

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
ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И БЕЗОТХОДНЫЕ
СИСТЕМЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.12.01.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	2 семестр - 32 часа;
Практические занятия	2 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	2 семестр - 79,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Проверочная работа Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	2 семестр - 0,3 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Петин С.Н.
	Идентификатор	R6f0dee6c-PetinSN-eb3bc6a8

С.Н. Петин

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: Освоение методов анализа эффективности энерго- и ресурсосбережения в теплотехнологических комплексах и системах, а также в ознакомлении с подходами к созданию их перспективных моделей

Задачи дисциплины

- освоение основных характеристик теплотехнологических комплексов и систем производства в металлургии, химической промышленности и других отраслях промышленного производства;
- приобретение навыков совершенствования энерго- и ресурсоиспользования в действующих системах промышленного производства;
- получение навыков обоснования технических решений при разработке энергосберегающих элементов теплотехнологических систем.

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 осуществлять разработку, модернизацию объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с учетом критериев концепции устойчивого развития	ИД-1 _{ПК-2} Выполняет разработку конструкторских и технологических решений объектов теплоэнергетики и теплотехники	знать: - показатели оценки энергозатрат на производство продукции в теплотехнологических комплексах. уметь: - производить расчеты по определению энергосберегающих эффектов энерго- и ресурсосберегающих эффектов рекомендуемых энерго- и ресурсосберегающих мероприятий.
ПК-2 Способен осуществлять разработку, модернизацию объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с учетом критериев концепции устойчивого развития	ИД-2 _{ПК-2} Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению в энергетике и промышленности	знать: - направления повышения эффективности энергоиспользования в энергоемких отраслях промышленного производства. уметь: - производить расчеты по определению нормативных расходов энергетических ресурсов на производство теплотехнологической продукции.

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 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	Энергоснабжение теплотехнологических комплексов	26	2	8	-	4	-	-	-	-	-	14	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Энергоснабжение теплотехнологических комплексов"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Энергоснабжение теплотехнологических комплексов"</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Энергоснабжение теплотехнологических комплексов". 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], 3-36</p>
1.1	Схемы теплотехнологических комплексов	14		4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
1.2	Обобщенная схема энергоснабжения теплотехнологического комплекса	12		4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
2	Энергоемкость технологической продукции	36		8	-	12	-	-	-	-	-	-	16	
2.1	Методика расчета общей энергоемкости технологической продукции на примере	18	4	-	6	-	-	-	-	-	-	8	-	

	топливных технологических чисел												разделу "Энергоемкость технологической продукции". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 120-185
2.2	Энергоемкость технологической продукции	18	4	-	6	-	-	-	-	-	8	-	
3	Схемы энергоснабжения теплотехнологических комплексов и учет энергозатрат на реализацию энергоносителей	28	8	-	4	-	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Схемы энергоснабжения теплотехнологических комплексов и учет энергозатрат на реализацию энергоносителей" <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется расчет энергоемкости. Задание выполняется индивидуально по вариантам.
3.1	Схемы теплоснабжения и пароснабжения ТТК	14	4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
3.2	Схемы электроснабжения ТТК	14	4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Схемы энергоснабжения теплотехнологических комплексов и учет энергозатрат на реализацию энергоносителей и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Схемы энергоснабжения теплотехнологических комплексов и учет энергозатрат на реализацию энергоносителей" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Схемы энергоснабжения теплотехнологических комплексов и учет энергозатрат на реализацию энергоносителей"

															<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Схемы энергоснабжения теплотехнологических комплексов и учет энергозатрат на реализацию энергоносителей". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 65-123
4	Безотходные системы промышленных предприятий	36	8	-	12	-	-	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Безотходные системы промышленных предприятий"	
4.1	Безотходность коксового производства	18	4	-	6	-	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Безотходные системы промышленных предприятий"	
4.2	Газгольдерная схема утилизации теплоты отходящих конвертерных газов	18	4	-	6	-	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Безотходные системы промышленных предприятий" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Безотходные системы промышленных предприятий и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Безотходные системы промышленных предприятий". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения	

													аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции. <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется разработка схемы безотходной технологии. Для разработки безотходной технологии выполняются предварительные расчеты основных показателей, Задание выполняется индивидуально по вариантам. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 12-18
	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		

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. Энергоснабжение теплотехнологических комплексов

1.1. Схемы теплотехнологических комплексов

Теплотехнологические комплексы черной металлургии. Теплотехнологический комплекс цветной металлургии.

1.2. Обобщенная схема энергоснабжения теплотехнологического комплекса

Электроснабжение теплотехнологического комплекса. Пароснабжение теплотехнологического комплекса. Газоснабжение теплотехнологического комплекса. Теплоснабжение теплотехнологического комплекса. Электроснабжение теплотехнологического комплекса.

2. Энергоемкость технологической продукции

2.1. Методика расчета общей энергоемкости технологической продукции на примере топливных технологических чисел

Первичная энергия. Производная энергия. Скрытая энергия. Энергия вторичных ресурсов.

2.2. Энергоемкость технологической продукции

Затраты энергии для производства энергоносителей и схемы энергоснабжения промышленного предприятия. Затраты человеческого труда в энергетическом исчислении.

3. Схемы энергоснабжения теплотехнологических комплексов и учет энергозатрат на реализацию энергоносителей

3.1. Схемы теплоснабжения и пароснабжения ТТК

Схемы теплоснабжения. Схемы пароснабжения. Методики расчетов энергоемкости тепловой энергии.

3.2. Схемы электроснабжения ТТК

Схемы электроснабжения. Методики расчетов энергоемкости электрической энергии.

