

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: Системы теплоэнергоснабжения городов

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ БАЛАНСЫ И СХЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДОВ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.09.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	7 семестр - 32 часа;
Практические занятия	7 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	7 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	7 семестр - 77,5 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	7 семестр - 0,5 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Жигулина Е.В.
	Идентификатор	R5fd1428e-ZhigulinaYV-837f6fea

Е.В. Жигулина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гашо Е.Г.
	Идентификатор	R913da1fa-GashoYG-eb0efe14

Е.Г. Гашо

Заведующий выпускающей
кафедрой

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

Ю.В.
Яворовский

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение структуры и принципов построения теплоэнергетической системы городов, 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 городов, 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;
- 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 систем теплоэнергоснабжения городов	ИД-1 _{ПК-3} Обеспечивает контроль соблюдения норм расхода всех видов энергоресурсов систем теплоэнергоснабжения	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 Системы теплоэнергоснабжения городов (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) города и ее характеристика	18	7	6	-	6	-	-	-	-	-	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) города 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) городов	18		6	-	6	-	-	-	-	-	6	-		
2	Внутренние энергоресурсы и их использование в системах теплоэнергоснабжения городов	22		6	-	8	-	-	-	-	-	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 городов"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п.4-8</p>
2.1	Внутренние энергоресурсы и их использование в системах теплоэнергоснабжения городов	22		6	-	8	-	-	-	-	-	8	-		
3	ТЭС ПП металлургического комбината с полным	32		10	-	8	-	-	-	-	-	14	-	<p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p>	

	технологическим циклом. Энергобалансы												<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "ТЭС ПП металлургического комбината с полным технологическим циклом. Энергобалансы"
3.1	ТЭС ПП металлургического комбината с полным технологическим циклом. Энергобалансы	32	10	-	8	-	-	-	-	-	14	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п.3
4	Горючие и тепловые ВЭР. Методы сведения балансов.	36	10	-	10	-	-	-	-	-	16	-	<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	10	-	10	-	-	-	-	-	16	-	<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	32	-	32	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	-	32		2		-	0.5		77.5	

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. Теплоэнергетическая система (ТЭС) города и ее характеристика

1.1. Общая характеристика теплоэнергетической и энерготехнологической систем (ТЭС и ЭТС) городов

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

2. Внутренние энергоресурсы и их использование в системах теплоэнергоснабжения городов

2.1. Внутренние энергоресурсы и их использование в системах теплоэнергоснабжения городов

Понятие внутренних энергетических ресурсов (ВЭР) городов. 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. 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

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Теплоэнергетическая система (ТЭС) города и ее характеристика"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Внутренние энергоресурсы и их использование в системах теплоэнергоснабжения городов"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "ТЭС ПП металлургического комбината с полным технологическим циклом. Энергобалансы"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Горючие и тепловые ВЭР. Методы сведения балансов."

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-1пк-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-1пк-3	+		+		Тестирование/Тест №1 Тема: «Теплоэнергетическая система промышленного предприятия и ее характеристика»
методики совершенствования технологии производства;	ИД-1пк-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» Тестирование/Самостоятельная работа №2. «Внутренние энергоресурсы (ВЭР) и их использование в системах теплоэнергоснабжения ПП»
Уметь:						
разрабатывать мероприятия по совершенствованию производства	ИД-1пк-3			+		Проверочная работа/Контрольная работа №4. «Комплексное использование горючих и тепловых ВЭР» Тестирование/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

7 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» (Тестирование)
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 №7)

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 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. 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 .;
2. 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 .;
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. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
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	З-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	З-207, Компьютерный класс каф. "ПТС"	стеллаж для хранения книг, стул, шкаф, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	З-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

Энергетические балансы и схемы теплоснабжения городов

(название дисциплины)

7 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» (Тестирование)
- 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	12	16
1	Теплоэнергетическая система (ТЭС) города и ее характеристика					
1.1	Общая характеристика теплоэнергетической и энерготехнологической систем (ТЭС и ЭТС) городов		+			
2	Внутренние энергоресурсы и их использование в системах теплоэнергоснабжения городов					
2.1	Внутренние энергоресурсы и их использование в системах теплоэнергоснабжения городов			+	+	+
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