

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: Энергетика теплотехнологии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОЦЕССЫ И УСТАНОВКИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.09.06
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	7 семестр - 32 часа;
Практические занятия	7 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	7 семестр - 16 часов;
Консультации	7 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	7 семестр - 133,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Реферат	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа;

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Попов С.К.
	Идентификатор	R7e4207b7-PopovSK-0280b823

(подпись)

С.К. Попов

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	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)

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 характеристик высокотемпературных теплотехнологических процессов и установок, методов расчетного анализа их материальных и тепловых балансов, оценки потенциала энергосбережения, овладение подходами к выбору и разработке энергосберегающих мероприятий

Задачи дисциплины

- формирование знаний о высокотемпературных технологических процессах и установках энергоемких отраслей промышленности;
- овладение основами расчетного анализа показателей работы объектов высокотемпературной теплотехнологии;
- приобретение навыков выполнения экспериментов по заданной методике и анализа результатов с привлечением соответствующего математического аппарата;
- изучение технических решений по энергосбережению в объектах высокотемпературной теплотехнологии;
- подготовка к разработке, анализу и осуществлению мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на производстве.

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 участвовать в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	ИД-1 _{ПК-2} Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	знать: - <input type="checkbox"/> основные источники научно-технической информации по материалам в области энерго- и ресурсосбережения. уметь: - <input type="checkbox"/> составлять и анализировать материальные балансы теплотехнологических процессов, тепловые и энергетические балансы теплотехнологических установок и их элементов..
ПК-2 способен участвовать в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	ИД-2 _{ПК-2} Принимает участие в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	знать: - <input type="checkbox"/> законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам. уметь: - <input type="checkbox"/> рассчитывать и анализировать процессы тепломассопереноса в элементах теплотехнологических установок.
ПК-3 Способен участвовать в обеспечении	ИД-1 _{ПК-3} Демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической	знать: - <input type="checkbox"/> классификацию и области применения топливно-энергетических

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
экологической безопасности топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий и разработке экозащитных мероприятий	безопасности топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	ресурсов, правовые, технические, экономические, экологические основы энергосбережения (ресурсосбережения). уметь: - <input type="checkbox"/> оценивать потенциал энерго- и ресурсосбережения на объекте деятельности за счет проведения ресурсосберегающих мероприятий.
ПК-4 способен участвовать в эксплуатации топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	ИД-2ПК-4 Принимает участие в обеспечении экологической безопасности топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	знать: - <input type="checkbox"/> основы безопасной и экологически эффективной эксплуатации топливопотребляющих установок. уметь: - <input type="checkbox"/> оценивать экологическую, энергетическую и экономическую эффективность оборудования, технологических установок, производств.
ПК-5 способен участвовать в организации технического и материального обеспечения эксплуатации топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	ИД-1ПК-5 Участвует в организации технического и материального обеспечения эксплуатации топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	знать: - <input type="checkbox"/> основные балансовые соотношения для анализа энергопотребления, основные критерии энергосбережения, типовые энергосберегающие мероприятия в энергетике и промышленности. уметь: - <input type="checkbox"/> оценивать эффективность эксплуатации топливопотребляющих установок на основе результатов энергоаудита.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергетика теплотехнологии (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 6 зачетных единиц, 216 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	Классификация процессов и установок. Материальные балансы процессов	42	7	8	6	8	-	-	-	-	-	20	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Термины и определения. Классификация высокотемпературных теплотехнологических процессов (ВТП) и установок (ВТУ). Структурная модель ВТУ". Подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Термины и определения. Классификация высокотемпературных теплотехнологических процессов (ВТП) и установок (ВТУ). Структурная модель ВТУ"</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], гл.1 [5], п.1</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лабораторной работы</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а</p>
1.1	Термины и определения. Классификация высокотемпературных теплотехнологических процессов (ВТП) и установок (ВТУ). Структурная модель ВТУ	20		4	2	4	-	-	-	-	-	10	-	
1.2	Материальные балансы ВТП	22		4	4	4	-	-	-	-	-	10	-	
2	Тепловые балансы установок. Внешний теплообмен	42		8	6	8	-	-	-	-	-	20	-	
2.1	Тепловые балансы ВТУ	22		4	4	4	-	-	-	-	-	10	-	
2.2	Внешний теплообмен в	20		4	2	4	-	-	-	-	-	10	-	

