

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

**ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ  
Кафедра Высшей математики ИОПП**

Одобрено на заседании Ученого  
совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ  
Протокол № 23.4 от 24.04.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дифференциальные уравнения**

*название дисциплины*

для студентов направления подготовки

**38.03.05 «Бизнес-информатика»**

*код и название [специальности/направления подготовки]*

образовательная программа

**Программа «IT – инфраструктура организации»**

Форма обучения: очная

**г. Обнинск 2023 г.**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – Теоретическая подготовка и получение практических навыков по высшей математике для успешного усвоения фундаментальных, общетехнических и специальных дисциплин учебного плана, а также для возможности изучения специальной литературы, в случае необходимости самостоятельного углубления математических знаний после окончания ВУЗа.

Развить логическое мышление студентов Привить потребность теоретического обоснования различных явлений

Задачи дисциплины – Дать студентам достаточно широкие знания в области математики и воспитать высокую математическую культуру.

Сформировать у студентов навыки использования математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности.

Привить навыки самостоятельной работы с литературой по математике и ее приложениям

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина реализуется в рамках основной части и относится к естественно-научному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия».

Дисциплина «Дифференциальные уравнения», также как и «Математический анализ», является одной из основ для изучения дисциплин «Функциональный анализ», «Уравнения математической физики», а также многих разделов других дисциплин.

Дисциплина изучается на II курсе в 3 семестре.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	3-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

		<p>У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи</p> <p>В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами</p>

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	Количество часов на вид работы:
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем</b>	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	64
В том числе:	
<i>лекции</i>	32
<i>практические занятия</i>	32
<i>лабораторные занятия</i>	0
<b>Промежуточная аттестация</b>	
В том числе:	
<i>зачет</i>	
<i>зачет с оценкой</i>	
<i>экзамен</i>	54
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	

<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>26</b>
<b>Всего (часы):</b>	<b>144</b>
<b>Всего (зачетные единицы):</b>	<b>4</b>

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

### 6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебной работы				
		Лек	Пр	Лаб	Вне ауд	СРО
<b>1-1</b>	<b>1. Основные понятия теории дифференциальных уравнений</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>2</b>
<b>2-4</b>	<b>2. Уравнения первого порядка</b>	<b>6</b>	<b>8</b>			<b>6</b>
2	2.1. Уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Уравнения с разделяющимися переменными	2	4			2
3	2.2. Уравнения в полных дифференциалах. Линейные уравнения первого порядка.	2	2			2
4	2.3. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной. Уравнения первого порядка, неразрешенные относительно производной.	2	2			2
<b>5-8</b>	<b>3. Уравнения высших порядков.</b>	<b>8</b>	<b>6</b>			<b>4</b>
5	3.1. Уравнения высших порядков. Линейные уравнения.	2	1			4
6	3.2. Однородные уравнения порядка $n$ .	2	1			3
7	3.3. Однородные линейные уравнения с постоянными коэффициентами.	2	2			2
8	3.4. Неоднородные линейные уравнения порядка $n$ .	2	2			2
<b>9-10</b>	<b>4. Системы дифференциальных уравнений</b>	<b>4</b>	<b>4</b>			<b>4</b>
9	4.1. Системы дифференциальных уравнений. Нормальные системы. Линейные системы дифференциальных уравнений.	2	1			2
10	4.2. Решение однородных линейных систем. Неоднородные системы	2	4			2
<b>11-12</b>	<b>5. Краевые задачи для линейных уравнений второго порядка.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>			<b>3</b>
11	5.1. Постановка краевых задач. Разрешимость неоднородных краевых задач.	2	2			2
12	5.2. Однородные краевые задачи. Решение уравнений при помощи рядов.	2	2			1

<b>13-14</b>	<b>6. Устойчивость решений дифференциальных уравнений.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>4</b>
13	6.1. Понятие устойчивости по Ляпунову. Точки покоя.	2	2		2
14	6.2. Исследование на устойчивость по первому приближению. Прямой (второй) метод Ляпунова.	2	2		2
<b>15-16</b>	<b>7. Уравнения с частными производными первого порядка</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>3</b>
15	7.1. Уравнения в частных производных первого порядка. Линейные уравнения. Решение квазилинейных уравнений.	2	2		2
16	7.2. Решение задачи Коши для квазилинейных уравнений.	2	2		1
	<b>Итого за семестр:</b>	<b>32</b>	<b>32</b>		<b>26</b>
	<b>Всего:</b>	<b>32</b>	<b>32</b>		<b>26</b>

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная контактная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся, ПП – практическая подготовка.

