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
Очная

Год набора 2025

2211383

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 № 07 от "10" 03 2025 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра электро- и теплоэнергетики В.Ю. Соколов
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:

Доцент В.Ю. Соколов
должность *подпись* *расшифровка подписи*

Е.А.Шинкарева
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника В.Ю Соколов
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
С.А.Биктимирова
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
С.А. Сильвашко
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации 2211383

© Соколов В.Ю., 2025
Шинкарева Е.А.,2025
© ОГУ, 2025

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 ОПК-4-В-4 Демонстрирует понимание	**<u>Знать:</u>** основные законы движения жидкости и газа, теплофизические свойства рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем, основные законы термодинамики и термодинамических соотношений; фрагментарные знания для проведения расчетов по типо-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	основных законов термодинамики и термодинамических соотношений ОПК-4-В-5 Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей ОПК-4-В-6 Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы ОПК-4-В-7 Применяет знания основ тепломассообмена в теплотехнических установках	вым 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 **<u>Уметь:</u>** применять основы термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей, основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установков и систем, основы тепломассообмена 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 теплоизоляционной конструкции тепловых сетей, компенсации температурных удлинений, типам и местам установки опор;

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		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 **<u>Владеть:</u>** 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 основного и вспомогательного оборудования систем теплоснабжения; нормативными методами теплового, гидравлического,

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		конструктивно-прочностного расчёта, а также регулирования отпуска 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.
ОПК-5 Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок	ОПК-5-В-2 Применяет знание по конструкционным материалам в расчетах систем энергообеспечения при изменении тепловых нагрузок	**Знать:** свойства конструкционных материалов; типовые методики теплотехнических расчетов с учетом динамических и тепловых нагрузок, стандартные средства и системы автоматизации при проектировании технологических энергосистем предприятий **Уметь:** выполнять теплотехнические расчеты зданий, сооружений и трубопроводов, проводить гидравлические и тепловые расчеты применительно к теплотехническому оборудованию и системам транспорта энергоносителей по типовым методикам с использованием нормативной документации и современных методов

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		поиска и обработки информации, с учетом динамических и тепловых нагрузок **Владеть:** 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.

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
Общая трудоёмкость	**144**	**108**	**252**
Контактная работа:	**33**	**51,25**	**84,25**
Лекции (Л)	16	18	34
Практические занятия (ПЗ)	14	16	30
Лабораторные работы (ЛР)		16	16
Консультации	1	1	2
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1,5		1,5
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,25	0,75
Самостоятельная работа: *- выполнение курсового проекта (КП);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;*	**111** +	**56,75**	**167,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**экзамен**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение	8	2			6
2	Системы теплоснабжения предприятий.	28	2	4		22
3	Сезонная и круглогодовая нагрузка теплопотребителей	34	4	8		22
4	Расчет годового теплопотребления и расхода топлива	22	2	2		18
5	Гидравлический и тепловой расчет тепловых сетей	18	2			16
6	Расчет на прочность трубопроводов тепловых сетей	12	2			10
7	Расчет гидравлического режима водяных тепловых сетей	22	2			20
	Итого:	144	16	14		114

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
8	Оборудование и режим эксплуатации тепловых подстанций промышленных предприятий.	24	2	4	4	14
9	Паровые, водогрейные и пароводогрейные котельные промышленных предприятий	20	4	2	4	10
10	Промышленные теплоэлектроцентрали (ТЭЦ)	20	4	4	2	10
11	Режимы регулирования отпуска теплоты в системах централизованного теплоснабжения	20	2	2	6	10
12	Топливоподача и золошлакоудаление	6	2			4
13	Водоподготовка	6	2			4
14	Использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) промышленных предприятий в системах централизованного теплоснабжения.	12	2	4		6

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	Итого:	108	18	16	16	58
	Всего:	252	34	30	16	172

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение

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.

Раздел 2. Системы теплоснабжения предприятий

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 однотрубной транзитной и двухтрубной распределительной сетью. Особенности присоединения промышленных потребителей к тепловой сети. Технико-экономическое сопоставление систем теплоснабжения. Схемы присоединения местных систем теплоснабжения к тепловой сети.

