

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра электро- и теплоэнергетики

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

### **ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.Б.24 Источники и системы теплоснабжения предприятий»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

*13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника*  
(код и наименование направления подготовки)

*Энергообеспечение предприятий*  
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Заочная*

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.24 Источники и системы теплоснабжения предприятий» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра электро- и теплоэнергетики

наименование кафедры

протокол № 4 от "22" 02 2024г.

Заведующий кафедрой

Кафедра электро- и теплоэнергетики

наименование кафедры

подпись

В.Ю. Соколов

расшифровка подписи

Исполнители:

Доцент

должность

подпись

С.В. Горячев

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству института

личная подпись

С.А. Сильвашко

расшифровка подписи

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Горячев С.В., 2024

© ОГУ, 2024

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### Цель (цели) освоения дисциплины:

Получить необходимые теоретические и практические знания, позволяющие выработать умение проектировать, исследовать и осуществлять эксплуатацию как источников, так и систем теплоснабжения предприятий, обеспечивая при этом надежность и экономичность работы систем, ознакомить будущих специалистов с методами расчёта потребления тепла потребителями, с физическими основами тепловых и гидравлических процессов в системах теплоснабжения, анализа систем теплоснабжения, схем котельных и повышения эффективности их работы.

### Задачи:

Задачи изучения дисциплины состоят в выборе умений и навыков, позволяющих обоснованно выбрать:

- методы определения потребности предприятий в теплоте;
  - методы расчета потерь;
  - принципы построения и регулирования систем теплоснабжения и транспорта теплоносителя;
  - схемы, состав оборудования и режим работы современных и перспективных парогенерирующих станций промышленных предприятий;
  - способы эффективного использования вторичных энергетических ресурсов промышленных предприятий для выработки пара и горячей воды;
  - технические расчеты теплоэнергетического оборудования, используя современные математические методы моделирования и пакеты прикладных программ для ПЭВМ;
- методы расчета затрат топливно-энергетических и материальных ресурсов в источниках производства тепла.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.20 Гидрогазодинамика, Б1.Д.Б.21 Теоретические основы теплотехники, Б1.Д.Б.22 Основы трансформации теплоты, Б2.П.Б.У.1 Ознакомительная практика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.23 Надежность систем энергообеспечения предприятий, Б1.Д.В.9 Малоотходные технологии в энергетике*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-4-В-1 Демонстрирует понимание основных законов движения жидкостей и газов ОПК-4-В-2 Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и схем ОПК-4-В-3 Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем	<b>Знать:</b> основные законы движения жидкости и газа, теплофизические свойства рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем, основные законы термодинамики и термодинамических соотношений; фрагментарные

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	<p>ОПК-4-В-4 Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений</p> <p>ОПК-4-В-5 Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей</p> <p>ОПК-4-В-6 Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы</p> <p>ОПК-4-В-7 Применяет знания основ теплообмена в теплотехнических установках</p>	<p>знания для проведения расчетов по типовым методикам, по методикам проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием; нормативную базу, используемую при проектировании систем теплоснабжения предприятий; методы регулирования отпуска теплоты в системах централизованного и децентрализованного теплоснабжения; методы гидравлического, теплового и конструкторско-прочностного расчёта оборудования систем теплоснабжения; методы повышения эффективности систем теплоснабжения и режимов их эксплуатации</p> <p><b>Уметь:</b> применять основы термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей, основы газодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем, основы теплообмена в теплотехнических установках, обосновывать выбор оптимальных технических решений по типу, составу оборудования и режимам эксплуатации источника теплоснабжения для проектируемой системы теплоснабжения; обосновывать выбор основных технических решений по структуре, виду прокладки, диаметрам трубопроводов и характеристикам</p>

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		<p>теплоизоляционной конструкции тепловых сетей, компенсации температурных удлинений, типам и местам установки опор; обосновывать выбор оптимального количества индивидуальных, центральных и групповых тепловых пунктов (ИТП, ЦТП и ГТП) и состава их оборудования в зависимости от типа системы и радиуса теплоснабжения; обосновывать выбор метода регулирования отпуска теплоты и уровня автоматизации системы теплоснабжения; обосновывать выбор оптимальных условий эксплуатации теплопотребляющих систем предприятия при их подключении к тепловым сетям проектируемой системы теплоснабжения; проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием</p> <p><b><u>Владеть:</u></b>  специальной терминологией и условными обозначениями на тепловых схемах источников теплоснабжения, тепловых сетей и теплопотребляющих систем; суммой знаний по нормативной базе проектирования систем теплоснабжения и условиям применения нормативных требований; основными схемными решениями, составом и техническими характеристиками</p>

