

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Наименование образовательной программы: Математическое моделирование

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины  
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ**


<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	Обязательная
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.О.14
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	3 семестр - 5; 4 семестр - 4; всего - 9
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	324 часа
<b>Лекции</b>	3 семестр - 32 часа; 4 семестр - 32 часа; всего - 64 часа
<b>Практические занятия</b>	3 семестр - 32 часа; 4 семестр - 32 часа; всего - 64 часа
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	3 семестр - 2 часа; 4 семестр - 2 часа; всего - 4 часа
<b>Самостоятельная работа</b>	3 семестр - 113,5 часов; 4 семестр - 77,5 часа; всего - 191,0 час
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Контрольная работа Расчетно-графическая работа Проверочная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;
Экзамен	4 семестр - 0,5 часа;
	всего - 1,0 час

**Москва 2021**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Зубков П.В.
	Идентификатор	R4920bc6f-ZubkovPV-8172426c

(подпись)

П.В. Зубков

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черепова М.Ф.
	Идентификатор	R9267877e-CherepovaMF-dbb9bf1

(подпись)

М.Ф. Черепова

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Зубков П.В.
	Идентификатор	R4920bc6f-ZubkovPV-8172426c

(подпись)

П.В. Зубков

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** состоит в изучении основ теории и аналитических методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений, основ теории краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и классического вариационного исчисления

### Задачи дисциплины

- освоение базовых знаний по основным разделам теории обыкновенных дифференциальных уравнений и вариационного исчисления;
- приобретение навыков применения простейших аналитических методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений, краевых задач и задач вариационного исчисления;
- получение представления об использовании дифференциальных уравнений, краевых задач и задач вариационного исчисления для математического моделирования различных явлений.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Демонстрирует знание терминологии, основных результатов и методов базовых дисциплин в области математических наук	знать: - основы классической теории вариационного исчисления; - терминологию и основные понятия теории обыкновенных дифференциальных уравнений.  уметь: - находить решения систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Использует базовые знания и методы математических наук для решения прикладных задач	знать: - основные аналитические методы решения дифференциальных уравнений.  уметь: - аналитически решать простейшие дифференциальные уравнения.
ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub> Использует и модифицирует математические модели прикладных задач	знать: - знает постановки краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.  уметь: - аналитически решать простейшие краевые задачи.
ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в	ИД-2 <sub>ОПК-3</sub> Применяет существующие математические методы для анализа свойств математических моделей	знать: - необходимые условия экстремумов в задачах вариационного исчисления.  уметь: - применять необходимые и

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
области профессиональной деятельности		<p>достаточные условия экстремумов в задачах вариационного исчисления;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать устойчивость решений систем дифференциальных уравнений;</li> <li>- правильно ставить задачу Коши и анализировать свойства ее решений.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Математическое моделирование (далее – ОПОП), направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать линейная алгебра и аналитическая геометрия, математический анализ

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Основные понятия теории дифференциальных уравнений	6	3	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задание выполняется индивидуально по вариантам. Студенту необходимо решить задачи типового расчета по теме "Основные понятия теории дифференциальных уравнений" согласно варианту.</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения задач по теме "Основные понятия теории дифференциальных уравнений". Домашнее задание выдается студентам по изученному в этом разделе материалу. Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[3], с. 6-9 [4], №№ 8,9</p>	
1.1	Основные понятия теории дифференциальных уравнений	6		2	-	2	-	-	-	-	-	2	-		
2	Дифференциальные уравнения первого порядка	52		10	-	14	-	-	-	-	-	-	28		-
2.1	Дифференциальные уравнения первого порядка	52		10	-	14	-	-	-	-	-	-	28		-

																	первого порядка". Студенту необходимо повторить теоретический материал и примеры решения задач по данной теме. <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения задач по теме "Дифференциальные уравнения первого порядка". Домашнее задание выдается студентам по изученному в этом разделе материалу. Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], с. 39-49 [3], с. 10-11, с. 17-44 [4], №№ 1-7
3	Системы дифференциальных уравнений и уравнения высокого порядка	38	6	-	8	-	-	-	-	-	24	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задание выполняется индивидуально по вариантам. Студенту необходимо решить задачи типового расчета по теме "Системы дифференциальных уравнений и уравнения высокого порядка" согласно варианту.				
3.1	Системы дифференциальных уравнений и уравнения высокого порядка	38	6	-	8	-	-	-	-	-	24	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Задания ориентированы на решения задач по разделу "Системы дифференциальных уравнений и уравнения высокого порядка". Студенту необходимо повторить теоретический материал и примеры решения задач по данной теме. <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения задач по теме "Системы дифференциальных уравнений и уравнения высокого порядка". Домашнее задание выдается студентам по изученному в этом разделе материалу. Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме. <b><u>Изучение материалов литературных</u></b>				