## 6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционный курс

Неделя	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
<b>1. Основные понятия теории дифференциальных уравнений.</b>		
1	1.1. Основные понятия теории дифференциальных уравнений.	Основные понятия. Примеры. <i>Литература: 1,2,3</i>
<b>2. Уравнения первого порядка.</b>		
2	2.1. Уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Уравнения с разделяющимися переменными.	Уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Их геометрическая интерпретация. Уравнения с разделяющимися переменными. Уравнения, сводящиеся к уравнениям с разделяющимися переменными. <i>Литература: 1,2,3</i>
3	2.2. Уравнения в полных дифференциалах. Линейные уравнения.	Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. <i>Литература: 1,2,3</i>
4	2.3. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной. Уравнения первого порядка, неразрешенные относительно производной.	Теорема существования и единственности решения задачи Коши для уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной. Уравнения первого порядка, неразрешенные относительно производной. Теорема существования и единственности. Особые точки. Особые решения. <i>Литература: 1,2,3</i>
<b>3. Уравнения высших порядков.</b>		
5	3.1. Уравнения высших	Уравнения высших порядков. Теорема

	порядков. Линейные уравнения.	существования и единственности Решения задачи Коши для уравнения, разрешенного относительно старшей производной. Линейные уравнения. Общие свойства линейных уравнений. <i>Литература: 1,2,3</i>
6	3.2. Однородные линейные уравнения порядка $n$ .	Однородные линейные уравнения порядка $n$ . Определитель Вронского. Фундаментальная система решений. Общее решение. Формула Остроградского - Лиувилля. <i>Литература: 1,2,3</i>
7	3.3. Однородные линейные уравнения с постоянными коэффициентами.	Однородные линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Метод Эйлера. Общее решение уравнения с постоянными коэффициентами. <i>Литература: 1,2,3</i>
8	3.4. Неоднородные линейные уравнения порядка $n$ .	Неоднородные линейные уравнения порядка $n$ . Общее решение неоднородного уравнения. Метод вариации произвольных постоянных. Функция Коши. <i>Литература: 1,2,3</i>
<b>4. Системы дифференциальных уравнений.</b>		
9	4.1. Системы дифференциальных уравнений. Нормальные системы. Линейные системы дифференциальных уравнений.	Системы дифференциальных уравнений. Нормальные системы. Теорема о существовании и единственности решения задачи Коши для нормальной системы. Линейные системы дифференциальных уравнений. Общие свойства линейных систем. Решение однородных линейных систем. <i>Литература: 1,2,3</i>
10	4.2. Решение однородных линейных систем. Неоднородные системы.	Решение однородных линейных систем. Фундаментальная система решений. Определитель Вронского. Решение однородных систем с постоянными коэффициентами. Неоднородные системы. Метод вариации произвольных постоянных. Матрица Коши. <i>Литература: 1,2,3</i>
<b>5. Краевые задачи для линейных уравнений второго порядка.</b>		
11	5.1. Постановка краевых задач. Разрешимость неоднородных краевых задач.	Краевые задачи для линейных уравнений второго порядка. Постановка краевых задач. Функция Грина, ее свойства. Решение уравнений при помощи рядов. <i>Литература: 1,2,4</i>
12	5.2. Однородные краевые задачи. Решение уравнений при помощи рядов.	Однородные краевые задачи. Собственные значения и собственные функции, их свойства. <i>Литература: 1,2,4</i>
<b>6. Устойчивость решений дифференциальных уравнений.</b>		
13	6.1. Понятие устойчивости (по Ляпунову). Точки покоя.	Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость. Точки покоя. Простейшие типы точек покоя на

