

**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: Цифровизация в тепловой и возобновляемой энергетике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В**  
**ТЕПЛОТЕХНИКЕ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.01
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	2 семестр - 3;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	108 часов
<b>Лекции</b>	2 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	2 семестр - 32 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	2 семестр - 59,7 часа;
<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>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	2 семестр - 0,3 часа;

Москва 2022

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Очков В.Ф.
	Идентификатор	Rd91184b2-OchkovVF-1531e2ff

(подпись)

В.Ф. Очков

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рыженков А.В.
	Идентификатор	R97ba085e-RyzhenkovAV-e7929df

(подпись)

А.В. Рыженков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рыженков А.В.
	Идентификатор	R97ba085e-RyzhenkovAV-e7929df

(подпись)

А.В. Рыженков

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** получение представлений о современных компьютерных математических программах для решения задач теплотехники

### Задачи дисциплины

- формирование у студентов знаний и навыков по созданию математических моделей технологических процессов теплотехники;
- формирование знаний и навыков по реализации математических моделей технологических процессов теплотехники с использованием современных компьютерных математических программ;
- приобретение знаний и навыков по графическому отображению реализованных математических моделей технологических процессов теплотехники, включая трехмерную графику и анимацию.

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
ПК-1 Способен проводить расчеты объектов профессиональной деятельности с учетом их экономической эффективности	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Применяет информационные технологии для проведения инженерных расчетов	знать: - преимущества и недостатки символьной и численной компьютерной математики для решения теплотехнических задач; - преимущества и недостатки современных компьютерных математических программ для решения теплотехнических задач.  уметь: - решать задачи тепломассообмена; - решать задачи термодинамического анализа циклов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы дисциплины "Математика"
- знать основы дисциплины "Физика"
- знать основы дисциплины "Инженерная графика"
- знать основы дисциплины "Техническая термодинамика"
- знать основы дисциплины "Тепломассообмен"
- знать основы дисциплины "Численные методы моделирования"
- знать основы дисциплины "Тепловые электрические станции"
- знать основы дисциплины "Котельные установки и парогенераторы"
- уметь Использовать информационные технологии

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	Современные компьютерные математические программы	30	2	4	-	10	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение современных компьютерных математических программ <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 178-235</p>	
1.1	Особенности современных компьютерных математических программ. Компьютерные методы создания баз данных по свойствам рабочих тел и теплоносителей теплоэнергетики.	30		4	-	10	-	-	-	-	-	16	-		
2	Методы математического моделирования и компьютерной реализации термодинамических энергетических циклов	36		6	-	16	-	-	-	-	-	14	-		<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение методов математического моделирования и компьютерной реализации термодинамических энергетических циклов <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр.137-177</p>
2.1	Математическое моделирование термодинамических энергетических циклов	36		6	-	16	-	-	-	-	-	14	-		

3	Методы математического моделирования и компьютерной реализации процессов теплообмена	24	6	-	6	-	-	-	-	-	12	-	<u><b>Подготовка к практическим занятиям:</b></u> Изучение методов математического моделирования и компьютерной реализации процессов теплообмена <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u> [1], стр.36-85 [2], стр.15-34 [3], стр. 386-404
3.1	Математическое моделирование процессов теплообмена	24	6	-	6	-	-	-	-	-	12	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>16</b>	-	<b>32</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>32</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. Современные компьютерные математические программы

1.1. Особенности современных компьютерных математических программ. Компьютерные методы создания баз данных по свойствам рабочих тел и теплоносителей теплоэнергетики.

Характеристика современных компьютерных математических программ. Преимущества и недостатки современных компьютерных математических программ. Отечественные современные компьютерные математические программы и их потенциал в плане импортозамещения. Методы создания облачных функций по свойствам рабочих тел теплоэнергетики. Особенности и технологии создания функций и процедур (баз данных) по теплофизическим свойствам рабочих тел, теплоносителей и материалов теплоэнергетики, промышленной энергетики и коммунального хозяйства. Реализация с помощью современных компьютерных математических программ сертифицированных формуляций по теплофизическим свойствам веществ..