													<b><u>источников:</u></b> [3], с. 44-71 [4], №№ 10-16	
4	Общая теория линейных систем	33		10	-	5	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Задания ориентированы на решения задач по разделу "Общая теория линейных систем". Студенту необходимо повторить теоретический материал и примеры решения задач по данной теме.
4.1	Общая теория линейных систем	33		10	-	5	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения задач по теме "Общая теория линейных систем". Домашнее задание выдается студентам по изученному в этом разделе материалу. Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], с. 74-87 [4], с. 74-87
5	Теория устойчивости линейных систем	15		4	-	3	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения задач по теме "Теория устойчивости линейных систем". Домашнее задание выдается студентам по изученному в этом разделе материалу. Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме.
5.1	Теория устойчивости линейных систем	15		4	-	3	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], с. 206-213 [3], с. 91-92, с. 97-102
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0		32	-	32	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0		32	-	32	2	-	-	0.5	113.5			
6	Теория устойчивости нелинейных систем	17	4	4	-	7	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Задания ориентированы на решения задач по разделу "Теория устойчивости нелинейных"
6.1	Теория устойчивости	17		4	-	7	-	-	-	-	-	6	-	

	нелинейных систем												систем". Студенту необходимо повторить теоретический материал и примеры решения задач по данной теме. <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения задач по теме "Теория устойчивости нелинейных систем". Домашнее задание выдается студентам по изученному в этом разделе материалу. Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], с. 91-92, с. 93-95
7	Краевые задачи	26	8	-	6	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Задания ориентированы на решения задач по разделу "Краевые задачи". Студенту необходимо повторить теоретический материал и примеры решения задач по данной теме.
7.1	Краевые задачи	26	8	-	6	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения задач по теме "Краевые задачи". Домашнее задание выдается студентам по изученному в этом разделе материалу. Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], с. 71-74
8	Вариационное исчисление	65	20	-	19	-	-	-	-	-	26	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Задания ориентированы на основные определения и результаты по разделу "Вариационное исчисление". Студенту необходимо повторить теоретический материал по данной теме.
8.1	Вариационное исчисление	65	20	-	19	-	-	-	-	-	26	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Задания ориентированы на решения задач по



														<p>разделу "Вариационное исчисление". Студенту необходимо повторить теоретический материал и примеры решения задач по данной теме.</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения задач по теме "Вариационное исчисление". Домашнее задание выдается студентам по изученному в этом разделе материалу. Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], с. 9-26 [6], с. 3-21, с. 26-44</p>
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Всего за семестр	144.0	32	-	32	-	2	-	-	0.5	44	33.5		
	Итого за семестр	144.0	32	-	32	2	-	-	0.5	77.5				
	<b>ИТОГО</b>	<b>324.0</b>	-	<b>64</b>	-	<b>64</b>	<b>4</b>	-	<b>1.0</b>	<b>191.0</b>				

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Основные понятия теории дифференциальных уравнений

#### 1.1. Основные понятия теории дифференциальных уравнений

Обыкновенные дифференциальные уравнения. Порядок уравнения, решение, интеграл, общее решение, общий интеграл. Уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Понятие решения, интегральной кривой. Поле направлений. Метод изоклин..

### 2. Дифференциальные уравнения первого порядка

#### 2.1. Дифференциальные уравнения первого порядка

Дифференциальные уравнения первого порядка в симметричной форме. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Уравнения первого порядка, интегрируемые в квадратурах: уравнения с разделенными переменными, уравнения с разделяющимися переменными, однородные уравнения и уравнения, приводящиеся к ним.. Линейные уравнения первого порядка. Метод вариации постоянной. Уравнения Бернулли и Риккати.. Задача Коши для уравнения первого порядка. Лемма Асколи-Арцела. Теорема Пеано.. Теорема о единственности решения задачи Коши с правой частью, удовлетворяющей условию Липшица. Теорема Осгуда о единственности.. Продолжение решений. Теорема о гладкости решений дифференциальных уравнений.. Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Общий метод введения параметра. Уравнения Лагранжа и Клеро.. Неравенство Гронуолла.. Дифференциальные уравнения, допускающие понижение порядка..

