

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Котлы, камеры сгорания и парогенераторы АЭС

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
РАДИАЦИОННЫЙ ТЕПЛООБМЕН

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.06
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	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	6 семестр - 87,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Решение задач Контрольная работа Индивидуальный проект	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	6 семестр - 0,3 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Костановский А.В.
	Идентификатор	R0930396c-KostanovskyAV-5a820d

А.В.
Костановский


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Плешанов К.А.
	Идентификатор	R002eb276-PleshanovKA-9092810

К.А. Плешанов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Плешанов К.А.
	Идентификатор	R002eb276-PleshanovKA-9092810

К.А. Плешанов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение основ радиационного теплообмена и их применение при проектировании различных оптико-энергетических систем

Задачи дисциплины

- овладение терминологией в области радиационного теплообмена;
- изучение основ физических процессов радиационного теплообмена;
- овладение основами расчета процессов радиационного теплообмена в различных средах.

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 к конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-2 _{ПК-1} Разрабатывает конструкцию элементов объектов профессиональной деятельности	знать: - терминологию, определения, физический смысл, размерности основных величин в области радиационного теплообмена и теплообмена; - методы расчета и анализа рабочих параметров в процессах радиационного теплообмена. уметь: - рассчитывать основные параметры процессов радиационного теплообмена в различных средах и системах; - использовать справочную литературу для сбора и анализа данных для проектирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Котлы, камеры сгорания и парогенераторы АЭС (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, 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	Основы радиационного теплообмена	16	6	4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<p>Подготовка домашнего задания: Задания ориентированы на освоении законов излучения модели черного тела; радиационных характеристик твердых поверхностей и определения долей потока излучения черного тела в выделенном интервале длин волн излучения.</p> <p>Изучение материалов литературных источников: [3], 7-16 [5], 425-441</p>	
1.1	Основные понятия и законы теплового излучения	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-		
1.2	Основные характеристики радиационного теплообмена	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-		
2	Оптико-геометрические характеристики радиационного теплообмена.	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-		<p>Подготовка домашнего задания: Задания ориентированы на решения минизадоч по разделу оптико-геометрических характеристик: средние и разрешающие угловые коэффициенты излучения</p> <p>Изучение материалов литературных источников: [3], 18-25 [5], 446-458</p>
2.1	Угловые коэффициенты излучения	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-		
3	Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной прозрачной средой	36		8	-	8	-	-	-	-	-	20	-		<p>Подготовка домашнего задания: Задания ориентированы на решения минизадоч по разделу "Радиационный теплообмен в замкнутой системе черных (серых) оптически прозрачных сред. Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по</p>
3.1	Лучистый теплообмен в системе тел,	36	8	-	8	-	-	-	-	-	20	-			

	заполненной прозрачной средой												варианту задания и сделать выводы. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 142-159 [3], 16-35 [5], 459-471
4	Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной поглощающей и излучающей средой	34	8	-	8	-	-	-	-	-	18	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Радиационный теплообмен в замкнутой оптической системе, заполненной поглощающей и излучающей средой. Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 216-248 [3], 35-59 [5], 472-489
4.1	Лучистый теплообмен в системе тел, заполненной поглощающей и излучающей средой	34	8	-	8	-	-	-	-	-	18	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение основ радиационного теплообмена для выполнения расчетного задания, связанного с определением угловых коэффициентов, тепловых потоков и температуры в оптической системе, заполненной прозрачной средой <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 3-17 [5], 467-470
5	Практическое применение основ радиационного теплообмена при расчете различных элементов энергетической системы в прозрачной среде	26	4	-	4	-	-	-	-	-	18	-	
5.1	Фундаментальные и смешанные задачи	26	4	-	4	-	-	-	-	-	18	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	144.0	28	-	28	-	-	-	-	0.3	70	17.7	
	Итого за семестр	144.0	28	-	28	-	-	-	-	0.3	87.7		

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. Основы радиационного теплообмена

1.1. Основные понятия и законы теплового излучения

Основные понятия и законы теплового излучения.

1.2. Основные характеристики радиационного теплообмена

Оптические и энергетические характеристики радиационного теплообмена..

2. Оптико-геометрические характеристики радиационного теплообмена.

2.1. Угловые коэффициенты излучения

Геометрические , разрешающие , обобщающие угловые коэффициенты излучения.

3. Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной прозрачной средой

3.1. Лучистый теплообмен в системе тел, заполненной прозрачной средой

Уравнения переноса теплового излучения. Методы преобразования интегральных уравнений в алгебраические. Расчет радиационного теплообмена в оптической системе, заполненной прозрачной средой.

4. Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной поглощающей и излучающей средой

4.1. Лучистый теплообмен в системе тел, заполненной поглощающей и излучающей средой

Теплообмен излучения в системе типа "серый газ в черной оболочке" "серый газ в серой оболочке".