4. Безотходные системы промышленных предприятий

4.1. Безотходность коксового производства

Теплотехнологический комплекс производства кокса. Схема очистки коксового газа.

4.2. Газгольдерная схема утилизации теплоты отходящих конвертерных газов

Проблема утилизации конвертерных газов. Перспективные способы утилизации конвертерных газов.

3.3. Темы практических занятий

1. Определить энергоемкость холоднокатанного железного листа, производимого промышленным теплотехнологическим комплексом при использовании мартеновского способа производства стали,;
2. Определить энергоемкость холоднокатанного железного листа, производимого промышленным теплотехнологическим комплексом при использовании конвертерного способа производства стали;
3. Представить вариант снижения отходов при производстве кокса при использовании

- сухого способа тушения кокса, оценить возможное снижение энергоемкости;
4. Провести анализ отходов производства, приведенных к 1 т. получаемого холоднокатаного листа в рассматриваемых схемах, дать оценку по количеству производимых отходов по сравнению с получаемой продукцией;
 5. На основании сформированной «перспективной» схемы определить энергоемкость холоднокатаного железного листа;
 6. Сформировать «перспективную» схему промышленного теплотехнологического комплекса производства холоднокатаного железного листа;
 7. Представить вариант снижения отходов при производстве конвертерной стали при утилизации конвертерных газов, оценить снижение энергоемкости.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Энергоснабжение теплотехнологических комплексов"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Энергоемкость технологической продукции"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Схемы энергоснабжения теплотехнологических комплексов и учет энергозатрат на реализацию энергоносителей"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Безотходные системы промышленных предприятий"

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:						
показатели оценки энергозатрат на производство продукции в теплотехнологических комплексах	ИД-1 _{ПК-2}	+				Тестирование/Энергоснабжение теплотехнологических комплексов
направления повышения эффективности энергоиспользования в энергоемких отраслях промышленного производства	ИД-2 _{ПК-2}			+		Тестирование/Схемы энергоснабжения теплотехнологических комплексов и учет энергозатрат на реализацию энергоносителей
Уметь:						
производить расчеты по определению энергосберегающих эффектов энерго- и ресурсосберегающих эффектов рекомендуемых энерго- и ресурсосберегающих мероприятий	ИД-1 _{ПК-2}		+			Проверочная работа/Энергоемкость технологической продукции
производить расчеты по определению нормативных расходов энергетических ресурсов на производство теплотехнологической продукции	ИД-2 _{ПК-2}				+	Расчетно-графическая работа/Расчетное задание с разработкой безотходных систем промышленных предприятий

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Схемы энергоснабжения теплотехнологических комплексов и учет энергозатрат на реализацию энергоносителей (Тестирование)
2. Энергоемкость технологической продукции (Проверочная работа)
3. Энергоснабжение теплотехнологических комплексов (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчетное задание с разработкой безотходных систем промышленных предприятий (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №2)

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

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. Морозов, И. П. Расчет тепловых схем установок при переработке сульфидных концентратов : учебно-методическое пособие по курсу "Теплотехнологические комплексы и безотходные системы" по направлению "Теплоэнергетика" / И. П. Морозов, В. Н. Кузьмин, А. В. Бурмакина, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 44 с. <http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=8203>;
2. А. А. Фаюстов- "Утилизация промышленных отходов и ресурсосбережение: основы, концепции, методы", Издательство: "Инфра-Инженерия", Москва, Вологда, 2019 - (273 с.) <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564853>;
3. Лисиенко, В. Г. Вращающиеся печи: теплотехника, управление и экология. В 2 кн. Кн.1. : справочное издание / В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгичев . – М. : Теплотехник, 2004 . – 688 с. - ISBN 5-9845701-7-3 .;
4. Лисиенко, В. Г. Альтернативная металлургия: проблемы легирования, модельные оценки эффективности / В. Г. Лисиенко, Н. В. Соловьева, О. Г. Трофимова ; Ред. А. М. Прохоров . – М. : Теплотехник, 2007 . – 440 с. - ISBN 5-9845704-1-6 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

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

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. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
7. 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	Ш-206, Лекционная аудитория	
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ш-205, Компьютерный класс	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ш-205, Компьютерный класс	
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, 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

Теплотехнологические комплексы и безотходные системы

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Энергоснабжение теплотехнологических комплексов (Тестирование)
- КМ-2 Энергоемкость технологической продукции (Проверочная работа)
- КМ-3 Схемы энергоснабжения теплотехнологических комплексов и учет энергозатрат на реализацию энергоносителей (Тестирование)
- КМ-4 Расчетное задание с разработкой безотходных систем промышленных предприятий (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	5	10	15	16
1	Энергоснабжение теплотехнологических комплексов					
1.1	Схемы теплотехнологических комплексов		+			
1.2	Обобщенная схема энергоснабжения теплотехнологического комплекса		+			
2	Энергоемкость технологической продукции					
2.1	Методика расчета общей энергоемкости технологической продукции на примере топливных технологических чисел			+		
2.2	Энергоемкость технологической продукции			+		
3	Схемы энергоснабжения теплотехнологических комплексов и учет энергозатрат на реализацию энергоносителей					
3.1	Схемы теплоснабжения и пароснабжения ТТК				+	
3.2	Схемы электроснабжения ТТК				+	
4	Безотходные системы промышленных предприятий					
4.1	Безотходность коксового производства					+
4.2	Газгольдерная схема утилизации теплоты отходящих конвертерных газов					+
Вес КМ, %:			20	20	20	40