### 3. Системы дифференциальных уравнений и уравнения высокого порядка

#### 3.1. Системы дифференциальных уравнений и уравнения высокого порядка

Нормальные системы дифференциальных уравнений. Нормальные системы дифференциальных уравнений первого порядка. Фазовое пространство и фазовые траектории.. Теорема Пеано о существовании решения задачи Коши. Единственность решения задачи Коши для нормальной системы дифференциальных уравнений первого порядка с правой частью, удовлетворяющей условию Липшица. Формула конечных приращений для вектор-функций.. Сведение задачи Коши для системы дифференциальных уравнений произвольного порядка к задаче Коши для нормальной системы дифференциальных уравнений первого порядка. Существование и единственность решений..

### 4. Общая теория линейных систем

#### 4.1. Общая теория линейных систем

Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка. Следствия из общей теории нормальных систем. Однородная система линейных уравнений. Определитель Вронского и его свойства. Формула Остроградского-Лиувилля.. Фундаментальная система решений. Фундаментальная матрица. Общее решение однородной системы линейных дифференциальных уравнений. Составление однородной системы по данной фундаментальной системе ее решений.. Общее решение неоднородной системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка. Метод вариации постоянных.. Линейное дифференциальное уравнение  $m$ -го порядка. Существование и единственность решения задачи Коши. Фундаментальная система решений. Определитель Вронского. Формула Остроградского-Лиувилля. Общее решение однородного линейного дифференциального уравнения  $m$ -го порядка. Составление линейного однородного дифференциального уравнения по заданной фундаментальной системе решений. Неоднородное линейное

дифференциальное уравнение  $m$ -го порядка. Общее решение. Метод вариации постоянных.. Общее решение однородной системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Частные решения систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами для правых частей специального вида. Линейные дифференциальные уравнения  $m$ -го порядка с постоянными коэффициентами. Общее решение однородного уравнения. Частные решения для правых частей специального вида..

## 5. Теория устойчивости линейных систем

### 5.1. Теория устойчивости линейных систем

Понятие об устойчивости по Ляпунову и асимптотической устойчивости. Точки покоя. Устойчивость по Ляпунову решений линейных систем с постоянными коэффициентами. Критерии устойчивости. Простейшие типы точек покоя..

## 6. Теория устойчивости нелинейных систем

### 6.1. Теория устойчивости нелинейных систем

Устойчивость решений систем нелинейных дифференциальных уравнений. Исследование на устойчивость по первому приближению. Второй метод А.М. Ляпунова. Теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости. Теорема Четаева о неустойчивости..

## 7. Краевые задачи

### 7.1. Краевые задачи

Постановки краевых задач для дифференциального уравнения второго порядка. Тождество Лагранжа. Формула Грина.. Неоднородная краевая задача для дифференциального уравнения второго порядка. Достаточные условия единственности решения.. Функция Грина. Существование и единственность функции Грина. Представление решения с использованием функции Грина.. Первая краевая задача. Принцип максимума. Теоремы сравнения. Априорная оценка решения первой краевой задачи.. Задача Штурма-Лиувилля. Свойства собственных функций и собственных значений..

## 8. Вариационное исчисление

### 8.1. Вариационное исчисление

Примеры задач вариационного исчисления. Задача о брахистохроне, задача о геодезических линиях, задача Дидоны.. Функционалы. Сильная и слабая дифференцируемость функционалов. Задачи об отыскании экстремумов функционала. Необходимое условие локального экстремума.. Дифференцируемость простейшего функционала вариационного исчисления.. Основная лемма вариационного исчисления. Лемма Дюбуа - Реймона. Задача с закрепленными концами для простейшего функционала (простейшая задача вариационного исчисления). Уравнение Эйлера.. Некоторые простейшие случаи интегрируемости уравнения Эйлера. Решение задачи о брахистохроне.. Задача с свободными концами. Естественные граничные условия. Задача с подвижными концами. Условие трансверсальности.. Функционалы, зависящие от нескольких функций. Необходимые условия экстремума.. Функционалы, зависящие от старших производных. Необходимые условия экстремума.. Минимизация выпуклых функционалов.. Вторая вариация функционала. Необходимое условие экстремума в терминах второй вариации. Условие Лежандра.. Классические достаточные условия экстремума для простейшей задачи вариационного исчисления. Усиленные условия Лежандра. Усиленные условия Якоби.

Теорема о достаточных условиях экстремума простейшей задачи вариационного исчисления.. Абстрактная изопериметрическая задача. Необходимое условие экстремума. Классическая изопериметрическая задача. Необходимое условие экстремума. Задача Дидоны..