		плоскости. <i>Литература: 1,2,4</i>
14	6.2. Исследование на устойчивость по первому приближению. Прямой (второй) метод Ляпунова.	Исследование на устойчивость по первому приближению. Прямой (второй) метод Ляпунова. Теоремы Ляпунова и Четаева <i>Литература: 1,2,4</i>
<b>7. Уравнения с частными производными первого порядка.</b>		
15	7.1. Уравнения с частными производными первого порядка. Линейные уравнения. Решение квазилинейных уравнений.	Уравнения с частными производными первого порядка. Линейные уравнения. Характеристическая система. Общее решение линейного уравнения. Решение квазилинейных уравнений. <i>Литература: 1,2,4</i>
16	7.2. Решение задачи Коши для квазилинейных уравнений.	Решение задачи Коши для квазилинейных уравнений первого порядка. Разрывные решения. <i>Литература: 1,2,4</i>

Неделя	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
<b>1-1</b>	<b>1. Основные понятия теории дифференциальных уравнений.</b>	
1	1.1. Основные понятия теории дифференциальных уравнений.	Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям. Геометрическая интерпретация уравнений первого порядка.[5], № 80-86, 1-14, 17-28.
<b>2-4</b>	<b>2. Уравнения первого порядка.</b>	
2	2.1. Уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Уравнения с разделяющимися переменными.	Уравнения с разделяющимися переменными и сводящиеся к ним. Однородные уравнения и сводящиеся к ним.[5], № 51-67, 101-168.
3	2.2. Уравнения в полных дифференциалах. Линейные уравнения первого порядка.	Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Линейные уравнения первого порядка и сводящиеся к ним.[5], № 136-160, 186-220.
4	2.3. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной. Уравнения, неразрешенные относительно производной.	Уравнения, неразрешенные относительно производной. Особые решения. Метод введения параметра. [5], № 241-296.
<b>5-8</b>	<b>3. Уравнения высших порядков.</b>	
5	3.1 Уравнения высших порядков. Линейные уравнения.	Уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка.[5], № 421-480.
6	3.2 Однородные линейные уравнения порядка $n$ .	Однородные линейные уравнения с переменными коэффициентами. Формула Остроградского – Лиувилля. [5], № 681-701.
7	3.3. Однородные линейные уравнения с постоянными коэффициентами.	Однородные линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Метод Эйлера. [5], № 511-532.
8	3.4. Неоднородные линейные уравнения порядка $n$ .	Неоднородные линейные уравнения. Специальный вид правой части. Метод вариации произвольных постоянных. Уравнения Эйлера.[5], № 533-547, 575-600.
<b>9-10</b>	<b>4. Системы дифференциальных уравнений.</b>	
9	4.1. Системы дифференциальных уравнений. Нормальные системы. Линейные системы дифференциальных уравнений.	Нормальные системы. Общее решение однородной линейной системы с постоянными коэффициентами. [5], № 786-812.
10	4.2. Решение однородных линейных систем. Неоднородные системы.	Решение неоднородных систем с постоянными коэффициентами. Метод вариации произвольных постоянных. [5], № 826-850
<b>11-12</b>	<b>5. Краевые задачи для линейных уравнений второго порядка.</b>	
11	5.1. Постановка краевых задач. Разрешимость неоднородных краевых задач.	Решение краевых задач. Функция Грина. [5], № 751-775

12	5.2. Однородные краевые задачи. Решение уравнений при помощи рядов.	Решение задач на собственные значения и собственные функции. [5], № 782-785
13-14	<b>6. Устойчивость решений дифференциальных уравнений.</b>	
13	6.1. Понятие устойчивости (по Ляпунову). Точки покоя.	Устойчивость решений. Исследование на устойчивость простейших точек покоя. [5], № 882-887, 899-906.
14	6.2. Исследование на устойчивость по первому приближению. Прямой (второй) метод Ляпунова.	Исследование на устойчивость по первому приближению. Прямой (второй) метод Ляпунова. Критерий Гурвица. [5], № 915-922, 923-930.
15-16	<b>7. Уравнения в частных производных первого порядка.</b>	
15	7.1. Уравнения в частных производных первого порядка. Линейные уравнения. Решение квазилинейных уравнений.	Нелинейные системы. Решение линейных и квазилинейных уравнений в частных производных первого порядка. [5], № 1140-1160, 1167-1188.
16	7.2. Решение задачи Коши для квазилинейных уравнений.	Задача Коши для уравнений с частными производными первого порядка. [5], № 1189-1209.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Буробин А.В. Дифференциальные уравнения. Конспект лекций по курсу «Высшая математика». Ч. 1. Обнинск: ИАТЭ, 2003. (200 экз.)
2. Буробин А.В. Дифференциальные уравнения. Конспект лекций по курсу «Высшая математика». Ч. 2. Обнинск: ИАТЭ, 2007. (50 экз.)
7. Буробин А.В. Методические указания к выполнению домашнего задания по курсу «Дифференциальные уравнения». Обнинск: ИАТЭ, 2003 (150 экз.)

