

**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: ЭТАЛОН: Теплоэнергетика и теплотехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ**  
**ТЕПЛОМАССОБМЕНА**

<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.01.02
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	7 семестр - 3;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	108 часов
<b>Лекции</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Практические занятия</b>	7 семестр - 48 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	7 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>	7 семестр - 0,3 часа;

Москва 2018

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Киндра В.О.
	Идентификатор	R429f7b35-KindraVO-2c9422f7

(подпись)

В.О. Киндра

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение методов конечно-элементного анализа для моделирования процессов тепломассообмена, протекающих в энергетических установках различного назначения

### Задачи дисциплины

- ознакомление с базовыми принципами и подходами к моделированию физических процессов;
- изучение областей применения методов численного моделирования в процессе проектирования энергетических установок;
- ознакомление с принципами разработки и/или модификации твердотельных моделей для проведения моделирования и принципами построения сеточных моделей для решения различных типов задач энергетического машиностроения;
- освоение программных комплексов, применяемых для моделирования физических процессов, протекающих в энергетических установках.

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 участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере теплоэнергетики и теплотехники	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Выполняет моделирование физических и механических процессов в энергетическом оборудовании с применением систем автоматизированного проектирования	знать: - методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов тепломассообмена, протекающих в энергетических установках; - методы численного моделирования процессов тепломассообмена, протекающих в энергетических установках.  уметь: - применять методы численного моделирования процессов тепломассообмена при проектировании энергетических установок; - использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов тепломассообмена в энергетических установках.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе ЭТАЛОН: 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	Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках	24	7	-	-	12	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 5-16, 71-105, 106-148</p>
1.1	Теоретические основы моделирования процессов теплопроводности	8		-	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
1.2	Теоретические основы моделирования процессов конвекции	9		-	-	5	-	-	-	-	-	4	-	
1.3	Теоретические основы моделирования лучистого теплообмена	7		-	-	3	-	-	-	-	-	4	-	
2	Численное моделирование процессов теплообмена в энергетических установках	66		-	-	36	-	-	-	-	-	30	-	
2.1	Численное	22	-	-	12	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение	

	моделирование процессов теплопроводности												дополнительного материала по разделу "Численное моделирование процессов теплообмена в энергетических установках"
2.2	Численное моделирование процессов конвекции	22	-	-	12	-	-	-	-	-	10	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u>
2.3	Численное моделирование процессов лучистого теплообмена	22	-	-	12	-	-	-	-	-	10	-	[2], 397-412, 421-427
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>	-	-	<b>48</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>42</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>	-	-	<b>48</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. Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках**

##### **1.1. Теоретические основы моделирования процессов теплопроводности**

Основные понятия, гипотезы и уравнения, используемые при решении задач теплопроводности. Основные понятия, гипотезы и уравнения, используемые при решении задач теплопроводности.

##### **1.2. Теоретические основы моделирования процессов конвекции**

Основные понятия, гипотезы и уравнения, используемые при решении задач конвективного теплообмена. Аналитическое решение задач конвективного теплообмена. Численное решение задач конвективного теплообмена.

##### **1.3. Теоретические основы моделирования лучистого теплообмена**

Основные понятия, гипотезы и уравнения, используемые при решении задач лучистого теплообмена. Аналитическое решение задач лучистого теплообмена. Численное решение задач лучистого теплообмена.

#### **2. Численное моделирование процессов теплообмена в энергетических установках**

##### **2.1. Численное моделирование процессов теплопроводности**

Подходы к построению расчетной сетки при моделировании процессов теплопроводности. Способы задания физических, граничных и начальных условий при моделировании процессов теплопроводности. Автоматизированные подходы к обработке результатов моделирования процессов теплопроводности.

##### **2.2. Численное моделирование процессов конвекции**

Подходы к построению расчетной сетки при моделировании процессов конвекции. Способы задания физических, граничных и начальных условий при моделировании процессов конвекции. Автоматизированные подходы к обработке результатов моделирования процессов конвекции.

##### **2.3. Численное моделирование процессов лучистого теплообмена**

Подходы к построению расчетной сетки при моделировании процессов лучистого теплообмена. Способы задания физических, граничных и начальных условий при моделировании процессов лучистого теплообмена. Автоматизированные подходы к обработке результатов моделирования процессов лучистого теплообмена.

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

1. Теоретические основы моделирования процессов конвекции;
2. Моделирование процесса стационарной теплопроводности для плоской пластины в двухмерной постановке при граничных условиях 1-го рода;
3. Моделирование стационарного процесса вынужденной конвекции в охлаждаемом канале прямоугольного поперечного сечения с шахматным пучком штырьков в трехмерной сопряженной постановке;
4. Разработка алгоритма автоматической обработки результатов теплогидравлических расчетов охлаждаемых каналов;
5. Моделирование процесса лучистого теплообмена.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Численное моделирование процессов теплообмена в энергетических установках"

### **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	
<b>Знать:</b>				
методы численного моделирования процессов тепломассообмена, протекающих в энергетических установках	ИД-1ПК-1	+		Контрольная работа/КМ-1
методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов тепломассообмена, протекающих в энергетических установках	ИД-1ПК-1	+	+	Контрольная работа/КМ-2
<b>Уметь:</b>				
использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов тепломассообмена в энергетических установках	ИД-1ПК-1		+	Контрольная работа/КМ-3
применять методы численного моделирования процессов тепломассообмена при проектировании энергетических установок	ИД-1ПК-1		+	Контрольная работа/КМ-4

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

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

7 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ-1 (Контрольная работа)
2. КМ-2 (Контрольная работа)
3. КМ-3 (Контрольная работа)
4. КМ-4 (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №7)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании зачетной составляющей

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

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

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

1. Дерюгин В. В., Васильев В. Ф., Уляшева В. М.- "Тепломассообмен", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2020 - (240 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/145855>;
2. Цирельман Н. М.- "Теория и прикладные задачи тепломассопереноса", (2-е изд., испр.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2019 - (504 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/119624>.

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

1. Office;
2. Windows;
3. Ansys;
4. Майнд Видеоконференции;
5. SolidWorks.

### **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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
12. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
13. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
14. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
15. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
16. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
17. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
18. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>  
<http://docs.cntd.ru/>
19. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
20. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
21. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
22. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
23. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	3-404/11, Компьютерный класс каф. "ИТНО"	стеллаж, стол преподавателя, стол, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	3-407/3, Компьютерный класс каф. "ИТНО"	стеллаж, стол преподавателя, стол, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для консультирования	3-309, Аудитория каф. "ИТНО"	стол, стул, шкаф
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	3-318, Помещение для инвентаря каф. "ИТНО"	стеллаж для хранения инвентаря, стол, стул, шкаф

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Математическое моделирование процессов тепломассообмена**

(название дисциплины)

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

КМ-1 КМ-1 (Контрольная работа)

КМ-2 КМ-2 (Контрольная работа)

КМ-3 КМ-3 (Контрольная работа)

КМ-4 КМ-4 (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	12	16
1	Теоретические основы моделирования процессов тепломассообмена в энергетических установках					
1.1	Теоретические основы моделирования процессов теплопроводности		+			
1.2	Теоретические основы моделирования процессов конвекции		+	+		
1.3	Теоретические основы моделирования лучистого теплообмена		+	+		
2	Численное моделирование процессов тепломассообмена в энергетических установках					
2.1	Численное моделирование процессов теплопроводности			+	+	+
2.2	Численное моделирование процессов конвекции			+	+	+
2.3	Численное моделирование процессов лучистого теплообмена					+
Вес КМ, %:			20	20	30	30