#### 2. Методы математического моделирования и компьютерной реализации термодинамических энергетических циклов

##### 2.1. Математическое моделирование термодинамических энергетических циклов

Решение теплотехнических задач символично и численно. Графические возможности современных компьютерных математических программ для отображения термодинамических циклов. Особенности создания анимаций теплотехнических процессов. Расчеты в среде современных компьютерных математических программ параметров термодинамических циклов. Оптимизация в среде современных компьютерных математических программ термодинамических циклов. Отображение в среде современных компьютерных математических программ диаграмм термодинамических циклов. Особенности расчетов в среде современных компьютерных математических программ бинарных диаграмм термодинамических циклов.

#### 3. Методы математического моделирования и компьютерной реализации процессов теплообмена

##### 3.1. Математическое моделирование процессов теплообмена

Расчеты в среде современных компьютерных математических программ процессов и аппаратов теплообмена. Решение задач теплообмена встроенными функциями современных компьютерных математических программ. Решение задач теплообмена средствами программирования с привлечением элементов теории конечных элементов.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Создание обратной функции, возвращающей теплофизические свойства воды и водяного пара;
2. Численное моделирование теплообменника «труба в трубе», пластинчатого теплообменника в Mathcad и с помощью пакета ANSYS;
3. Численное решение задач нестационарной теплопроводности на компьютере;
4. Численное решение задач стационарной теплопроводности (в том числе при наличии внутреннего источника теплоты и переменными коэффициентами переноса).  
Различные виды граничных условий;
5. Моделирование на компьютере теплового насоса;
6. Моделирование на компьютере газотурбинного цикла;
7. Моделирование на компьютере паротурбинного цикла;
8. Создание функции, возвращающей теплофизические свойства воды и водяного пара

по табличным данным.

**3.4. Темы лабораторных работ**  
не предусмотрено

**3.5 Консультации**

**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	
<b>Знать:</b>					
преимущества и недостатки современных компьютерных математических программ для решения теплотехнических задач	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>			+	Контрольная работа/Численное и символьное моделирование задачи теплообмена
преимущества и недостатки символьной и численной компьютерной математики для решения теплотехнических задач	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>	+			Контрольная работа/Символьное и численное решение задачи
<b>Уметь:</b>					
решать задачи термодинамического анализа циклов	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>		+	+	Контрольная работа/Численное и символьное моделирование задачи теплообмена
решать задачи тепломассообмена	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>		+		Контрольная работа/Численное и символьное моделирование цикла ПГУ

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

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

**2 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Символьное и численное решение задачи (Контрольная работа)
2. Численное и символьное моделирование задачи теплообмена (Контрольная работа)
3. Численное и символьное моделирование цикла ПГУ (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №2)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

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

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

1. Теплотехнические этюды с Excel, Mathcad и Интернет : учебное пособие для вузов по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. Ф. Очков, [и др.] ; общ. ред. В. Ф. Очков . – СПб. : БХВ-Петербург, 2014 . – 336 с. - ISBN 978-5-9775-3352-2 .;
2. Александров, А. А. Теплофизические свойства рабочих веществ теплоэнергетики : справочник / А. А. Александров, К. А. Орлов, В. Ф. Очков . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 224 с. - ISBN 978-5-383-00405-0 .;
3. Очков В. Ф., Богомолова Е. П., Иванов Д. А.- "Физико-математические этюды с Mathcad и Интернет", (2-е изд., испр. и доп.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (560 с.) <https://e.lanbook.com/book/169115>.

##### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. SmathStudio.

