

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
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ И ГОРЕНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.07.02.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 4; 8 семестр - 3; всего - 7
Часов (всего) по учебному плану:	252 часа
Лекции	7 семестр - 32 часа; 8 семестр - 14 часов; всего - 46 часа
Практические занятия	7 семестр - 32 часа; 8 семестр - 28 часа; всего - 60 часов
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	7 семестр - 2 часа; 8 семестр - 2 часа; всего - 4 часа
Самостоятельная работа	7 семестр - 77,5 часа; 8 семестр - 63,5 часа; всего - 141,0 час
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 Экзамен	7 семестр - 0,5 часа; 8 семестр - 0,5 часа; всего - 1,0 час

Москва 2025

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-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с применением информационных технологий	ИД-3 _{ПК-1} Способен применять информационные технологии при проектировании объектов теплоэнергетики и теплотехники	знать: - методы численного моделирования процессов гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках. уметь: - применять методы численного моделирования процессов гидрогазодинамики при проектировании энергетических установок; - применять методы численного моделирования процессов горения при проектировании энергетических установок.
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	знать: - методы численного моделирования процессов горения, протекающих в энергетических установках; - методы численного моделирования процессов теплообмена, протекающих в энергетических установках. уметь: - применять методы численного моделирования процессов теплообмена при проектировании энергетических установок.

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 7 зачетных единиц, 252 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	Численное моделирование процессов гидрогазодинамики в энергетических установках	46	7	16	-	12	-	-	-	-	-	18	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Численное моделирование процессов гидрогазодинамики в энергетических установках" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Численное моделирование процессов гидрогазодинамики в энергетических установках" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Численное моделирование процессов гидрогазодинамики в энергетических установках" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 336-342 [2], 235-240 [5], 201-210
1.1	Методы моделирования гидрогазодинамических процессов	26		8	-	8	-	-	-	-	-	10	-	
1.2	Алгоритм проведения моделирования гидрогазодинамических процессов, основные этапы	20		8	-	4	-	-	-	-	-	8	-	
2	Численное моделирование процессов теплообмена в энергетических установках	62		16	-	20	-	-	-	-	-	26	-	

2.1	Численное моделирование процессов теплопроводности	20		8	-	4	-	-	-	-	-	8	-	Повторение материала по разделу "Численное моделирование процессов теплообмена в энергетических установках" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 112-124, 225 [4], 324-340 [5], 228-235 [6], 25-60
2.2	Численное моделирование процессов конвекции	22		4	-	8	-	-	-	-	-	10	-	
2.3	Численное моделирование процессов лучистого теплообмена	20		4	-	8	-	-	-	-	-	8	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		32	-	32	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0		32	-	32	2		-		0.5	77.5		
3	Численное моделирование процессов горения в энергетических установках	72	8	14	-	28	-	-	-	-	-	30	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Численное моделирование процессов горения в энергетических установках" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Численное моделирование процессов горения в энергетических установках" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Численное моделирование процессов горения в энергетических установках" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], 198-223
3.1	Моделирования процессов горения как составная часть проектирования	22		4	-	8	-	-	-	-	-	10	-	
3.2	Основы математического моделирования процессов горения	28		6	-	12	-	-	-	-	-	10	-	
3.3	Основные этапы компьютерного моделирование процессов горения	22		4	-	8	-	-	-	-	-	10	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	108.0		14	-	28	-	2	-	-	0.5	30	33.5	
	Итого за семестр	108.0		14	-	28	2		-		0.5	63.5		
	ИТОГО	252.0		-	46	-	60	4		1.0		141.0		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Численное моделирование процессов гидрогазодинамики в энергетических установках

1.1. Методы моделирования гидрогазодинамических процессов

Метод осреднения системы уравнений Навье-Стокса по Рейнольдсу. Основные типы моделей турбулентности. Нестационарные методы расчета турбулентных течений.

1.2. Алгоритм проведения моделирования гидрогазодинамических процессов, основные этапы

Алгоритм проведения виртуальных экспериментов. Основные принципы создания трехмерных моделей проточной части исследуемых объектов. Алгоритм построения расчетной сетки для исследования процессов гидрогазодинамики. Виды расчетных сеток для исследования процессов гидрогазодинамики. Условия проведения виртуального эксперимента по исследованию процессов гидрогазодинамики. Настройка решателя для проведения численного моделирования процессов гидрогазодинамики.