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		<p>основного и вспомогательного оборудования систем теплоснабжения; нормативными методами теплового, гидравлического, конструктивно-прочностного расчёта, а также регулирования отпуски теплоты при обосновании принимаемых технических решений на всех этапах проектирования системы теплоснабжения (источник теплоснабжения, тепловые сети и насосные подстанции, ИТП, ЦТП, ГТП, теплопотребляющие системы) с использованием стандартных средств автоматизации проектирования.</p>
<p>ОПК-5 Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок</p>	<p>ОПК-5-В-2 Применяет знание по конструкционным материалам в расчетах систем энергообеспечения при изменении тепловых нагрузок</p>	<p><b><u>Знать:</u></b> свойства конструкционных материалов; типовые методики теплотехнических расчетов с учетом динамических и тепловых нагрузок, стандартные средства и системы автоматизации при проектировании технологических энергосистем предприятий</p> <p><b><u>Уметь:</u></b> выполнять теплотехнические расчеты зданий, сооружений и трубопроводов, проводить гидравлические и тепловые расчеты применительно к теплотехническому оборудованию и системам транспорта</p>

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		<p>энергоносителей по типовым методикам с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации, с учетом динамических и тепловых нагрузок</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>знаниями свойств конструкционных материалов; навыками и методами теплотехнических расчетов с учетом динамических и тепловых нагрузок, работы с нормативными и правовыми документами в области теплоэнергетики и теплотехники.</p>

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>144</b>	<b>108</b>	<b>252</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>13</b>	<b>15,5</b>	<b>28,5</b>
Лекции (Л)	6	6	12
Практические занятия (ПЗ)		4	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	4	8
Консультации	1	1	2
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1,5		1,5
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5	1
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>131</b>	<b>92,5</b>	<b>223,5</b>
- выполнение курсового проекта (КП);	+		
- выполнение контрольной работы (КонтрР);		+	
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);			
- изучение разделов курса в системе электронного обучения;			

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
- подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям.			
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Системы теплоснабжения предприятий.	20	1			19
2	Сезонная и круглогодичная нагрузка теплопотребителей	30	1		1	28
3	Расчет годового теплопотребления и расхода топлива	22	1		1	20
4	Гидравлический и тепловой расчет тепловых сетей	26	1		1	24
5	Расчет на прочность трубопроводов тепловых сетей	18	1			17
6	Расчет гидравлического режима водяных тепловых сетей	28	1		1	26
	Итого:	144	6		4	134

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
7	Оборудование и режим эксплуатации тепловых подстанций промышленных предприятий.	18	1	1	2	14
8	Паровые, водогрейные и пароводогрейные котельные промышленных предприятий	18	1	1		16
9	Промышленные теплоэлектроцентрали (ТЭЦ)	24	1	1		22
10	Режимы регулирования отпуска теплоты в системах централизованного теплоснабжения	22	1	1	2	18
11	Топливоподача и золошлакоудаление. Водоподготовка	15	1			14
12	Использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) промышленных предприятий в системах централизованного теплоснабжения.	11	1			10
	Итого:	108	6	4	4	94
	Всего:	252	12	4	8	228



## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### **Раздел 1. Введение. Системы теплоснабжения предприятий**

Предмет и содержание курса. Назначение и область применения источников и систем теплоснабжения предприятий. Современное состояние и перспективы развития теплоэнергетики в России и за рубежом. Задачи совершенствования систем теплоснабжения. Паровые системы теплоснабжения, их схемы, состав оборудования, режимы работы, методы обеспечения надежности пароснабжения. Водяные системы теплоснабжения промышленных предприятий. Двухтрубные закрытые и открытые водяные системы: их схемы, области применения. Многотрубные водяные системы промышленных предприятий. Водяные системы с однострубно-транзитной и двухтрубно-распределительной сетью. Особенности присоединения промышленных потребителей к тепловой сети. Техничко-экономическое сопоставление систем теплоснабжения. Схемы присоединения местных систем теплоснабжения к тепловой сети.