	теплотехнологическом реакторе (ТТР)												<p>также изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Материальные балансы ВТП" материалу.</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Материальные балансы ВТП"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Материальные балансы ВТП". Подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Материальные балансы ВТП". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. Провести расчеты по варианту задания и сделать выводы.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п.7 [4], п.2 [5], п.4 [7], 45-48 [9], п.1 [11], 20-23</p>
3	Внутренний теплообмен. Организация топочного процесса	38	8	2	8	-	-	-	-	-	20	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а также изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Тепловые балансы ВТУ" материалу.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Тепловые балансы ВТУ", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания</p>
3.1	Внутренний теплообмен в ТТР. Нагрев и плавление термически тонких тел, термомассивных тел	20	4	2	4	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Тепловые балансы ВТУ", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания</p>
3.2	Задачи организации топочного процесса в	18	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания</p>

	ТТР, обусловленные спецификой ВТП												ориентированы на решения минизадч по разделу "Тепловые балансы ВТУ". Студенту необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Тепловые балансы ВТУ" <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п.8 [4], п.3
4	Термохимическая переработка топлива. Энергосбережение в высокотемпературной технологии	58	8	2	8	-	-	-	-	-	40	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а также изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Внешний теплообмен в теплотехнологическом реакторе (ТТР)" материалу.
4.1	Целенаправленная подготовка топлива как средство совершенствования энергетики теплотехнологических процессов. Процессы и установки крекинга и конверсии природного газа. Процессы и установки коксования и газификации твердого топлива.	28	4	-	4	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Внешний теплообмен в теплотехнологическом реакторе (ТТР)" и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Внешний теплообмен в теплотехнологическом реакторе (ТТР)". Студенту необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания и сделать выводы.
4.2	Энергосбережение в высокотемпературной теплотехнологии: актуальность,	30	4	2	4	-	-	-	-	-	20	-	

направления реализации. Классификация, содержание и характеристики энергосберегающих мероприятий.													<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Внешний теплообмен в теплотехнологическом реакторе (ТТР)"</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Внешний теплообмен в теплотехнологическом реакторе (ТТР)" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[2], п.1 [3], п.1 [6], 89-92 [8], 5-9 [10], п.1 [12], п.1 [13], п.1</p>
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	216.0	32	16	32	-	2	-	-	0.5	100	33.5	
	Итого за семестр	216.0	32	16	32		2		-	0.5		133.5	

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. Классификация процессов и установок. Материальные балансы процессов

1.1. Термины и определения. Классификация высокотемпературных теплотехнологических процессов (ВТП) и установок (ВТУ). Структурная модель ВТУ

1.2. Материальные балансы ВТП

2. Тепловые балансы установок. Внешний теплообмен

2.1. Тепловые балансы ВТУ

2.2. Внешний теплообмен в теплотехнологическом реакторе (ТТР)

3. Внутренний теплообмен. Организация топочного процесса

3.1. Внутренний теплообмен в ТТР. Нагрев и плавление термически тонких тел, термомассивных тел

3.2. Задачи организации топочного процесса в ТТР, обусловленные спецификой ВТП

4. Термохимическая переработка топлива. Энергосбережение в высокотемпературной технологии

4.1. Целенаправленная подготовка топлива как средство совершенствования энергетики теплотехнологических процессов. Процессы и установки крекинга и конверсии природного газа. Процессы и установки коксования и газификации твердого топлива.

4.2. Энергосбережение в высокотемпературной теплотехнологии: актуальность, направления реализации. Классификация, содержание и характеристики энергосберегающих мероприятий.