### 3.3. Темы практических занятий

1. Понятие об обыкновенном дифференциальном уравнении  $m$ -го порядка. Построение семейства интегральных кривых методом изоклин. Уравнения с разделяющимися переменными. Составление дифференциальных уравнений;
2. Вторая вариация функционала. Необходимое условие экстремума в терминах второй вариации. Условие Лежандра;
3. Минимизация выпуклых функционалов;
4. Функционалы, зависящие от старших производных. Необходимые условия экстремума;
5. Функционалы, зависящие от нескольких функций. Необходимые условия экстремума;
6. Задачи с свободными концами. Естественные граничные условия. Задачи с подвижными границами. Условие трансверсальности;
7. Простейший функционал вариационного исчисления. Задача с закрепленными концами. Уравнение Эйлера. Некоторые простейшие случаи интегрируемости уравнения Эйлера;
8. Функционалы. Сильная и слабая дифференцируемость функционалов. Экстремумы функционалов. Необходимое условие локального экстремума;
9. Функция Грина. Представление решения с помощью функции Грина. Задача Штурма-Лиувилля;
10. Решение краевых задач для дифференциального уравнения второго порядка;
11. Второй метод А.М. Ляпунова;
12. Устойчивость по первому приближению;
13. Достаточные условия экстремума для простейшей задачи вариационного исчисления;
14. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая устойчивость решений систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами;
15. Линейные неоднородные системы дифференциальных уравнений первого порядка с постоянной матрицей;
16. Линейные однородные системы дифференциальных уравнений первого порядка с постоянной матрицей;
17. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Метод вариации постоянных. Уравнение Эйлера;
18. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами с правой частью специального вида;
19. Линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами;
20. Существование и единственность решения задачи Коши;
21. Уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка;
22. Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Уравнения Лагранжа и Клеро. Особые решения;
23. Линейные уравнения первого порядка и уравнения, приводящиеся к ним;
24. Уравнения первого порядка: уравнения, приводящиеся к уравнениям с разделяющимися переменными; однородные уравнения; уравнения, приводящиеся к однородным;
25. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель;
26. Понятие устойчивости по Ляпунову и асимптотической устойчивости. Типы точек

покая для систем двух уравнений. Необходимые и достаточные условия устойчивости решений систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами;

27. Классическая изопериметрическая задача. Необходимое условие экстремума.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по разделу "Основные понятия теории дифференциальных уравнений"
2. Обсуждение материалов по разделу "Дифференциальные уравнения первого порядка"
3. Обсуждение материалов по разделу "Системы дифференциальных уравнений и уравнения высокого порядка"
4. Обсуждение материалов по разделу "Общая теория линейных систем"
5. Обсуждение материалов по разделу "Теория устойчивости линейных систем"
6. Обсуждение материалов по разделу "Теория устойчивости нелинейных систем"
7. Обсуждение материалов по разделу "Краевые задачи"
8. Обсуждение материалов по разделу "Вариационное исчисление"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)								Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
<b>Знать:</b>											
терминологию и основные понятия теории обыкновенных дифференциальных уравнений	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>	+	+								Расчетно-графическая работа/Дифференциальные уравнения Контрольная работа/Уравнения в полных дифференциалах. Уравнения с разделяющимися переменными и уравнения, приводящиеся к ним
основы классической теории вариационного исчисления	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>								+		Проверочная работа/Необходимые условия экстремума простейших задач вариационного исчисления
основные аналитические методы решения дифференциальных уравнений	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>		+								Расчетно-графическая работа/Дифференциальные уравнения
знает постановки краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub>								+		Контрольная работа/Методы решения краевых задач
необходимые условия экстремумов в задачах вариационного исчисления	ИД-2 <sub>ОПК-3</sub>								+		Контрольная работа/Вариационное исчисление
<b>Уметь:</b>											
находить решения систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>			+	+	+					Контрольная работа/Решение систем дифференциальных уравнений и устойчивость решений
аналитически решать простейшие дифференциальные уравнения	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>	+	+								Контрольная работа/Линейные уравнения первого порядка и уравнения, приводящиеся к ним. Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной
аналитически решать простейшие	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub>								+		Контрольная работа/Методы решения краевых задач

