$\begin{cases} \dot{x} = 4ty^2, & x(0) = 0, \\ \dot{y} = 1 + 5\mu x, & y(0) = 0; \end{cases} \quad \text{найти} \quad \left. \frac{\partial x}{\partial \mu} \right|_{\mu=0}.$$

Вариант 2

$$\begin{cases} \dot{x} = x + y, & x(0) = 1 + \mu, \\ \dot{y} = 2x + \mu y^2, & y(0) = -2; \end{cases} \quad \text{найти} \quad \left. \frac{\partial y}{\partial \mu} \right|_{\mu=0}.$$

## ПРИМЕРНЫЕ ВАРИАНТЫ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ

1.  $(y + \sqrt{xy}) dx = x dy$
2.  $(2x + y + 1) dx - (4x + 2y - 3) dy = 0$
3.  $x - y - 1 + (y - x + 2) y' = 0$
4.  $(\sin^2 y + x \operatorname{ctg} y) y' = 1$
5.  $y' = y^4 \cos x + y \operatorname{tg} x$
6.  $y = \ln(1 + y'^2)$
7.  $y = (y' - 1) e^{y'} = 0$
8.  $2xy' - y = y' \ln y y'$
9.  $y^4 - y^3 y'' = 1$
10.  $y''(2y' + x) = 1$
11.  $y'' - 5y' = 3x^2 + \sin 5x$
12.  $y'' + 4y' + 4y = x e^{2x}$



13.  $y'' - 4y' + 8y = e^{2x} + \sin 2x$
14.  $(e^x + 1)y'' - 2y' - e^x y = 0, y_1 = e^x - 1$
15.  $y'' - y' \operatorname{tg} x + 2y = 0, y_1 = \sin x$
16.  $(3x^2 + 3x^2 \ln y) dx - \left(2y - \frac{x^3}{y}\right) dy = 0$
17.  $y'^2 - 2xy' = x^2 - 4y$
18.  $y' - y \cos x = x^2$
19.  $y'' x \ln x = 2y'$
20.  $\frac{y}{x} dx + (3y^2 + \ln x) dy = 0$
21.  $5y + y'^2 = x(x + y')$
22.  $y' - 2y \operatorname{tg} x = \cos^4 x$
23.  $y''^2 = y'^2 + 1$
24.  $(x^2 - \sin^2 y) dx + x \sin 2y dy = 0$
25.  $y'^2 - 2xy' = x^2 - 4y$
26.  $y' - 2xy = e^{x^2}$
27.  $(x \cos 2y - 3) dx - x^2 \sin 2y dy = 0$
28.  $5y + y'^2 = x(x + y')$
29.  $y' - \frac{y}{x} = \frac{1}{x^2}$

### ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО КУРСУ

1. Физический смысл производной и интеграла.
2. Обыкновенные дифференциальные уравнения.
3. Задача Коши для дифференциального уравнения первого порядка.
4. Теорема о существовании и единственности решения задачи Коши для дифференциального уравнения 1-го порядка.
5. Геометрические свойства решений дифференциальных уравнений.
6. Элементарные методы интегрирования. Уравнения с разделяющимися переменными.
7. Элементарные методы интегрирования. Уравнения в полных дифференциалах.
8. Элементарные методы интегрирования. Линейные уравнения.
9. Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков.
10. Системы дифференциальных уравнений.
11. Системы линейных дифференциальных уравнений.
12. Системы однородных линейных дифференциальных уравнений.
13. Системы неоднородных линейных дифференциальных уравнений.
14. Классификация Пуанкаре (обыкновенный и дикритический узлы, седло).
15. Классификация Пуанкаре (вырожденный узел).
16. Классификация Пуанкаре (центр и фокус).
17. Устойчивость по Ляпунову. Основные определения.
18. Устойчивость линейных систем. Теорема о связи устойчивости по Ляпунову и ограниченности фундаментальной матрицы.
19. Устойчивость линейных систем. Теорема о связи устойчивости по Ляпунову и ограниченности фундаментальной матрицы.
20. Устойчивость систем с постоянными коэффициентами.
21. Уравнения с частными производными первого порядка.
22. Задача Коши для линейных уравнений в частных производных для двух независимых переменных.