3.3. Темы практических занятий

1. Расчетный анализ целесообразности включения автономного подогревателя воздуха в состав теплотехнологической установки. Расчет плотности теплового потока через ограждение теплотехнологического реактора с нефилтруемыми и филтруемыми теплоизоляцией (задачи 26, 27, 28);

2. Особенности физического и вычислительного экспериментов в приложении к огневым стендам кафедры ЭВТ «НИУ «МЭИ». Практика составления материальных балансов по веществам, компонентам и химическим элементам;

3. Конструктивные схемы энергосберегающих установок и реакторов в высокотемпературной теплотехнологии;

4. Расчет материального баланса процесса обжига известняка (задача №1). Применение программных средств для решения систем уравнений материальных балансов;
5. Освоение методики физического эксперимента на огневом стенде – камерной печи. Расчет параметров процесса сжигания газообразного топлива при известном составе сухих продуктов горения (задача №3);
6. Освоение методики вычислительного эксперимента на огневом стенде – камерной печи. Освоение программного продукта;
7. Алгоритмы расчета процессов конверсии природного газа. Расчет материального баланса процесса паровой конверсии природного газа (задача №2);
8. Освоение методики физического эксперимента на огневом стенде – прямоточной печи;
9. Расчет удельного технологического теплопотребления процесса обжига известняка. Расчет удельных тепловых потерь теплопроводностью через ограждение теплотехнологического реактора (задачи 8, 9);
10. Алгоритмы расчета отдельных статей теплового баланса. Расчет зонального теплового баланса плавильной печи;
11. Вводное занятие. Контроль остаточных знаний. Варианты тепловых схем ВТУ.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Расчетное исследование влияния коэффициента расхода окислителя на параметры высокотемпературной установки – прямоточной печи;
2. Экспериментальное исследование влияния коэффициента расхода окислителя на параметры высокотемпературной установки – прямоточной печи;
3. Расчетное исследование зависимости показателей работы камерной печи от режимных и конструктивных параметров;
4. Экспериментальное исследование зависимости показателей работы камерной печи от режимных и конструктивных параметров.

3.5 Консультации

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:						
<input type="checkbox"/> основные источники научно-технической информации по материалам в области энерго- и ресурсосбережения	ИД-1ПК-2	+				Контрольная работа/Контрольная работа «Основные понятия теплопередачи, теории горения» (контроль остаточных знаний в начале изучения дисциплины). Контрольное мероприятие 1 (КМ-1)
<input type="checkbox"/> законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам	ИД-2ПК-2	+				Контрольная работа/Контрольная работа «Основные понятия теплопередачи, теории горения» (контроль остаточных знаний в начале изучения дисциплины). Контрольное мероприятие 1 (КМ-1)
<input type="checkbox"/> классификацию и области применения топливно-энергетических ресурсов, правовые, технические, экономические, экологические основы энергосбережения (ресурсосбережения)	ИД-1ПК-3			+		Контрольная работа/Контрольная работа «Физический и вычислительный эксперимент на камерной печи». Контрольное мероприятие 3 (КМ-3)
<input type="checkbox"/> основы безопасной и экологически эффективной эксплуатации топливопотребляющих установок	ИД-2ПК-4			+		Контрольная работа/Контрольная работа «Физический и вычислительный эксперимент на камерной печи». Контрольное мероприятие 3 (КМ-3)
<input type="checkbox"/> основные балансовые соотношения для анализа энергопотребления, основные критерии энергосбережения, типовые энергосберегающие мероприятия в энергетике и промышленности	ИД-1ПК-5			+		Контрольная работа/Контрольная работа «Физический и вычислительный эксперимент на камерной печи». Контрольное мероприятие 3 (КМ-3)
Уметь:						
<input type="checkbox"/> составлять и анализировать материальные балансы теплотехнологических процессов, тепловые и энергетические балансы теплотехнологических установок и их элементов.	ИД-1ПК-2		+			Реферат/Текущий контроль выполнения расчетных заданий (выполнение первого раздела). Контрольное мероприятие 2 (КМ-2)