краевые задачи										
правильно ставить задачу Коши и анализировать свойства ее решений	ИД-2ОПК-3			+						Контрольная работа/Дифференциальные уравнения высших порядков
анализировать устойчивость решений систем дифференциальных уравнений	ИД-2ОПК-3						+			Контрольная работа/Теория устойчивости
применять необходимые и достаточные условия экстремумов в задачах вариационного исчисления	ИД-2ОПК-3								+	Контрольная работа/Вариационное исчисление

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **3 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Дифференциальные уравнения высших порядков (Контрольная работа)
2. Линейные уравнения первого порядка и уравнения, приводящиеся к ним. Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной (Контрольная работа)
3. Решение систем дифференциальных уравнений и устойчивость решений (Контрольная работа)
4. Уравнения в полных дифференциалах. Уравнения с разделяющимися переменными и уравнения, приводящиеся к ним (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Дифференциальные уравнения (Расчетно-графическая работа)

#### **4 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Необходимые условия экстремума простейших задач вариационного исчисления (Проверочная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Вариационное исчисление (Контрольная работа)
2. Методы решения краевых задач (Контрольная работа)
3. Теория устойчивости (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

#### Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

#### Экзамен (Семестр №4)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 4 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Л. Э. Эльсгольц- "Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление", Издательство: "б.и.", Москва, 1969 - (425 с.)  
[https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=455165;](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=455165)



2. Петровский И. Г.- "Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений", Издательство: "ФИЗМАТЛИТ", Москва, 2009 - (208 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59554](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59554);
3. Филиппов, А. Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям : [учебное пособие] / А. Ф. Филиппов . – 4-е изд. – М. : Эдиториал УРСС, 2011 . – 240 с. – (Классический учебник МГУ) . - ISBN 978-5-397-01632-2 .;
4. Кузнецов Л. А.- "Сборник заданий по высшей математике. Типовые расчеты", (13-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (240 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/168472>;
5. Амосов, А. А. Лекции по вариационному исчислению : учебное пособие по курсу "Дифференциальные уравнения", по направлениям "Прикладная математика и информатика" и "Автоматизация и управление" / А. А. Амосов, П. В. Зубков, А. В. Перескоков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 81 с. - ISBN 978-5-383-00652-8 .;
6. Амосов, А. А. Задачи по вариационному исчислению : учебное пособие по курсу "Дифференциальные уравнения" по направлениям "Прикладная математика и информатика" и "Автоматизация и управление" / А. А. Амосов, Н. У. Игнатъева, А. В. Перескоков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 64 с. - ISBN 978-5-383-00250-6 ..

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Г-306, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	С-205, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-308, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, трибуна, доска меловая, микрофон, экран, доска маркерная, техническая аппаратура, компьютер персональный,

		кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	М-714, Преподавательская каф. МКМ	рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-301/1, Кладовая	стул
	М-713/1, Учебно-научная лаборатория каф. МКМ	рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, книги, учебники, пособия

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Дифференциальные уравнения

(название дисциплины)

#### 3 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Уравнения в полных дифференциалах. Уравнения с разделяющимися переменными и уравнения, приводящиеся к ним (Контрольная работа)
- КМ-2 Линейные уравнения первого порядка и уравнения, приводящиеся к ним. Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной (Контрольная работа)
- КМ-3 Дифференциальные уравнения высших порядков (Контрольная работа)
- КМ-4 Дифференциальные уравнения (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 Решение систем дифференциальных уравнений и устойчивость решений (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	14	15
1	Основные понятия теории дифференциальных уравнений						
1.1	Основные понятия теории дифференциальных уравнений		+	+		+	
2	Дифференциальные уравнения первого порядка						
2.1	Дифференциальные уравнения первого порядка		+	+		+	
3	Системы дифференциальных уравнений и уравнения высокого порядка						
3.1	Системы дифференциальных уравнений и уравнения высокого порядка				+		+
4	Общая теория линейных систем						
4.1	Общая теория линейных систем						+
5	Теория устойчивости линейных систем						
5.1	Теория устойчивости линейных систем						+
Вес КМ, %:			20	20	39	1	20

#### 4 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-6 Теория устойчивости (Контрольная работа)
- КМ-7 Методы решения краевых задач (Контрольная работа)

КМ-8 Необходимые условия экстремума простейших задач вариационного исчисления  
(Проверочная работа)

КМ-9 Вариационное исчисление (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Теория устойчивости нелинейных систем					
1.1	Теория устойчивости нелинейных систем		+			
2	Краевые задачи					
2.1	Краевые задачи			+		
3	Вариационное исчисление					
3.1	Вариационное исчисление				+	+
Вес КМ, %:			20	20	20	40