

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: Промышленная теплоэнергетика

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ЭНЕРГОБАЛАНСЫ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.09.03
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	6 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	6 семестр - 85,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Проверочная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	6 семестр - 0,5 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хромченков В.Г.
	Идентификатор	Ra9b8b8c8-KhromchenkovVG-58c02f

(подпись)

В.Г. Хромченков

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шелгинский А.Я.
	Идентификатор	Rf4e216f4-ShelginskyAY-88390edf

(подпись)

А.Я.

Шелгинский

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Яворовский Ю.В.
	Идентификатор	R7e35b260-YavorovskyYV-dabb149

(подпись)

Ю.В.

Яворовский

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение структуры и принципов построения теплоэнергетической системы промышленного предприятия, закономерностей и характерных особенностей ее функционирования, а также составление и анализ энергетических и эксергетических балансов различного назначения и вида, с целью качественной и количественной оценки состояния энергетического хозяйства и энергоиспользования.

Задачи дисциплины

- познакомиться с принципами построения теплоэнергетической системы промышленного предприятия, ее особенностями, проблемами и способами их решения;
- дать информацию о способах и видах сбора необходимой информации для составления энергобалансов;;
- научить анализировать полученные результаты составления энергобалансов для оценки фактического состояния энергоиспользования на предприятии;
- рассмотреть классификацию энергетических балансов, принципы и особенности их составления.

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-3 Способен участвовать в эксплуатации промышленных и коммунальных теплоэнергетических систем и комплексов	ИД-1 _{ПК-3} обеспечивает контроль соблюдения норм расхода всех видов энергоресурсов	знать: - методики совершенствования технологии производства;; - типовые методики проведения расчетов и проектирования элементов оборудования и объектов деятельности (систем) в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации;; - информационные технологии, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области.. уметь: - разрабатывать мероприятия по совершенствованию производства.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Промышленная теплоэнергетика (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 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	Теплоэнергетическая система (ТЭС) промышленного предприятия (ПП) и ее характеристика	14	6	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплоэнергетическая система (ТЭС) промышленного предприятия (ПП) и ее характеристика"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п.1-2 [2], п.1-2 [3], п. 1-2</p>	
1.1	Общая характеристика теплоэнергетической и энерготехнологической систем (ТЭС и ЭТС) промышленных предприятий (ПП).	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-		
2	Внутренние энергоресурсы и их использование в системах теплоэнергоснабжения ПП	20		6	-	6	-	-	-	-	-	8	-		<p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Внутренние энергоресурсы и их использование в системах теплоэнергоснабжения ПП"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], п.4-8</p>
2.1	Внутренние энергоресурсы и их использование в системах теплоэнергоснабжения ПП	20		6	-	6	-	-	-	-	-	8	-		
3	ТЭС ПП металлургического	38		10	-	8	-	-	-	-	-	20	-	<p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и</p>	

	комбината с полным технологическим циклом. Энергобалансы												подготовка к защите лаб. работы <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "ТЭС
3.1	ТЭС ПП металлургического комбината с полным технологическим циклом. Энергобалансы	38	10	-	8	-	-	-	-	-	20	-	ПП металлургического комбината с полным технологическим циклом. Энергобалансы" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], п.3
4	Горючие и тепловые ВЭР. Методы сведения балансов.	36	8	-	10	-	-	-	-	-	18	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы
4.1	Горючие и тепловые ВЭР. Методы сведения балансов	36	8	-	10	-	-	-	-	-	18	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Горючие и тепловые ВЭР. Методы сведения балансов."
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	28	-	28	-	2	-	-	0.5	52	33.5	
	Итого за семестр	144.0	28	-	28		2		-	0.5		85.5	

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. Теплоэнергетическая система (ТЭС) промышленного предприятия (ПП) и ее характеристика

1.1. Общая характеристика теплоэнергетической и энерготехнологической систем (ТЭС и ЭТС) промышленных предприятий (ПП).

Общая характеристика теплоэнергетической и энерготехнологической систем (ТЭС и ЭТС) промышленных предприятий (ПП). Значение ТЭС ПП для эффективного использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), их классификация. Рациональное построение ТЭС ПП, как один из путей экономии энергоресурсов..

2. Внутренние энергоресурсы и их использование в системах теплоэнергоснабжения ПП

2.1. Внутренние энергоресурсы и их использование в системах теплоэнергоснабжения ПП

Понятие внутренних энергетических ресурсов (ВЭР) ПП. Особенности использования ВЭР, их энергетический потенциал. Горючие и тепловые внутренние энергоресурсы. Определение экономии топлива при использовании тепловых ВЭР. Экономическая эффективность использования ВЭР..

