

**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**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.09.04
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	7 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	7 семестр - 32 часа;
<b>Практические занятия</b>	7 семестр - 32 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	7 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	7 семестр - 77,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Тестирование Проверочная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	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 <sub>ПК-3</sub> Обеспечивает контроль соблюдения норм расхода всех видов энергоресурсов систем теплоэнергоснабжения	знать: - информационные технологии, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области.; - 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;.  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><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплоэнергетическая система (ТЭС) города и ее характеристика"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Внутренние энергоресурсы и их использование в системах теплоэнергоснабжения городов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p>	

	технологическим циклом. Энергобалансы												<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "ТЭС ПП металлургического комбината с полным технологическим циклом. Энергобалансы" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], п.3
3.1	ТЭС ПП металлургического комбината с полным технологическим циклом. Энергобалансы	32	10	-	8	-	-	-	-	-	14	-	
4	Горючие и тепловые ВЭР. Методы сведения балансов.	36	10	-	10	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы
4.1	Горючие и тепловые ВЭР. Методы сведения балансов	36	10	-	10	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Горючие и тепловые ВЭР. Методы сведения балансов."
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>44</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>77.5</b>			

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