##### **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. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>

7. База данных **Web of Science** - <http://webofscience.com/>
8. База данных **Scopus** - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы **American Chemical Society** - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. Журналы **American Institute of Physics** - <https://www.scitation.org/>
13. Журналы **American Physical Society** - <https://journals.aps.org/about>
14. База данных издательства **Annual Reviews Science Collection** - <https://www.annualreviews.org/>
15. База данных **Association for Computing Machinery Digital Library** - <https://dl.acm.org/about/content>
16. Журналы издательства **Cambridge University Press** - <https://www.cambridge.org/core>
17. База данных **IEL** издательства **IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)** - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
18. База данных **Computers & Applied Sciences Complete (CASC)** - <http://search.ebscohost.com>
19. База данных **INSPEC** на платформе компании **EBSCO Publishing** - <http://search.ebscohost.com>
20. Журналы **Institute of Physics (IOP), Великобритания** - <https://iopscience.iop.org/>
21. Журналы научного общества **Optical Society of America (OSA)** - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
22. Патентная база **Orbit Intelligence** компании **Questel** - <https://www.orbit.com/>
23. Журнал **Science** - <https://www.sciencemag.org/>
24. Журналы научного общества **Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Digital Library** - <https://www.spiedigitallibrary.org/>
25. Коллекция журналов **Taylor & Francis Group** - <https://www.tandfonline.com/>
26. Журналы по химии **Thieme Chemistry Package** компании **Georg Thieme Verlag KG** - <https://www.thieme-connect.com/products/all/home.html>
27. Журналы издательства **Wiley** - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
28. Электронная библиотека **МЭИ (ЭБ МЭИ)** - <http://elib.mpei.ru/login.php>
29. Портал открытых данных **Российской Федерации** - <https://data.gov.ru>
30. База открытых данных **Министерства труда и социальной защиты РФ** - <https://rosmintrud.ru/opendata>
31. База открытых данных профессиональных стандартов **Министерства труда и социальной защиты РФ** - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
32. База открытых данных **Министерства экономического развития РФ** - <http://www.economy.gov.ru>
33. База открытых данных **Росфинмониторинга** - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
34. Электронная открытая база данных **"Polpred.com Обзор СМИ"** - <https://www.polpred.com>
35. Информационно-справочная система «**Кодекс/Техэксперт**» - <Http://proinfosoft.ru; http://docs.cntd.ru/>
36. Национальный портал онлайн обучения «**Открытое образование**» - <https://openedu.ru>
37. Официальный сайт **Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии** - <http://protect.gost.ru/>
38. Открытая университетская информационная система «**РОССИЯ**» - <https://uisrussia.msu.ru>
39. Официальный сайт **Министерства науки и высшего образования Российской Федерации** - <https://minobrnauki.gov.ru>
40. Официальный сайт **Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки** - <https://obrnadzor>

41. **Федеральный портал "Российское образование"** - <http://www.edu.ru>

42. **Информо** - <https://www.informio.ru/>

43. **АНО «Россия – страна возможностей»** - <https://rsv.ru/education/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс	рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс	рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс	рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный
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-413/1, Кабинет сотрудников каф. "ТОТ"	стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, холодильник
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-404/1а, Кладовая	

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Современные информационные технологии в теплотехнике**

(название дисциплины)

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

КМ-1 Символьное и численное решение задачи (Контрольная работа)

КМ-2 Численное и символьное моделирование цикла ПГУ (Контрольная работа)

КМ-3 Численное и символьное моделирование задачи теплообмена (Контрольная работа)

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

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	4	8	12
1	Современные компьютерные математические программы				
1.1	Особенности современных компьютерных математических программ. Компьютерные методы создания баз данных по свойствам рабочих тел и теплоносителей теплоэнергетики.		+		
2	Методы математического моделирования и компьютерной реализации термодинамических энергетических циклов				
2.1	Математическое моделирование термодинамических энергетических циклов			+	+
3	Методы математического моделирования и компьютерной реализации процессов тепломассообмена				
3.1	Математическое моделирование процессов тепломассообмена				+
Вес КМ, %:			30	30	40