<input type="checkbox"/> рассчитывать и анализировать процессы теплопереноса в элементах теплотехнологических установок	ИД-2ПК-2				+	Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет тепловых схем». Контрольное мероприятие 4 (КМ-4)
<input type="checkbox"/> оценивать потенциал энерго- и ресурсосбережения на объекте деятельности за счет проведения ресурсосберегающих мероприятий	ИД-1ПК-3				+	Контрольная работа/Контрольная работа «Физический и вычислительный эксперимент на прямоточной печи». Контрольное мероприятие 5 (КМ-5)
<input type="checkbox"/> оценивать экологическую, энергетическую и экономическую эффективность оборудования, технологических установок, производств	ИД-2ПК-4				+	Контрольная работа/Контрольная работа «Физический и вычислительный эксперимент на прямоточной печи». Контрольное мероприятие 5 (КМ-5)
<input type="checkbox"/> оценивать эффективность эксплуатации топливотребляющих установок на основе результатов энергоаудита	ИД-1ПК-5		+			Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет тепловых схем». Контрольное мероприятие 4 (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

7 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Основные понятия теплопередачи, теории горения» (контроль остаточных знаний в начале изучения дисциплины). Контрольное мероприятие 1 (КМ-1) (Контрольная работа)
2. Контрольная работа «Расчет тепловых схем». Контрольное мероприятие 4 (КМ-4) (Контрольная работа)
3. Контрольная работа «Физический и вычислительный эксперимент на камерной печи». Контрольное мероприятие 3 (КМ-3) (Контрольная работа)
4. Контрольная работа «Физический и вычислительный эксперимент на прямоточной печи». Контрольное мероприятие 5 (КМ-5) (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Текущий контроль выполнения расчетных заданий (выполнение первого раздела). Контрольное мероприятие 2 (КМ-2) (Реферат)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

Итоговая оценка по курсу выставляется согласно Положению о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки : Учебник для вузов по специальности "Промышленная теплоэнергетика" / Ред. А. Д. Ключников . – М. : Энергоатомиздат, 1989 . – 336 с.;
2. Данилов О. Л., Гаряев А. Б., Яковлев И. В., Клименко А. В.- "Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2010 - (424 с.)
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72344;](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72344)
3. Вакулко А.Г.- "Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017
[https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010952.html;](https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010952.html)
4. Ключников, А. Д. Теплообмен и тепловые режимы в промышленных печах : учебное пособие для теплоэнергетических и теплотехнических специальностей вузов / А. Д.

- Ключников, В. Н. Кузьмин, С. К. Попов . – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 175 с. - ISBN 5-283-00142-3 .;
5. Попов, С. К. Экспериментально-расчетное исследование теплотехнологических высокотемпературных процессов и установок : учебное пособие по курсу "Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / С. К. Попов, П. А. Стогов, И. А. Тугучева, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 60 с. - ISBN 978-5-383-00762-4 .
http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=3567;
6. Попов, С. К. Теплотехнические расчеты промышленных процессов и установок : учебное пособие по курсам "Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки", "Основы теплотехнологии энергоемких производств" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / С. К. Попов, П. А. Стогов, А. А. Валинеева, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . – 152 с. - ISBN 978-5-7046-2244-4 .
http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11170;
7. Попов, С. К. Решение задач высокотемпературной теплотехнологии в среде MathCAD : учебное пособие по курсам "Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки", "Источники энергии теплотехнологии" по направлению "Теплоэнергетика" / С. К. Попов, В. А. Ипполитов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 96 с. - ISBN 978-5-383-00411-1 .
http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=778;
8. Попов, С. К. Анализ тепловых схем теплотехнологических установок. Сборник расчетных заданий : учебно-методическое пособие по дисциплине "Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / С. К. Попов, П. А. Стогов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 68 с.
http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8719;
9. Попов, С. К. Теплотехнические расчеты туннельных печей : учебное пособие по курсу "Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки" по направлению "Теплоэнергетика" / С. К. Попов, П. А. Стогов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 76 с. + CD-ROM . - ISBN 978-5-383-00543-9 .
http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=1952;
10. Попов, С. К. Процессы и установки газификации топлива : учебное пособие по курсам "Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки", "Основы теплотехнологии энергоемких производств", "Теплотехнология переработки топлива" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / С. К. Попов, В. А. Ипполитов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 48 с. - ISBN 978-5-7046-1746-4 .
http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8643;
11. Попов, С. К. Моделирование высокотемпературных процессов и установок в среде Aspen Plus : учебное пособие по дисциплинам "Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки", "Основы теплотехнологии энергоемких производств", "Термохимическая переработка топлив" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / С. К. Попов, И. Н. Свистунов, В. А. Ипполитов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 56 с. - ISBN 978-5-7046-1801-0 .
http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8877;

