

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: Информационные системы и технологии в энергетике и промышленности

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ГИДРОДИНАМИКИ И ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.07.02.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	6 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	6 семестр - 28 часа;
Практические занятия	6 семестр - 28 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	6 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	6 семестр - 85,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Тестирование	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	6 семестр - 0,5 часа;

Москва 2026

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

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

А.Н. Рогалев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

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

В.О. Киндра

Заведующий выпускающей
кафедрой

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

А.Н. Рогалев

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-2 Способен применять информационные системы и технологии при проектировании и эксплуатации энергетических и технологических комплексов, их оборудования	ИД-2 _{ПК-2} Принимает участие в разработке математических моделей физических и механических процессов с использованием прикладных программ и высокопроизводительных вычислительных комплексов	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках;- методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов теплообмена, протекающих в энергетических установках;- методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов горения, протекающих в энергетических установках. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов теплообмена в энергетических установках;- использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов горения в энергетических установках;- использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов гидрогазодинамики в энергетических установках.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Информационные системы и технологии в энергетике и промышленности (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 4 зачетных единицы, 144 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	Теоретические основы моделирования процессов гидрогазодинамики в энергетических установках	32	6	8	-	8	-	-	-	-	-	16	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Теоретические основы моделирования процессов гидрогазодинамики в энергетических установках"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Теоретические основы моделирования процессов гидрогазодинамики в энергетических установках" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 17-36, 52-68, 300-351 [2], 183-199, 257-351</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение 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>	
1.1	Основные характеристики гидрогазодинамических процессов в элементах энергетических установок	16		4	-	4	-	-	-	-	-	-	8		-
1.2	Теоретические основы ламинарных и турбулентных течений	16		4	-	4	-	-	-	-	-	-	8		-
2	Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках	48		12	-	12	-	-	-	-	-	-	24		-
2.1	Теоретические основы моделирования процессов теплопроводности	16		4	-	4	-	-	-	-	-	-	8		-
2.2	Теоретические основы	16		4	-	4	-	-	-	-	-	-	8		-

3.2 Краткое содержание разделов

1. Теоретические основы моделирования процессов гидрогазодинамики в энергетических установках

1.1. Основные характеристики гидрогазодинамических процессов в элементах энергетических установок

Классификация конструктивных элементов энергетического оборудования по типам гидрогазодинамических процессов. Основные характеристики гидрогазодинамических процессов в элементах энергетического оборудования. Классификация гидравлических потерь. Методики определения потерь давления в типовых элементах арматуры.

1.2. Теоретические основы ламинарных и турбулентных течений

Вязкость в потоках. Касательные напряжения в потоках. Пограничный слой. Профиль скорости. Ламинарный и турбулентный профиль скорости. Пульсации параметров потока. Турбулентные напряжения. Переход к турбулентному пограничному слою на плоской пластине. Выражения для профиля скорости в турбулентном пограничном слое. Профиль скорости в логарифмических координатах. Отрыв пограничного слоя.

2. Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках

2.1. 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.

2.2. 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.

2.3. 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.

3. Теоретические основы моделирования процессов горения в энергетических установках

3.1. Основные характеристики процессов горения в элементах энергетического оборудования

Роль горения в технике. Организация рабочего процесса камер сгорания. Топлива для газотурбинных установок и их основные характеристики.

3.2. Основы теории горения

Принципы составления материального и теплового баланса процессов горения. Классификация пламен. Реакционные механизмы и принципы их упрощения. Основы химического равновесия процессов горения. Скорость химической реакции, формула Аррениуса. Скорость распространения пламени.

3.3. Темы практических занятий

1. Применение численного моделирования для расчета основных параметров химической кинетики: нормальной скорости распространения пламени, времени задержки зажигания;
2. Применение численного моделирования для расчета основных параметров химической кинетики: адиабатической температуры горения;
3. Численное моделирование течения в прямой трубе круглого поперечного сечения;
4. Численное моделирование течения в сопловой решетке турбомшины;
5. Разработка алгоритма автоматической обработки результатов теплогидравлических расчетов охлаждаемых каналов;
6. Влияние методов управления потоком на структуру течения в типовых каналах энергетического оборудования;
7. Численное моделирование течения в конфузоре;
8. Материальный и тепловой балансы процесса горения;
9. Численное моделирование гомогенного горения в жаровой трубе с применением многостадийного реакционного механизма;
10. Расчет потерь давления в типовых каналах энергетического оборудования;
11. Моделирование процесса стационарной теплопроводности для плоской пластины в двухмерной постановке при граничных условиях 1-го рода;
12. Моделирование стационарного процесса вынужденной конвекции в охлаждаемом канале прямоугольного поперечного сечения с шахматным пучком штырьков в трехмерной сопряженной постановке;
13. Численное моделирование работы завихрительного устройства и процесса смешения топлива и окислителя;
14. Численное моделирование течения в конфузоре в периодической постановке;
15. Численное моделирование гомогенного горения в жаровой трубе с применением одностадийного реакционного механизма;
16. Определение адиабатической температуры горения. Позонный тепловой расчет камеры сгорания;
17. Моделирование процесса лучистого теплообмена;
18. Реакторное моделирование камеры сгорания. Оценка эмиссионных характеристик;
19. Численный расчет процесса стационарной теплопроводности для плоской пластины в одномерной постановке;
20. Численное моделирование течения в диффузоре.