5. Практическое применение основ радиационного теплообмена при расчете различных элементов энергетической системы в прозрачной среде

5.1. Фундаментальные и смешанные задачи

Провести расчет теплообмена излучением в оптической прозрачной среде в виде параллелепипеда.

3.3. Темы практических занятий

1. Радиационный теплообмен в прозрачной оптической системе;
2. Геометрические и результирующие угловые коэффициенты излучения;
3. Определение радиационных характеристик через эффективную длину луча;
4. Законы излучения абсолютно черного тела.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по разделу "Основы радиационного теплообмена" параметры, понятие абсолютно черного тела, законы теплового излучения, доля излучения модели черного тела в зависимости от длины волны
2. Обсуждение материалов по разделу: геометрические и разрешающие угловые коэффициенты, методы расчета.
3. Обсуждение материалов по разделу "Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной прозрачной средой. Фундаментальные и смешанные задачи
4. Обсуждение материалов по разделу "Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной прозрачной средой. Фундаментальные и смешанные задачи
5. Разборка задач, которые подобны предполагаемому расчетному заданию

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	5	
Знать:							
методы расчета и анализа рабочих параметров в процессах радиационного теплообмена	ИД-2ПК-1		+				Решение задач/Оптико-геометрические характеристики радиационного теплообмена. Контрольная работа/Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной прозрачной средой
терминологию, определения, физический смысл, размерности основных величин в области радиационного теплообмена и тепломассообмена	ИД-2ПК-1	+					Решение задач/Основные характеристики абсолютно черного тела
Уметь:							
использовать справочную литературу для сбора и анализа данных для проектирования	ИД-2ПК-1			+		+	Контрольная работа/Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной прозрачной средой
рассчитывать основные параметры процессов радиационного теплообмена в различных средах и системах	ИД-2ПК-1				+		Контрольная работа/Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной поглощающей и излучающей средой Индивидуальный проект/Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой

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: Билеты (письменный опрос)

1. Основные характеристики абсолютно черного тела (Решение задач)

Форма реализации: Письменная работа

1. Оптико-геометрические характеристики радиационного теплообмена. (Решение задач)
2. Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной поглощающей и излучающей средой (Контрольная работа)
3. Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной прозрачной средой (Контрольная работа)
4. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой (Индивидуальный проект)

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 семестровой и аттестационной 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. Блох, А. Г. Основы теплообмена излучением / А. Г. Блох . – М.-Л. : Энергия, 1962 . – 332 с.;
2. Зигель, Р. Теплообмен излучением : пер. с англ. / Р. Зигель, Дж. Хауэлл . – М. : Мир, 1975 . – 934 с.;
3. Костановский, А. В. Радиационный теплообмен : учебное пособие по курсу "Теоретические основы теплотехники" по направлению "Теплоэнергетика и основы теплотехники" и "Энергетическое машиностроение" / А. В. Костановский, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 92 с. - ISBN 978-5-7046-2018-1 . <http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10358>;
4. Костановский, А. В. Расчетные задания для самостоятельных занятий по радиационному теплообмену / А. В. Костановский, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 18 с. <http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=8874>;
5. Григорьев Б.А. , Цветков Ф.Ф. - "Тепломассообмен", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2011 - (562 с.) http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72294.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. SmathStudio.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
3. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Х-401, Компьютерный класс, мультимедийная учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Х-401, Компьютерный класс, мультимедийная учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Х-401, Компьютерный класс, мультимедийная учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	Д-323, Помещение каф. МиПЭУ	стол, стул, шкаф
Помещения для консультирования	В-209/2, Кабинет сотрудников каф. "ТОТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-417, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ТОТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, многофункциональный центр, компьютер персональный, принтер, кондиционер

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Радиационный теплообмен

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Основные характеристики абсолютно черного тела (Решение задач)
- КМ-2 Оптико-геометрические характеристики радиационного теплообмена. (Решение задач)
- КМ-3 Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой (Индивидуальный проект)
- КМ-4 Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной прозрачной средой (Контрольная работа)
- КМ-5 Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной поглощающей и излучающей средой (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	6	8	12	14
1	Основы радиационного теплообмена						
1.1	Основные понятия и законы теплового излучения		+				
1.2	Основные характеристики радиационного теплообмена		+				
2	Оптико-геометрические характеристики радиационного теплообмена.						
2.1	Угловые коэффициенты излучения			+		+	
3	Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной прозрачной средой						
3.1	Лучистый теплообмен в системе тел, заполненной прозрачной средой					+	
4	Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной поглощающей и излучающей средой						
4.1	Лучистый теплообмен в системе тел, заполненной поглощающей и излучающей средой				+		+
5	Практическое применение основ радиационного теплообмена при расчете различных элементов энергетической системы в прозрачной среде						
5.1	Фундаментальные и смешанные задачи					+	
Вес КМ, %:			10	10	30	20	30