### **Раздел 2. Сезонная и круглогодичная нагрузка теплопотребителей**

Классификация тепловых нагрузок. Сезонные и круглогодичные нагрузки. Методика расчета потерь теплоты зданиями. Тепловые нагрузки предприятий. Технологическое потребление пара и горячей воды. Горячее водоснабжение; его назначение, требуемые параметры. Отопление промышленных зданий. Определение расчетного расхода теплоты на отопление. Графики теплопотребления. Вентиляция. Области применения вентиляции, методы подготовки и обработки влажного воздуха. Кондиционирование. Назначение, области применения. Режимы работы и методы регулирования промышленных систем кондиционирования воздуха. Тепловая завеса.

### **Раздел 3. Расчет годового теплопотребления и расхода топлива**

Годовое теплопотребление на отопление и вентиляцию. Годовой отпуск теплоты на горячее водоснабжение. Годовой отпуск теплоты с промышленным паром. Годовой расход натурального топлива источником.

### **Раздел 4. Гидравлический и тепловой расчет тепловых сетей**

Задачи гидравлического расчета. Методика гидравлического расчета транзитных и разветвленных паропроводов, водяных тепловых сетей и конденсатопроводов. Методы и алгоритмы гидравлического расчета с использованием ЭВМ. Тепловой расчет магистральной тепловой сети. Расчет мощности тепловых потерь теплопроводом. Расчет толщины тепловой изоляции.

### **Раздел 5. Расчет на прочность трубопроводов тепловых сетей**

Расчет напряжения растяжения, изгиба и кручения. Гидравлический удар в водяных тепловых сетях.

### **Раздел 6. Расчет гидравлического режима водяных тепловых сетей**

Гидравлическая устойчивость тепловой сети. Методика расчета гидравлического режима открытых и закрытых систем теплоснабжения. Расчет потокораспределения в сети, питаемой от нескольких источников.

### **Раздел 7. Оборудование и режим эксплуатации тепловых подстанций промышленных предприятий.**

Назначение, схемы и основное оборудование центральных тепловых подстанций и индивидуальных тепловых пунктов. Методика расчета и выбора основного оборудования тепловых подстанций. Связь тепловых подстанций с источниками и выбор оптимальных режимов их совместной работы.

### **Раздел 8. Паровые, водогрейные и пароводогрейные котельные промышленных предприятий**

Промышленные паровые и водогрейные котельные; их назначение, схемы основное и вспомогательное оборудование, область применения, режимы работы, расчет тепловой схемы, подбор основного и вспомогательного оборудования.

### **Раздел 9. Промышленные теплоэлектроцентрали (ТЭЦ)**

Назначение, схемы, состав оборудования, параметры и области применения паротурбинных электростанций. Эффективность конденсационного и теплофикационного циклов. Расчет тепловой схемы, подбор основного и вспомогательного оборудования. Методы определения экономии топлива от комбинированной выработки на ТЭЦ электроэнергии и теплоты.

## **Раздел 10. Режимы регулирования отпуска теплоты в системах централизованного теплоснабжения**

Назначение и структура системы регулирования. Возможные методы регулирования тепловой нагрузки в системах централизованного теплоснабжения; их сопоставление.

## **Раздел 11. Топливоподача и золошлакоудаление. Водоподготовка**

Скважины природного газа, добыча, транспортировка и очистка природного газа, газокompресорная перекачивающая станция, схема ГРС, ГРП (ГРУ), разводка газопровода по котлу, топливоподача жидкого топлива. Основные свойства твердого топлива. Схема мазутного хозяйства. Золошлакоудаление и золоочистка. Защита окружающей среды. Обработка воды для приведения её качества в соответствие с требованиями технологических потребителей. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Этапы водоподготовки.

