

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Теплоэнергетика и теплотехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МЕТОДЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**


<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.О.08</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 59,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>3 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2021**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шапошникова Д.А.
	Идентификатор	R3cbdd042-ShaposhnikovDA-869296

(подпись)

Д.А.


Шапошникова

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b


(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение наиболее распространенных методов математического моделирования; овладение численными методами решения физических задач; приобретение практических навыков использования численных методов; приобретения и развитие практических навыков в области решения задач теоретической и математической физики, а также обработке экспериментальных данных.

### Задачи дисциплины

- овладение математическими методами, лежащими в основе решения физических и технических задач.

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-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИД-4оПК-3 Применяет математический аппарат численных методов	знать: - методы численного решения нелинейных уравнений; - прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.  уметь: - применять различные методы приближения функций; - применять явные и неявные численные методы решения задачи Коши; применять методы численного решения начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теплоэнергетика и теплотехника (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ 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	Численные методы	90	3	16	-	32	-	-	-	-	-	42	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Численные методы". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Численные методы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Численные методы"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], Гл.1 стр.10-24 Гл.2 стр.25-46 Гл.3 стр.48-86 Гл.4 стр.87-118 Гл.6 стр.202-234 Гл.11 стр.347-422 Гл.14 стр.477-543 [2], стр.9-193</p>	
1.1	Численное решение нелинейных уравнений	22		4	-	8	-	-	-	-	-	-	10		-
1.2	Численные методы решения СЛАУ	22		4	-	8	-	-	-	-	-	-	10		-
1.3	Приближение функций	22		4	-	8	-	-	-	-	-	-	10		-
1.4	Численные методы решения Задачи Коши	24		4	-	8	-	-	-	-	-	-	12		-

														[3], 5-8
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7		
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>42</b>	<b>17.7</b>		
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>59.7</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. Численные методы

#### 1.1. Численное решение нелинейных уравнений

Теория погрешностей. Погрешность вычислений. Обусловленность вычислительной задачи. Понятие числа обусловленности. Решение нелинейных уравнений. Методы бисекции, простых итераций, Ньютона.

#### 1.2. Численные методы решения СЛАУ

. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Итерационные методы..

#### 1.3. Приближение функций

Итерационные методы. Приближение табличных функций алгебраическими многочленами. Интерполяция сплайнами. Метод наименьших квадратов..

#### 1.4. Численные методы решения Задачи Коши

Численные методы решения задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Приближенное решение начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности используя явную схему.

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Теория погрешностей и машинная арифметика. Теория погрешностей. Погрешность вычислений. Обусловленность вычислительной задачи. Понятие числа обусловленности.;
2. Численные подходы к решению стационарного и нестационарного одномерного дифференциального уравнения конвективного теплообмена.;
3. Численные методы решения дифференциальных уравнений.(МКЭ, МКР, МКО);
4. Приближение табличных функций алгебраическими многочленами. Метод интерполяции. Интерполяция сплайнами. Метод наименьших квадратов. Приближение табличных функций алгебраическими многочленами. Интерполяция сплайнами.;
5. Численное дифференцирование. Численное интегрирование.;
6. Решение нелинейных уравнений. Методы бисекции, простых итераций, Ньютона.;
7. Численные подходы к решению стационарного и нестационарного одномерного дифференциального уравнения теплопроводности..

## **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

## **3.5 Консультации**

### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Численные методы"

## **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	
<b>Знать:</b>			
прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	ИД-4 <sub>ОПК-3</sub>	+	Контрольная работа/КМ-2"Численное решение СЛАУ"
методы численного решения нелинейных уравнений	ИД-4 <sub>ОПК-3</sub>	+	Контрольная работа/КМ-1"Нелинейные уравнения"
<b>Уметь:</b>			
применять явные и неявные численные методы решения задачи Коши; применять методы численного решения начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности	ИД-4 <sub>ОПК-3</sub>	+	Контрольная работа/КМ-4"численные методы решения ЗК, Н-КЗ"
применять различные методы приближения функций	ИД-4 <sub>ОПК-3</sub>	+	Контрольная работа/КМ-3"Приближение функций алгебраическими многочленами"

## **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. КМ-1 "Нелинейные уравнения" (Контрольная работа)
2. КМ-2 "Численное решение СЛАУ" (Контрольная работа)
3. КМ-3 "Приближение функций алгебраическими многочленами" (Контрольная работа)
4. КМ-4 "численные методы решения ЗК, Н-КЗ" (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №3)*

итоговая оценка за освоение дисциплины определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

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

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

1. Амосов, А. А. Вычислительные методы : учебное пособие / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова . – 4-е изд., стер . – Санкт-Петербург : Лань, 2021 . – 672 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-1623-3 .;
2. Маслов, Д. А. Численные методы : учебное пособие по курсу "Высшая математика" по направлению 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / Д. А. Маслов, Д. А. Шапошникова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 196 с. - ISBN 978-5-7046-2470-7 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11673](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11673);
3. Стронгина Н. Р.- "Курс «Численные методы»: Методы численного решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений и систем (Модуль 16)", Издательство: "ННГУ им. Н. И. Лобачевского", Нижний Новгород, 2021 - (91 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/191766>.

### **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. PascalABC;
6. Free Pascal.



### 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. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.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
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-402, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, 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	В-405/1, Кабинет сотрудников каф. «ВМ»	кресло рабочее, стол, стол для оргтехники, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-404/1а, Кладовая	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Методы численного моделирования

(название дисциплины)

## 3 семестр

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

КМ-1 КМ-1 "Нелинейные уравнения" (Контрольная работа)

КМ-2 КМ-2 "Численное решение СЛАУ" (Контрольная работа)

КМ-3 КМ-3 "Приближение функций алгебраическими многочленами" (Контрольная работа)

КМ-4 КМ-4 "численные методы решения ЗК, Н-КЗ" (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	11	15
1	Численные методы					
1.1	Численное решение нелинейных уравнений		+			
1.2	Численные методы решения СЛАУ			+		
1.3	Приближение функций				+	
1.4	Численные методы решения Задачи Коши					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25