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. Численное моделирование процессов горения в энергетических установках

3.1. Моделирование процессов горения как составная часть проектирования

Условия проведения виртуального эксперимента по исследованию процессов горения. Настройка решателя для проведения численного моделирования горения. Величины, определяемые в результате численного моделирования горения.

3.2. Основы математического моделирования процессов горения

Основные типы моделей горения. Одноступенчатые, двухступенчатые и многоступенчатые реакционные механизмы. Модели образования вредных веществ. Принципы реакторного подхода к моделированию горения.

3.3. Основные этапы компьютерного моделирования процессов горения

Постановка задачи и выбор объекта моделирования. Постановка внутренних и граничных условий. Обработка и анализ результатов моделирования.

3.3. Темы практических занятий

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

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

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

3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Численное моделирование 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 численного моделирования процессов гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках	ИД-3пк-1	+			Контрольная работа/КМ-2. Использование периодичной постановки при моделировании процессов гидрогазодинамики в конструктивных элементах энергетических установок
методы численного моделирования процессов теплообмена, протекающих в энергетических установках	ИД-2пк-2			+	Тестирование/КМ-6. Процессы горения в энергетических установках
методы численного моделирования процессов горения, протекающих в энергетических установках	ИД-2пк-2		+		Контрольная работа/КМ-4. Подходы к разработке расчетных моделей для моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования
Уметь:					
применять методы численного моделирования процессов горения при проектировании энергетических установок	ИД-3пк-1			+	Контрольная работа/КМ-5. Численное моделирование теплогидравлических процессов в конструктивных элементах энергетических установок Контрольная работа/КМ-7. Постановка граничных условий при моделировании гомогенного горения Контрольная работа/КМ-8. Численное моделирование процессов горения при проектировании энергетических установок
применять методы численного моделирования процессов гидрогазодинамики при проектировании энергетических установок	ИД-3пк-1	+			Контрольная работа/КМ-1. Расчет потерь давления в типовых каналах энергетического оборудования
применять методы численного моделирования процессов теплообмена при	ИД-2пк-2	+	+		Контрольная работа/КМ-3. Численное моделирование процессов гидрогазодинамики при проектировании

проектировании энергетических установок					энергетических установок
---	--	--	--	--	--------------------------

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-2. Использование периодичной постановки при моделировании процессов гидрогазодинамики в конструктивных элементах энергетических установок (Контрольная работа)
2. КМ-3. Численное моделирование процессов гидрогазодинамики при проектировании энергетических установок (Контрольная работа)
3. КМ-4. Подходы к разработке расчетных моделей для моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1. Расчет потерь давления в типовых каналах энергетического оборудования (Контрольная работа)

8 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ-5. Численное моделирование теплогидравлических процессов в конструктивных элементах энергетических установок (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-6. Процессы горения в энергетических установках (Тестирование)
2. КМ-7. Постановка граничных условий при моделировании гомогенного горения (Контрольная работа)
3. КМ-8. Численное моделирование процессов горения при проектировании энергетических установок (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

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

Экзамен (Семестр №8)

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 8 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 проведения лабораторных занятий	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 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

Математическое моделирование теплогидравлических процессов и горения

(название дисциплины)

7 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. Использование периодичной постановки при моделировании процессов гидрогазодинамики в конструктивных элементах энергетических установок (Контрольная работа)
- КМ-3 КМ-3. Численное моделирование процессов гидрогазодинамики при проектировании энергетических установок (Контрольная работа)
- КМ-4 КМ-4. Подходы к разработке расчетных моделей для моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Численное моделирование процессов гидрогазодинамики в энергетических установках					
1.1	Методы моделирования гидрогазодинамических процессов		+			
1.2	Алгоритм проведения моделирования гидрогазодинамических процессов, основные этапы		+	+	+	
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, %:			25	25	25	25

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-5 КМ-5. Численное моделирование теплогидравлических процессов в конструктивных элементах энергетических установок (Контрольная работа)
- КМ-6 КМ-6. Процессы горения в энергетических установках (Тестирование)
- КМ-7 КМ-7. Постановка граничных условий при моделировании гомогенного горения (Контрольная работа)
- КМ-8 КМ-8. Численное моделирование процессов горения при проектировании энергетических установок (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ- 5	КМ- 6	КМ- 7	КМ- 8
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Численное моделирование процессов горения в энергетических установках					
1.1	Моделирования процессов горения как составная часть проектирования		+		+	+
1.2	Основы математического моделирования процессов горения		+	+	+	+
1.3	Основные этапы компьютерного моделирование процессов горения		+		+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25