## **Раздел 12. Использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) промышленных предприятий в системах централизованного теплоснабжения**

Основные виды ВЭР промышленных предприятий: их техническая и количественная характеристика. Техничко-экономическая целесообразность использования ВЭР для производства пара и горячей воды в теплоутилизационных установках. Виды, параметры и графики выхода ВЭР, используемых для выработки пара и горячей воды в утилизационных

### **4.3 Лабораторные работы**

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Расчет тепловой мощности системы отопления	1
2	3	Построение годовых графиков тепловой нагрузки	1
3	3	Построение процессов СКВ на I-d диаграмме	1
4	4	Регулирование тепловой нагрузки	1
5	7	Построение пьезометрического графика давления двухтрубной тепловой сети закрытой системы теплоснабжения	1
6	7	Расчет П-образного компенсатора	1
7	10	Расчет тепловых потерь трубопроводами при бесканальной прокладке	1
8	10	Расчет теплотерь транзитного участка изолированного теплопровода	1
		Итого:	8

### **4.4 Практические занятия (семинары)**

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	7	Исследование работы индивидуального теплового пункта	1
2	8	Расчет годового отпуска теплоты	1
3	9	Рассмотрение построения тепловых схем и принципа работы теплоэнергетических установок	1
4	10	Определение суммарной мощности теплоэнергетической установки	1
		Итого:	4

## 4.5 Курсовой проект (6 семестр)

Студентами выполняется курсовой проект на тему: «Проектирование систем теплоснабжения промышленных и коммунально-бытовых предприятий».

## 4.6 Контрольная работа (7 семестр)

Примерные темы (задания) контрольной работы:

1. Гидравлический режим системы теплоснабжения
2. Гидравлический расчет системы теплоснабжения
3. Тепловой расчет системы теплоснабжения
4. Расчет аккумулятора горячей воды

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник. - М.: Издательство МЭИ, 2006. 472 с.

### 5.2 Дополнительная литература

1. Каменев П. Н. Вентиляция [Текст]: учебник для вузов / П. Н. Каменев, Е. И. Тертичник. - М. : Ас-соц. строит. вузов, 2008. - 624 с.: ил. - Библиогр.: с. 608-610. - ISBN 978-5-93093-436-6.

### 5.3 Периодические издания

1. Известия РАН. Энергетика: журнал. - М.: Академиздатцентр "Наука" РАН, 2024.
2. Международный научный журнал "Альтернативная энергетика и экология": журнал. - Москва: Агентство "Роспечать", 2024.
3. Теплоэнергетика: журнал. - М.: Агентство "Роспечать", 2024.
4. Энергосбережение: журнал. - М.: Агентство "Роспечать", 2024.

### 5.4 Интернет-ресурсы

1. <http://www.trie.ru> –электронная энциклопедия энергетики;
2. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)- свободная энциклопедия;
3. <https://www.coursera.org/>- «Coursera»;
4. <https://openedu.ru/>- «Открытое образование»;
5. <https://universarium.org/>- «Универсариум»;
6. <https://www.edx.org/>- «EdX»;
7. <https://www.lektorium.tv/>- «Лекториум»;
8. <https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Системы автоматизированного проектирования аддитивных технологий»;
9. <https://www.coursera.org/learn/python>- «Coursera», MOOK: «Programming for Everybody (Getting Started with Python)»;
10. <https://universarium.org/catalog>- «Универсариум», Курсы, MOOK: «Общие вопросы философии науки»;

## **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий**

- Open Office
- Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - <http://aist.osu.ru>.
- <http://edu.garant.ru/garant/study/> - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов преподавателей
- Справочник электрика и энергетика. – Режим доступа: <http://www.elecab.ru/dvig.shtml>
- SCOPUS [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>, в локальной сети ОГУ.
- Источники и системы теплоснабжения предприятий [Электронный ресурс] : электронный курс в системе Moodle / С.В. Горячев, Оренб. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург : ОГУ, [2022].– Режим доступа: Электронные курсы ОГУ в системе обучения moodle. – <https://moodle.osu.ru/course/view.php?id=10473>

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория кафедры электро- и теплоэнергетики, оснащенная мультимедийным оборудованием с наглядными пособиями, динамическими иллюстрациями. Для выполнения лабораторных работ предназначены технологические схемы тепловых станций, стенды «Тепловая машина», стенды с образцами термометров, манометров и барометров, расходомер «Днепр 7», расходомер «Portaflow 220», тепловизоры «Флир», «Термовию».

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.