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 гидрогазодинамики в энергетических установках"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теоретические основы моделирования процессов горения 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	3	
Знать:					
методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов горения, протекающих в энергетических установках	ИД-2ПК-2			+	Тестирование/КМ-4. Процессы горения в энергетических установках
методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов теплообмена, протекающих в энергетических установках	ИД-2ПК-2		+		Контрольная работа/КМ-2. Подходы к разработке расчетных моделей для моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования
методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках	ИД-2ПК-2		+		Контрольная работа/КМ-2. Подходы к разработке расчетных моделей для моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования
Уметь:					
использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов гидрогазодинамики в энергетических установках	ИД-2ПК-2	+			Контрольная работа/КМ-1. Расчет потерь давления в типовых каналах энергетического оборудования
использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов горения в энергетических установках	ИД-2ПК-2		+		Контрольная работа/КМ-3. Анализ теплогидравлических процессов в конструктивных элементах энергетических установок
использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов теплообмена в энергетических установках	ИД-2ПК-2	+			Контрольная работа/КМ-1. Расчет потерь давления в типовых каналах энергетического оборудования

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-2. Подходы к разработке расчетных моделей для моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования (Контрольная работа)
2. КМ-3. Анализ теплогидравлических процессов в конструктивных элементах энергетических установок (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1. Расчет потерь давления в типовых каналах энергетического оборудования (Контрольная работа)
2. КМ-4. Процессы горения в энергетических установках (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №6)

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

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. Зарянкин, А. Е. Механика несжимаемых и сжимаемых жидкостей : учебник для вузов по направлению "Энергетическое машиностроение" и "Теплоэнергетика и теплотехника" / А. Е. Зарянкин. – М. : Издательский дом МЭИ, 2014. – 590 с. – ISBN 978-5-383-00903-1.;
2. Павловский В. А., Никущенко Д. В.- "Вычислительная гидродинамика. Теоретические основы", (2-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (368 с.)
<https://e.lanbook.com/book/154392>;
3. 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>;
4. 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. Кулагин В. В., Кузьмичев В. С.- "Основы теории ГТД. Рабочий процесс и термогазодинамический анализ" К. 1, (5-е изд., испр.), Издательство: "Машиностроение", Москва, 2020 - (336 с.)
<https://e.lanbook.com/book/151080>;
6. Горение и течение в агрегатах энергоустановок: Моделирование, энергетика, экология / В. Г. Крюков, и др. ; Ред. В. Е. Алемасов. – М. : Янус, 1997. – 304 с. – ISBN 5-88929-015-5..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Ansys / CAE Fidesys;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

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 Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
13. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
14. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
15. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
16. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
17. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
18. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ш-206, Лекционная аудитория	стол преподавателя, стол компьютерный, вешалка для одежды, тумба, мультимедийный проектор, указка лазерная, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, инструменты для практических занятий
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ш-205, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, инструменты для практических занятий
Учебные аудитории для	Ш-205,	стол преподавателя, стол компьютерный,

проведения лабораторных занятий	Компьютерный класс	тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, инструменты для практических занятий
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ш-205, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, инструменты для практических занятий
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ш-206, Лекционная аудитория	стол преподавателя, стол компьютерный, вешалка для одежды, тумба, мультимедийный проектор, указка лазерная, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, инструменты для практических занятий
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ш-107/2, Склад учебного инвентаря Ш-107/2	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы математического моделирования гидродинамики и теплопередачи

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ-1. Расчет потерь давления в типовых каналах энергетического оборудования (Контрольная работа)
- КМ-2 КМ-2. Подходы к разработке расчетных моделей для моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования (Контрольная работа)
- КМ-3 КМ-3. Анализ теплогидравлических процессов в конструктивных элементах энергетических установок (Контрольная работа)
- КМ-4 КМ-4. Процессы горения в энергетических установках (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Теоретические основы моделирования процессов гидрогазодинамики в энергетических установках					
1.1	Основные характеристики гидрогазодинамических процессов в элементах энергетических установок		+			
1.2	Теоретические основы ламинарных и турбулентных течений		+			
2	Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках					
2.1	Теоретические основы моделирования процессов теплопроводности			+	+	
2.2	Теоретические основы моделирования процессов конвекции				+	
2.3	Теоретические основы моделирования лучистого теплообмена				+	
3	Теоретические основы моделирования процессов горения в энергетических установках					
3.1	Основные характеристики процессов горения в элементах энергетического оборудования					+
3.2	Основы теории горения					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25