

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
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОБМЕНА


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	6 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	не предусмотрено учебным планом
Практические занятия	6 семестр - 42 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	6 семестр - 65,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	6 семестр - 0,3 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

В.О. Киндра

(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 методов численного моделирования физических процессов, протекающих в энергетических установках различного назначения, и освоение программных продуктов, предназначенных для моделирования физических процессов

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 _{ПК-1} Выполняет моделирование физических и механических процессов в энергетическом оборудовании с применением систем автоматизированного проектирования	знать: - методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов теплообмена, протекающих в энергетических установках; - методы численного моделирования процессов теплообмена, протекающих в энергетических установках. уметь: - применять методы численного моделирования процессов теплообмена при проектировании энергетических установок; - использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов теплообмена в энергетических установках.

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	Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках	24	6	-	-	8	-	-	-	-	-	16	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 20-25</p>
1.1	Теоретические основы моделирования процессов теплопроводности	8		-	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
1.2	Теоретические основы моделирования процессов конвекции	8		-	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
1.3	Теоретические основы моделирования лучистого теплообмена	8		-	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
2	Численное моделирование процессов теплообмена в энергетических установках	66		-	-	34	-	-	-	-	-	32	-	
2.1	Численное	24	-	-	12	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u>	

	моделирование процессов теплопроводности												Повторение материала по разделу "Численное моделирование процессов теплообмена в энергетических установках"
2.2	Численное моделирование процессов конвекции	20	-	-	10	-	-	-	-	-	10	-	
2.3	Численное моделирование процессов лучистого теплообмена	22	-	-	12	-	-	-	-	-	10	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	108.0	-	-	42	-	-	-	-	0.3	48	17.7	
	Итого за семестр	108.0	-	-	42	-	-	-	-	0.3	65.7		

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

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 тепломассообмена в энергетических установках"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Численное моделирование процессов тепломассообмена 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	
Знать:				
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
Уметь:				
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

6 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 №6)

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

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

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>;
3. Амосов, А. П. Тепловая теория воспламенения и горения : учебное пособие / А. П. Амосов, Б. С. Сеплярский, Куйбышевский политех. ин-т им. В. В. Куйбышева . – Куйбышев : Куйбыш. политехн. ин-т, 1990 . – 83 с..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Ansys / CAE Fidesy;
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
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	Ш-207, Компьютерный класс	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ш-205, Компьютерный класс	
Помещения для самостоятельной работы	Ш-205, Компьютерный класс	
Помещения для консультирования	Ш-206, Лекционная аудитория	
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**Моделирование процессов теплообмена**

(название дисциплины)

6 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 теплообмена 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 теплообмена 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