3. ТЭС ПП металлургического комбината с полным технологическим циклом. Энергобалансы

3.1. ТЭС ПП металлургического комбината с полным технологическим циклом. Энергобалансы

Структура теплоэнергетической и энерготехнологической систем комбината. Энергетические характеристики основных производств (коксохимическое, агломерационное, доменное, сталеплавильное, прокатное). Принципы составления теплового баланса. Структура теплового баланса предприятий, его виды. Тепловой баланс потребителей теплоты. Паровой и конденсатный балансы предприятия. Тепловой баланс предприятия с собственной котельной. Расходы теплоты на технологические нужды, отопление, вентиляцию и систему горячего водоснабжения. Удельные нормы теплоты на выработку отдельных видов продукции, влияние основных факторов. Топливо-энергетический и материальный балансы отдельных производств металлургического комбината с полным технологическим циклом и комбината в целом. Основные понятия эксергетического анализа..

4. Горючие и тепловые ВЭР. Методы сведения балансов.

4.1. Горючие и тепловые ВЭР. Методы сведения балансов

Особенности использования горючих ВЭР. Методы сведения балансов горючих ВЭР и снижения их потерь. Буферные потребители горючих ВЭР. Методы использования периодических выходов горючих газов. Конструкция и особенности работы аккумуляторов газа (газгольдеров). Схемы использования периодических выходов горючих газов с применением аккумуляторов теплоты. Причины возникновения дебалансов пара. Методы сведения балансов производственного пара. Использование заводской ТЭЦ в качестве звена, замыкающего баланс производственного пара по заводу. Аккумуляторы пара. Выравнивание паропроизводительности утилизационных установок за счет использования подтопки с рециркуляцией газов. Пиковые паровые котлы. Использование избытков пара утилизационных установок, в том числе для выработки электроэнергии. Низкопотенциальные ВЭР, определение и классификация. Повышение давления пара в

турбокомпрессорах. Сезонное использование физической теплоты газов с низкой температурой. Схемы использования теплоты охлаждения конструктивных элементов технологических агрегатов. Использование низкопотенциальных ВЭР в вентиляционных схемах промышленных предприятий. Утилизационные установки (УУ) в энергосистеме промышленного предприятия. Общая характеристика УУ. Оптимальное распределение горючих ВЭР. Использование избыточного давления газов и жидкостей. Утилизационные установки, использующие ВЭР в виде физической теплоты газов, горячей продукции, охлаждения элементов конструкций агрегатов и т.д. Выбор параметров пара утилизационных установок. Схемы установки котла-утилизатора в газовом тракте технологического агрегата. Комплексное использование горючих и тепловых ВЭР, а также избыточного давления газа на примере доменного производства. Схемы применения газовых утилизационных бескомпрессорных турбин и их особенности. Использование теплоты доменного газа, уходящих газов доменных воздухоподогревателей, пара системы испарительного охлаждения и тепла доменного шлака..

3.3. Темы практических занятий

1. 1.ТЭС ПП на примере металлургического комбината с полным технологическим циклом (2 часа).;
2. 2.Расчеты по определению выхода тепловых и горючих ВЭР и их энергетического потенциала (2 часа).;
3. 3.Определение экономии топлива, при использования горючих ВЭР. Расчет степени сухости и энтальпии влажного пара, получаемого на утилизационных установках с использованием балансовых уравнений (1 час).
4. 4.Топливный баланс реального металлургического комбината. Пути экономии ТЭР (1 час).;
4. 5.Реальные графики выхода и потребления энергоресурсов и их учет (1 час).
6. 6.Методы определения величины выхода горючих и тепловых ВЭР (1 час).;
5. 7.Энергетическая эффективность использования ВЭР. (1 час).
8. 8.Особенности определения экономии топлива, при использовании горючих ВЭР (1 час).;
6. 9.Определение экономии топлива, при использовании тепловых ВЭР для случаев наличия на заводе котельных и ТЭЦ (2 часа).;
7. 10.Расчеты параметров пара утилизационных установок. Выбор оптимальных параметров пара при утилизации тепловых ВЭР (2 часа).;
8. 11.Расчет смешивающего подогревателя доменного газа перед газовой утилизационной бескомпрессорной турбиной (2 часа).;
9. 12.Расчет параметров доменного газа за газовой утилизационной бескомпрессорной турбиной и ее мощности при расширении насыщенного доменного газа (2 часа).;
10. 13.Расчет параметров доменного газа за газовой утилизационной бескомпрессорной турбиной и ее мощности при расширении влажного доменного газа при «сухой» его очистки (2 часа).;
11. 14.Тепловой расчет парового аккумулятора с определением аккумулирующей способности, его водяного и геометрического объема (2 часа).;
12. 15.Определение экономии топлива за счет повышения давления пара низких параметров в компрессорах (2 часа).;
13. 16.Расчет энергетической и эксергетической эффективности компремирования низкопотенциального пара (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