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
<b>Текущая аттестация, 3 семестр</b>			
1.	Основные понятия теории дифференциальных уравнений.	З-УКЕ-1 У-УКЕ-1	ДЗ, КР1, экзамен
2.	Уравнения первого порядка.	З-УКЕ-1 У-УКЕ-1	ДЗ, КР1, ИДЗ, экзамен
3.	Уравнения высших порядков.	З-УКЕ-1 У-УКЕ-1	ДЗ, КР2, ИДЗ, экзамен
4.	Системы дифференциальных уравнений.	З-УКЕ-1 У-УКЕ-1	ДЗ, КР2, ИДЗ, экзамен
5.	Краевые задачи для линейных уравнений второго порядка.	З-УКЕ-1 У-УКЕ-1	ДЗ, ИДЗ, экзамен
6, 7	Устойчивость решений дифференциальных уравнений.	З-УКЕ-1 У-УКЕ-1	ДЗ, ИДЗ, экзамен

	Уравнения с частными производными..		
<b>Промежуточная аттестация, 3 семестр</b>			
	Экзамен	З-УКЕ-1 У-УКЕ-1 В-УКЕ-1	Экзаменационный билет

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

## 8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
  - Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
  - Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
  - Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
    - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
    - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Исключение:* текущая аттестация в 8 семестре обучения по образовательным программам бакалавриата, в котором единственная контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 6 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 6 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум	Максимум

<b>Текущая аттестация</b>	<b>1-16</b>	<b>36 - 60% от максимума</b>	<b>60</b>
<b>Контрольная точка № 1</b>	<b>8</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
Контрольная работа №1	8	18	30
ИДЗ №1	8		
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>16</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
Контрольная работа №2	16	18	30
ИДЗ №2	16		
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>-</b>	<b>24 – (60% 40)</b>	<b>40</b>
<b>Экзамен</b>		<b>24</b>	<b>40</b>
Экзаменационный билет	-	24	40
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

\* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

#### 8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

<i>Сумма баллов</i>	<i>Оценка по 4-х балльной шкале</i>	<i>Оценка ECTS</i>	<i>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</i>
<b>90-100</b>	<i>5- «отлично»/ «зачтено»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
<b>85-89</b>	<i>4 - «хорошо»/ «зачтено»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
<b>75-84</b>		C	
<b>70--74</b>		D	
<b>65-69</b>	<i>3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»</i>	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности
<b>60-64</b>		E	

			в изложении программного материала
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) основная учебная литература:

1. Тихонов А.Н., Васильева А.Б., Свешников А.Г. Дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1998. (5 экз.); М.:Наука, 1985. (5 экз.); М.:Наука, 1980. (5 экз.)
2. Филиппов А.Ф. Введение в теорию дифференциальных уравнений: Учебник. М.: Едиториал УРСС, 2004. (400 экз.)
3. Буробин А.В. Дифференциальные уравнения. Конспект лекций по курсу «Высшая математика». Ч. 1. Обнинск: ИАТЭ, 2003. (200 экз.)
4. Буробин А.В. Дифференциальные уравнения. Конспект лекций по курсу «Высшая математика». Ч. 2. Обнинск: ИАТЭ, 2007. (50 экз.)
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. Москва-Ижевск: «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. (3 экз.); М.: Наука, 1992. (500 экз.)
6. Кузнецов Л.А. Сборник задач по высшей математике. СПб.: «Лань», 2005г- 400экз.
7. Буробин А.В. Методические указания к выполнению домашнего задания по курсу «Дифференциальные уравнения». Обнинск: ИАТЭ, 2003 (150 экз.)

