

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Устойчивое развитие в энергетике и промышленности

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 4; 2 семестр - 4; всего - 8
Часов (всего) по учебному плану:	288 часа
Лекции	1 семестр - 32 часа; 2 семестр - 32 часа; всего - 64 часа
Практические занятия	1 семестр - 32 часа; 2 семестр - 32 часа; всего - 64 часа
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	2 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 79,7 часа; 2 семестр - 77,5 часа; всего - 157,2 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:	
Зачет с оценкой	1 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа; всего - 0,8 часа

Москва 2024


ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бурмакина А.В.
	Идентификатор	Ree6ce9d4-BurmakinaAV-003bbda

А.В. Бурмакина

СОГЛАСОВАНО:Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Злышко О.В.
	Идентификатор	Ra785d4c7-ZlyvkoOV-49c1f249

О.В. Злышко

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 конечно-элементного анализа для моделирования процессов гидрогазодинамики и 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 осуществлять физическое и математическое моделирование процессов, в том числе с использованием информационных технологий	ИД-1 _{ПК-1} Проводит моделирование физико-механических процессов с использованием информационных технологий	знать: - методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов тепломассообмена, протекающих в энергетических установках; - методы численного моделирования процессов тепломассообмена, протекающих в энергетических установках. уметь: - использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов тепломассообмена в энергетических установках; - применять методы численного моделирования процессов тепломассообмена при проектировании энергетических установок.
РПК-1 Способен применять информационные технологии для проведения исследований в профессиональной деятельности	ИД-1 _{РПК-1} Демонстрирует знание информационных технологий, используемых в профессиональной деятельности	знать: - методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках. уметь: - использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		гидрогазодинамики в энергетических установках.
РПК-1 Способен применять информационные технологии для проведения исследований в профессиональной деятельности	ИД-2РПК-1 Проводит исследования с использованием информационных технологий	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы численного моделирования процессов гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять методы численного моделирования процессов гидрогазодинамики при проектировании энергетических установок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Устойчивое развитие в энергетике и промышленности (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 8 зачетных единиц, 288 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	62	1	16	-	16	-	-	-	-	-	30	-	<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], 400-420 [2], 201-208</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Численное моделирование процессов гидрогазодинамики в энергетических установках"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Численное моделирование процессов гидрогазодинамики в энергетических установках"</p>
1.1	Основные характеристики гидрогазодинамических процессов в элементах энергетических установок	32		8	-	8	-	-	-	-	-	16	-	
1.2	Теоретические основы ламинарных и турбулентных течений	30		8	-	8	-	-	-	-	-	14	-	
2	Численное моделирование процессов гидрогазодинамики в энергетических установках	64		16	-	16	-	-	-	-	-	32	-	
2.1	Методы моделирования гидрогазодинамических процессов	32		8	-	8	-	-	-	-	-	16	-	
2.2	2 Алгоритм	32		8	-	8	-	-	-	-	-	16	-	

	проведения моделирования гидрогазодинамических процессов, основные этапы													<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>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 280-290
	Зачет с оценкой	18.0		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	144.0		32	-	32	-	-	-	-	0.3	62	17.7	
	Итого за семестр	144.0		32	-	32	-	-	-	-	0.3	79.7		
3	Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках	60	2	18	-	18	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках" <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 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 100-102 [4], 250-260
3.1	Теоретические основы моделирования процессов теплопроводности	20		6	-	6	-	-	-	-	-	8	-	
3.2	Теоретические основы моделирования процессов конвекции	20		6	-	6	-	-	-	-	-	8	-	
3.3	Теоретические основы моделирования лучистого теплообмена	20		6	-	6	-	-	-	-	-	8	-	
4	Численное моделирование процессов теплообмена в энергетических	48		14	-	14	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Численное моделирование процессов теплообмена в энергетических установках"

	установках													<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Численное моделирование процессов теплообмена в энергетических установках"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[3], 150-152</p>
4.1	Численное моделирование процессов теплопроводности	18	4	-	6	-	-	-	-	-	8	-		
4.2	Численное моделирование процессов конвекции	18	6	-	4	-	-	-	-	-	8	-		
4.3	Численное моделирование процессов лучистого теплообмена	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-		
	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				
	ИТОГО	288.0	-	64	-	64	2	-	-	0.8	157.2			

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. 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. Численное моделирование процессов гидрогазодинамики в энергетических установках

2.1. Методы моделирования гидрогазодинамических процессов

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

2.2. 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.

3. Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках

3.1. 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.

3.2. 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.

3.3. 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.

4. Численное моделирование процессов теплообмена в энергетических установках

4.1. 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.

4.2. 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.

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

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 "Численное моделирование процессов гидрогазодинамики в энергетических установках"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках"
4. 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	3	4	
Знать:						
методы численного моделирования процессов теплообмена, протекающих в энергетических установках	ИД-1ПК-1			+		Контрольная работа/КМ-1
методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов теплообмена, протекающих в энергетических установках	ИД-1ПК-1			+	+	Контрольная работа/КМ-2
методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках	ИД-1РПК-1	+	+			Контрольная работа/КМ-2
методы численного моделирования процессов гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках	ИД-2РПК-1		+			Тестирование/КМ-4
Уметь:						
применять методы численного моделирования процессов теплообмена при проектировании энергетических установок	ИД-1ПК-1				+	Контрольная работа/КМ-3 Контрольная работа/КМ-4
использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов теплообмена в энергетических установках	ИД-1ПК-1	+	+			Контрольная работа/КМ-3
использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов гидрогазодинамики в энергетических установках	ИД-1РПК-1	+				Контрольная работа/КМ-1
применять методы численного моделирования процессов гидрогазодинамики при проектировании энергетических установок	ИД-2РПК-1	+	+			Контрольная работа/КМ-3

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

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

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-4 (Тестирование)

2 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 №1)

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

Экзамен (Семестр №2)

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

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. 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>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Ansys / CAE Fidesys;
5. 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 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. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
17. База данных Computers & Applied Sciences Complete (CASC) - <http://search.ebscohost.com>
18. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing - <http://search.ebscohost.com>
19. Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания - <https://iopscience.iop.org/>
20. Журналы научного общества Optical Society of America (OSA) - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
21. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
22. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>
23. Журналы Журналы Royal Society of Chemistry - <https://pubs.rsc.org/>
24. Журналы издательства SAGE Publication (Sage) - <https://journals.sagepub.com/>
25. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
26. Журналы издательства Wiley - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
27. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
28. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории,	Оснащение
---------------	------------------	-----------

	наименование	
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ш-206, Лекционная аудитория	
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ш-207, Компьютерный класс	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ш-207, Компьютерный класс	
Помещения для самостоятельной работы	Ш-207, Компьютерный класс	
Помещения для консультирования	Ш-206, Лекционная аудитория	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ш-107, Архив	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Математическое моделирование**

(название дисциплины)

1 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 (Тестирование)

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	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	Численное моделирование процессов гидрогазодинамики в энергетических установках					
2.1	Методы моделирования гидрогазодинамических процессов			+	+	+
2.2	2 Алгоритм проведения моделирования гидрогазодинамических процессов, основные этапы			+	+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25

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

КМ-5 КМ-1 (Контрольная работа)

КМ-6 КМ-2 (Контрольная работа)

КМ-7 КМ-3 (Контрольная работа)

КМ-8 КМ-4 (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	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 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, %:		25	25	25	25