12. Попов, С. К. Термохимическая рекуперация в высокотемпературной теплотехнологии : монография : [для вузов по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника", специалистов в области энергосбережения и высокотемпературной теплотехнологии, соискателей ученых степеней по специальности 05.14.04 "Промышленная теплоэнергетика"] / С. К. Попов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 103 с. - ISBN 978-5-7046-1903-1 .

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10116;

13. Повышение эффективности теплотехнологий при использовании природного газа и кислорода : монография / С. К. Попов, С. Н. Петин, И. Н. Свистунов, В. А. Ипполитов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 192 с. - Авторы указаны на обороте тит. л. - ISBN 978-5-7046-2053-2 .

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10440.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. SmathStudio.

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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
11. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.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	
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ш-205, Компьютерный класс	
Учебные аудитории для проведения	ЭВТ-1.3, Учебная лаборатория	

лабораторных занятий	высокотемпературных технологических реакторов	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ш-206, Лекционная аудитория	
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	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	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ш-107, Архив	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа «Основные понятия теплопередачи, теории горения» (контроль остаточных знаний в начале изучения дисциплины). Контрольное мероприятие 1 (КМ-1) (Контрольная работа)
- КМ-2 Текущий контроль выполнения расчетных заданий (выполнение первого раздела). Контрольное мероприятие 2 (КМ-2) (Реферат)
- КМ-3 Контрольная работа «Физический и вычислительный эксперимент на камерной печи». Контрольное мероприятие 3 (КМ-3) (Контрольная работа)
- КМ-4 Контрольная работа «Расчет тепловых схем». Контрольное мероприятие 4 (КМ-4) (Контрольная работа)
- КМ-5 Контрольная работа «Физический и вычислительный эксперимент на прямоточной печи». Контрольное мероприятие 5 (КМ-5) (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	9	11	13	15
1	Классификация процессов и установок. Материальные балансы процессов						
1.1	Термины и определения. Классификация высокотемпературных теплотехнологических процессов (ВТП) и установок (ВТУ). Структурная модель ВТУ		+				
1.2	Материальные балансы ВТП		+				
2	Тепловые балансы установок. Внешний теплообмен						
2.1	Тепловые балансы ВТУ			+		+	
2.2	Внешний теплообмен в теплотехнологическом реакторе (ТТР)			+			
3	Внутренний теплообмен. Организация топочного процесса						
3.1	Внутренний теплообмен в ТТР. Нагрев и плавление термически тонких тел, термомассивных тел				+		
3.2	Задачи организации топочного процесса в ТТР, обусловленные спецификой ВТП				+		
4	Термохимическая переработка топлива. Энергосбережение в высокотемпературной технологии						

4.1	Целенаправленная подготовка топлива как средство совершенствования энергетики теплотехнологических процессов. Процессы и установки крекинга и конверсии природного газа. Процессы и установки коксования и газификации твердого топлива.				+	+
4.2	Энергосбережение в высокотемпературной теплотехнологии: актуальность, направления реализации. Классификация, содержание и характеристики энергосберегающих мероприятий.				+	+
Вес КМ, %:		10	20	20	25	25