### б) дополнительная учебная литература:

8. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: Наука, 1970.
9. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1970.
10. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. М.: Наука, 1969.
11. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения. М.: Ком Книга, 2006.
12. Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк Н.А. Дифференциальные уравнения: примеры и задачи. М.: Высшая школа, 1989.
13. Васильева А.Б., Медведев Г.Н., Тихонов Н.А., Уразгильдина Т.А. Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление в примерах и задачах. СПб.: «Лань», 2010.
14. Тихонов Ф.Н., Васильева А.Б., Свешников Ф.Г. Дифференциальные уравнения. Учебник для вузов.- 5-е изд.-М.: Наука, 1977.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. [http://math.phys.msu.ru/Education/General\\_courses/Differential\\_equations/show\\_page](http://math.phys.msu.ru/Education/General_courses/Differential_equations/show_page)

(методические материалы кафедры математики физического факультета МГУ по курсу «Дифференциальные уравнения»)

2. <http://math.phys.msu.ru/data/57/lekcii.pdf> (МГУ, семестровый курс лекций по теории дифференциальных уравнений для студентов физического факультета)

3. <http://mathhelpplanet.com/> (Математический форум MathHelpPlanet)

4. <http://www.iqlib.ru/> (Электронная библиотека образовательных и просветительских изданий. Свободный доступ к электронным учебникам, справочным и учебным пособиям).

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Лекции.**

При изучении дисциплины необходимо конспектировать лекции, кратко записывая основные определения, формулировки теорем и основные пункты их доказательств. Для понимания материала лекций и его качественного усвоения рекомендуется за день до следующей лекции прочитать и повторить материал по конспекту. В случае возникших вопросов изучить теоретический материал по учебнику либо получить консультацию у преподавателя. Желательно дополнительно прочитывать материал по рекомендованным учебникам.

### **Практические занятия.**

При подготовке к практическим занятиям надо прочитать теоретический материал по теме и просмотреть материалы предыдущего семинара и только потом приступать к выполнению домашнего задания. На практических занятиях активно участвовать в работе группы, в случае невыполнения отдельных заданий задавать вопросы преподавателю.

### **Контрольная работа.**

При подготовке к контрольной необходимо повторить теоретический материал по лекциям и учебникам, просмотреть типичные задачи по теме, которые решались на занятиях и в домашних заданиях, решить несколько задач по теме из сборника индивидуальных заданий (Кузнецов[7]).

### **Экзамен.**

При подготовке к экзамену необходимо изучить теоретический материал, который выносится на экзамен, по конспекту лекций. Для лучшего понимания или в случае возникновения вопросов обратиться к рекомендуемым учебникам или Интернет-ресурсам. На консультациях активно выяснять возникшие вопросы. Экзамен является итоговой аттестацией по предмету за семестр, поэтому он требует систематизации всего лекционного и практического материала. Совершенно необходимо для подготовки к экзамену вдумчиво и внимательно выполнить индивидуальное домашнее задание. Задачи по типу этого задания часто встречаются на экзамене. Для успешной сдачи экзамена требуется систематическая работа в семестре, активная самостоятельная работа с учебниками или Интернет-ресурсами.

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)**

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,

- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

### **12.1. Перечень информационных технологий**

Не требуется

### **12.2. Перечень программного обеспечения**

Не требуется

### **12.3. Перечень информационных справочных систем**

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

- 1) Информационные ресурсы Сети Консультант Плюс, [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (информация нормативно-правового характера на основе современных компьютерных и телекоммуникационных технологий);
- 2) Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, [http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK](http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK);
- 3) ЭБС «Издательства Лань», <https://e.lanbook.com/>;
- 4) Электронно-библиотечная система BOOK.ru, [www.book.ru](http://www.book.ru);
- 5) Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary);
- 6) Базовая версия ЭБС IPRbooks, [www.iprbooks.ru](http://www.iprbooks.ru);
- 7) Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru);
- 8) Электронно-библиотечная система «Айбукс.ру/ibooks.ru»,
- 9) <http://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>
- 10) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <http://urait.ru/>.

Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ,  
[http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK](http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK);

## **13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Для преподавания дисциплины "Дифференциальные уравнения" необходимы учебные аудитории для чтения лекций и практических занятий, оборудованные доской и мелом.

## **14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ**

#### 14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Лекции.

Практические занятия.

Контрольные работы.

Индивидуальные задания.

Самостоятельная работа студентов.

#### 14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

##### Темы для самостоятельного изучения.

##### Тема 1: Фазовая плоскость.

Исследование на устойчивость всех положений равновесия системы уравнений, определение типа точки и рисунок траекторий в окрестности точки.

Вопросы:

1. Понятие фазовой плоскости, фазовый портрет.
2. Точка покоя узел.
3. Точка покоя седло.
4. Точка покоя фокус.
5. Точка покоя центр.
6. Точка покоя вырожденный узел.
7. Точка покоя критический узел.
8. Исследование устойчивости по первому приближению.

Задания для самопроверки по теме.[5], №961-978.

##### Тема 2: Уравнения в частных производных.

Задача Коши для уравнений в частных производных первого порядка.

1. Линейное однородное уравнение первого порядка в частных производных. Задача Коши.
2. Система уравнений характеристик. Характеристики.
3. Квазилинейное уравнение первого порядка. Уравнения характеристик.
4. Задача Коши для квазилинейного уравнения.

Задания для самопроверки по теме.[5], №1189-1209.

##### Типовые задания для самопроверки по курсу

1. Решить уравнение: 
$$y' = \frac{x+5y-6}{7x-y-6}$$

2. Решить уравнение: 
$$\left(3x^2 + \frac{2}{y} \cos \frac{2x}{y}\right) dx - \frac{2x}{y^2} \cos \frac{2x}{y} dy = 0$$

3. Решить уравнение: 
$$4y' = \frac{y^2}{x^2} + 10\frac{y}{x} + 5$$

4. Решить задачу Коши для уравнения: 
$$y' + \frac{xy}{2(1-x^2)} = \frac{x}{2}, \quad y(0) = \frac{2}{3}$$

5. Решить уравнение: 
$$y' = \frac{x^2 + xy - 3y^2}{x^2 - 4xy}$$

6. Решить задачу Коши:  $3xy' + 5y = (4x-5)y^4$ ;  $y(1) = 1$ .

7. Решить уравнение:  $6x dx - 2y dy = 2yx^2 dy - 3xy^2 dx$ .

8. Решить уравнение:  $\left( \frac{x}{\sqrt{x^2 - y^2}} + y \right) dx + \left( x + \frac{1}{y^2} - \frac{y}{\sqrt{x^2 - y^2}} \right) dy = 0$

10. Решить уравнение:  $y' = y(y^3 \cos x + \operatorname{tg} x)$ .

11. Найти решение задачи Коши:  $y' = \frac{y}{2y \ln y + y - x}$ ;  $y(1) = 1$ .

12. Решить уравнение:  $xy' - y = \sqrt{x^2 - y^2}$ .

13. Решить уравнение:  $(y+2) dx - (2x+y-4) dy = 0$ .

14. Решить уравнение, используя понижение порядка:  $y'' + y' \operatorname{tg} x = \sin 2x$ .

15. Решить уравнение, используя понижение порядка:  $(1 + e^x)y'' + y' = 0$ .

16. Решить уравнение, используя понижение порядка:  $y^3 y'' + 1 = 0$ .

16. Найти общее решение уравнения  $y'' + 4y = \cos^2 x$ .

17. Найти общее решение уравнения  $y'' - 5y' = e^{3x} - 18x$ .

18. Найти общее решение уравнения  $y'' - 2y' + 2y = 4e^x \cos x$ .

19.. Найти общее решение уравнения Эйлера:  $x^2 y'' - 3xy' + 3y = 0$ .

20.. Найти общее решение уравнения  $y'' + 4y = 4(\sin 2x + \cos 2x)$ .