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:						
информационные технологии, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области.	ИД-1 _{ПК-3}			+		Проверочная работа/Контрольная работа №4. «Комплексное использование горючих и тепловых ВЭР»
типовые методики проведения расчетов и проектирования элементов оборудования и объектов деятельности (систем) в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации;	ИД-1 _{ПК-3}	+		+		Тестирование/Тест №1 Тема: «Теплоэнергетическая система промышленного предприятия и ее характеристика»
методики совершенствования технологии производства;	ИД-1 _{ПК-3}		+		+	Проверочная работа/Контрольная работа №3. «ТЭС ПП металлургического комбината с полным технологическим циклом» Проверочная работа/Контрольная работа №4. «Комплексное использование горючих и тепловых ВЭР» /Самостоятельная работа №2. «Внутренние энергоресурсы (ВЭР) и их использование в системах теплоэнергоснабжения ПП»
Уметь:						
разрабатывать мероприятия по совершенствованию производства	ИД-1 _{ПК-3}		+			Проверочная работа/Контрольная работа №4. «Комплексное использование горючих и тепловых ВЭР» /Самостоятельная работа №2. «Внутренние энергоресурсы (ВЭР) и их использование в системах теплоэнергоснабжения ПП»

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: Письменная работа

1. Контрольная работа №3. «ТЭС ПП металлургического комбината с полным технологическим циклом» (Проверочная работа)
2. Контрольная работа №4. «Комплексное использование горючих и тепловых ВЭР» (Проверочная работа)
3. Самостоятельная работа №2. «Внутренние энергоресурсы (ВЭР) и их использование в системах теплоэнергоснабжения ПП» ()
4. Тест №1 Тема: «Теплоэнергетическая система промышленного предприятия и ее характеристика» (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №6)

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. Сазанов, Б. В. Промышленные теплоэнергетические установки и системы : учебное пособие по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / Б. В. Сазанов, В. И. Ситас . – М. : Издательский дом МЭИ, 2014 . – 275 с. - ISBN 978-5-383-00900-0 .;
2. Сазанов, Б. В. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий : учебное пособие для вузов по специальности "Промышленная теплоэнергетика" / Б. В. Сазанов, В. И. Ситас . – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 304 с. - ISBN 5-283-00128-8 .;
3. Сазанов Б. В., Ситас В. И.- "Промышленные теплоэнергетические установки и системы", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2014 - (275 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72273.

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. Acrobat Reader.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. 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	3-207, Компьютерный класс каф. "ПТС"	стеллаж для хранения книг, стул, шкаф, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	3-207, Компьютерный класс каф. "ПТС"	стеллаж для хранения книг, стул, шкаф, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	3-207, Компьютерный класс каф. "ПТС"	стеллаж для хранения книг, стул, шкаф, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный
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	В-204, Кабинет сотрудников каф. "ПТС"	стеллаж, стол преподавателя, стол для оргтехники, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютер персональный, принтер, холодильник
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-206, Кабинет сотрудников каф. "ПТС"	стул, шкаф для документов, стол письменный, кондиционер, дипломные и курсовые работы студентов

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Теплоэнергетические системы и энергобалансы промышленных предприятий

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест №1 Тема: «Теплоэнергетическая система промышленного предприятия и ее характеристика» (Тестирование)
- КМ-2 Самостоятельная работа №2. «Внутренние энергоресурсы (ВЭР) и их использование в системах теплоэнергоснабжения ПП»
- КМ-3 Контрольная работа №3. «ТЭС ПП металлургического комбината с полным технологическим циклом» (Проверочная работа)
- КМ-4 Контрольная работа №4. «Комплексное использование горючих и тепловых ВЭР» (Проверочная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	10	12
1	Теплоэнергетическая система (ТЭС) промышленного предприятия (ПП) и ее характеристика					
1.1	Общая характеристика теплоэнергетической и энерготехнологической систем (ТЭС и ЭТС) промышленных предприятий (ПП).		+			
2	Внутренние энергоресурсы и их использование в системах теплоэнергоснабжения ПП					
2.1	Внутренние энергоресурсы и их использование в системах теплоэнергоснабжения ПП			+	+	+
3	ТЭС ПП металлургического комбината с полным технологическим циклом. Энергобалансы					
3.1	ТЭС ПП металлургического комбината с полным технологическим циклом. Энергобалансы		+			+
4	Горючие и тепловые ВЭР. Методы сведения балансов.					
4.1	Горючие и тепловые ВЭР. Методы сведения балансов			+	+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25