Раздел 3. Сезонная и круглогодовая нагрузка теплопотребителей

Классификация тепловых нагрузок. Сезонные и круглогодовые 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 4. 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 5. 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 6. Расчет на прочность трубопроводов тепловых сетей

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

Раздел 7. 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 8. 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 9. 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 10. 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 11. 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 12. Топливоподача и золошлакоудаление

Скважины природного газа, добыча, транспортировка и очистка природного газа, газокомпрессорная 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.

Раздел 13. Водоподготовка

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 14. Использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) промышленных предприятий в системах централизованного теплоснабжения

Основные виды ВЭР промышленных предприятий: их техническая и количественная характеристика. Технико-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 установках.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	8	Расчет тепловой мощности системы отопления	2
2	8	Построение годовых графиков тепловой нагрузки	2
3	9	Построение процессов СКВ на I-d диаграмме	2
4	9	Построение пьезометрического графика давления двухтрубной тепловой сети закрытой системы теплоснабжения	1
4	9	Построение пьезометрического графика давления двухтрубной тепловой сети открытой системы теплоснабжения	1
5	11	Регулирование тепловой нагрузки	2
6	11	Расчет П-образного компенсатора	2
7	11	Расчет тепловых потерь трубопроводами при бесканальной	1

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
		прокладке	
7	11	Расчет теплопотерь транзитного участка изолированного теплопровода	1
8	11	Определение недоподачи тепловой энергии	2
		Итого:	16

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Исследование работы индивидуального теплового пункта	4
2	3	Расчет воздушной завесы	2
3	3	Расчет годового отпуска теплоты	2
4	3	Изучение адиабатического процесса обработки воздуха водой в камере орошения	2
5	3	Изучение параметров состояния влажного воздуха	2
6	4	Построение характеристик сети и вентилятора	2
7	8	Рассмотрение построения тепловых схем и принципа работы теплоэнергетических установок	4
8	9	Исследование структуры тепловых потерь теплогенератора	2
9	10	Определение тепловых поступлений в помещение от людей	2
10	10	Определение суммарной мощности теплоэнергетической установки	2
11	11	Гидравлический расчет горизонтальных кожухотрубных водоводяных подогревателей горячего водоснабжения	2
12	14	Исследование теплотехнических и гидравлических характеристик пластинчатого теплообменника	4
		Итого:	30

4.5 Курсовой проект (6 семестр)

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

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

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

2. Соколов, Е. Я. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения [Текст] : учеб. пособие для вузов / Е. Я. Соколов, В. М. Бродянский.- 2-е изд., перераб. - М. : Энергоиздат, 1981. - 320 с. : ил. - Библиогр.: с. 300-301.

5.2 Дополнительная литература

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

2.Горячев, С. В. Источники и системы теплоснабжения предприятий [Электронный ресурс] : электронный учебный курс в системе Moodle / С. В. Горячев; Оренбург. гос. ун-т. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 21.7 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2022. - 5 с. - Загл. с тит. экрана. - Архиватор 7-Zip. - Режим доступа: https://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=3342

3. Проектирование систем теплоснабжения промышленных и коммунально-бытовых предприятий [Текст] : методические указания по курсовому проектированию по дисциплине: "Источники и системы теплоснабжения" / С. В. Горячев [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. теплоэнергетики. - Оренбург : [Б. и.], 2011. - 63 с. : табл. - Библиогр.: с. 44. - Прил.: с. 45-60. Издание на др. носителе [Электронный ресурс]

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- 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, МООК: «Системы автоматизированного проектирования аддитивных технологий»;
9. https://www.coursera.org/learn/python- «Coursera», МООК: «Programming for Everybody (Getting Started with Python)»;
10. https://universarium.org/catalog- «Универсариум», Курсы, МООК: «Общие вопросы философии науки»;
11. https://www.lektorium.tv/mooc- «Лекториум», МООК: «Дискретная математика»

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, аспирантов и 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=10478

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.