21. Используя метод вариации постоянных, решить неоднородное уравнение:

$$y'' + 4y' + 4y = e^{-2x} \ln x$$

22. . Используя метод вариации постоянных, решить неоднородное уравнение:

$$y'' + 3y' + 2y = \frac{1}{e^x + 1}$$

22. Найти общее решение системы уравнений:

$$\begin{cases} \dot{x} = 2x + y - z \\ \dot{y} = -x + z \\ \dot{z} = x + y \end{cases} \quad (\lambda_1 = 0, \lambda_2 = \lambda_3 = 1)$$

23.. Найти общее решение системы уравнений:

$$\begin{cases} \dot{x} = 2x - y \\ \dot{y} = -x + 2y - 5e^t \sin t \end{cases}$$

24. Найти общее решение системы уравнений:

$$\begin{cases} \dot{x} = 2x - y - z \\ \dot{y} = 3x - 2y - 3z \\ \dot{z} = -x + y + 2z \end{cases} \quad (\lambda_1 = \lambda_2 = 1, \lambda_3 = 0)$$

25. Найти общее решение системы уравнений:

$$\begin{cases} \dot{x} = 5x - 3y + te^{2t} \\ \dot{y} = 3x - y + e^{3t} \end{cases}$$

26. Исследовать на устойчивость все положения равновесия системы уравнений, определить тип точки и нарисовать вид траекторий в окрестности

$$\begin{cases} \dot{x} = 1 - ch(y - x) \\ \dot{y} = xy - 4 \end{cases}$$

27. Исследовать на устойчивость все положения равновесия системы уравнений, определить тип точки и нарисовать вид траекторий в окрестности

$$\begin{cases} \dot{x} = \ln(1 - x^2 - y^2) \\ \dot{y} = x - y - 1 \end{cases}$$

28. Найти общее решение уравнения в частных производных:

$$xy \frac{\partial z}{\partial x} - x^2 \frac{\partial z}{\partial y} = yz$$

29. Найти общее решение уравнения в частных производных:

$$(x^2 + y^2) \frac{\partial z}{\partial x} + 2xy \frac{\partial z}{\partial y} + z^2 = 0$$

30. Найти общее решение уравнения Эйлера:  $x^2 y'' + xy' + y = 0$ .

### 14.3. Краткий терминологический словарь

Автономная система, асимптотическая устойчивость, дифференциальное уравнение, задача Коши, интеграл дифференциального уравнения, интегральная линия, квазилинейное уравнение, краевая задача, линейное уравнение, матрица Коши, метод вариации произвольных постоянных, однородное уравнение, неоднородное линейное уравнение, неустойчивый узел, неустойчивый фокус, нормальная система, общее решение, общий интеграл, однородное уравнение, однородное линейное уравнение, особая точка, особое решение, первый интеграл, подстановка Эйлера, порядок дифференциального уравнения, решение дифференциального уравнения, седло, система дифференциальных уравнений, собственная функция, собственное значение, точка покоя, уравнение в полных дифференциалах, уравнение с разделяющимися переменными, уравнение в частных производных, устойчивое решение, устойчивый узел, устойчивый фокус, фазовая траектория, фазовый портрет, формула Остроградского-Лиувилля, фундаментальная система решений, функция Грина, функция Коши, характеристика, характеристическая система, характеристическое уравнение, центр, частное решение.

## 15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий

конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для **лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

**Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата** не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

**Программу составила: Л.А.:Королева, доц. каф. ВМ, к.ф.-м. н., доцент,**

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание

....

**Рецензент (ы):**

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание

....

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ**

<p>Программа рассмотрена на заседании кафедры Высшей математики (протокол № _____ от « 26 » августа 2021 г.)</p>	<p>Заведующий/и.о.заведующего кафедры Высшей математики «__»____20__ г. _____ В.К.Артемов</p> <p>Руководитель ИОПП «26» августа 2021 г. _____ О.А. Попова</p>
<p>Программа рассмотрена на заседании отделения Наименование отделения (протокол № _____ от «__»_____ 20__ г.)</p>	<p>Руководитель образовательной программы 38.03.05 «Бизнес-информатика» «__»____20__ г. _____ И.О.Фамилия</p> <p>Начальник отделения Название отделения «__»____20__ г. _____ И.О.Фамилия</p>