

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Амурский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой энергетики
_____ Ю.В. Мясоедов
«___» _____ 2012 г.

ОСНОВЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ

для специальностей

140101.65 – «Тепловые электрические станции»

140106.65 – «Энергообеспечение предприятий»

Составитель: Н.Е. Буйнов, И.Г. Подгурская, Л.А. Мясоедова

Благовещенск
2012 г.

Содержание

Аннотация	2
Рабочая программа	3
1. Краткий конспект лекций	32
2. Практические занятия	38
3. Самостоятельная работа студентов	41
4. Материалы по контролю качества образования	47

АННОТАЦИЯ

В рамках направления 650800 «Теплоэнергетика» на кафедре Энергетики реализуется подготовка дипломированного специалиста по специальности 140101. Государственный образовательный стандарт подготовки инженера по специальности 140101 "Тепловые электрические станции" включает изучение дисциплины "Основы централизованного теплоснабжения" в разделе дисциплин специализации ДС.02.

Согласно учебному плану специальности данная дисциплина изучается на четвертом, пятом курсе обучения (восьмой, девятый семестр), предусмотрены следующие виды занятий и формы контроля:

Курс <i>четвертый, пятый</i>	Семестр <i>8, 9</i>
Лекции <i>45 часов</i>	Экзамен – <i>8 семестр</i>
Практические занятия <i>30 часов</i>	
Самостоятельная работа <i>29 часов</i>	
Курсовая работа <i>9 семестр</i>	
Всего часов – <i>104</i>	

Учебно-методический комплекс дисциплины "Основы централизованного теплоснабжения" включает в себя:

1. Рабочую учебную программу дисциплины "Основы централизованного теплоснабжения" (Амурский государственный университет, кафедра «Энергетика», 2006. Автор – Храмцова Н.Н., ассистент каф. «Энергетика»);

2. Настоящий учебно-методический комплекс.

В настоящем учебно-методическом комплексе приведен краткий конспект лекций (с указанием тем для самостоятельного изучения и вопросов для самопроверки), методические рекомендации и методические указания по проведению практических занятий, график самостоятельной работы и методические указания по выполнению, а также материалы по контролю качества образования (методические указания по организации контроля знаний студентов, критерии оценки знаний студентов и фонды тестовых заданий).

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

140101.65 – «Тепловые электрические станции»

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель преподавания дисциплины

Предметом изучения дисциплины "Основы централизованного теплоснабжения" являются системы централизованного теплоснабжения и оборудования теплофикационных установок ТЭЦ, тепловых сетей и подстанций.

Целью дисциплины является изучение систем теплоснабжения, режимов регулирования систем централизованного теплоснабжения, основ расчета систем теплоснабжения, эксплуатация тепловых сетей и тепловых пунктов.

1.2. Задачи изучения дисциплины

Задачей изучения дисциплины является обеспечение знаний студентов в области централизованного теплоснабжения и оборудования теплофикационных установок ТЭЦ, тепловых сетей и подстанций

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВПО:

Государственный образовательный стандарт подготовки инженера по специальности 140101.65 "Тепловые электрические станции" включает изучение дисциплины "Основы централизованного теплоснабжения" в разделе дисциплин специализации СД.ДС.Ф.2.

Теоретические основы теплотехники. Термодинамика: Основные законы и термодинамические процессы идеальных и реальных газов; I, II законы термодинамики; таблицы, i s- и p v- диаграммы водяного пара; истечение и процесс дросселирования газов и паров; циклы паротурбинных установок.

Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен: основные положения теплопроводности; конвективного теплообмена; теплообмен излучением; конструкция и принцип действия теплообменных аппаратов.

Тепломассообменное оборудование предприятий: основные виды, классификация, конструкция и принцип действия теплообменного оборудования.

Котельные установки и парогенераторы: конструкция котельных установок и принцип действия.

Турбины тепловых и атомных электрических станций: конструкция и принцип действия паровых турбин, регенеративная схема.

3. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины студенты должны:

Знать: понятие о централизованном и децентрализованном теплоснабжении; энергетические характеристики теплофикационных установок; классификация тепловых нагрузок; систем теплоснабжения; требования к качеству подпиточной и сетевой воды; теплофикационное оборудование ТЭЦ, тепловых пунктов (подстанций) и тепловых сетей; энергосберегающие технологии и учет тепловой энергии; методы обнаружения и ликвидации повреждений в системах теплоснабжения.

Уметь:

- Рассчитывать часовой и годовой расходы теплоты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование; строить график тепловых нагрузок.

- Выполнять гидравлический расчет тепловых сетей; строить пьезометрический график; определять параметры сетевых, подпиточных, подкачивающих и смесительных насосов.

- Определять расчетные расходы воды и типоразмеры подогревателей.

- Выполнять тепловой расчет, определять тепловые потери и коэффициент эффективности тепловой изоляция, толщину теплоизоляционного слоя.

- Выполнять расчет технико-экономических показателей теплоснабжающих систем, определять капитальные затраты в объекты теплоснабжающих систем.

- Выбирать схемы энергоснабжения района, определять оптимальный коэффициент теплофикации ТЭЦ.

Владеть:

-Технологическими установками по производству, распределению, и использованию -теплоты:

-Паровыми и водогрейными котлами различного назначения, реакторами и парогенераторами атомных электростанций;

-Паровыми и газовыми турбинами, энергоблоков;

-Установками по производству сжатых и сжиженных газов, компрессорными, холодильными установками, установками систем кондиционирования воздуха, тепловыми насосами.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ»

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			ЛК	ПЗ	ЛР	СРС	
1	<i>Тема 1</i> Энергетическая эффективность теплофикации..	8	3	4	-	1	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
2	<i>Тема 2</i> Энергетические характеристики теплофикационных установок.	8	2	-	-	2	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
3	<i>Тема 3</i> Тепловое потребление.	8	4	2	-	2	блиц-опрос на лекции; блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
4	<i>Тема 4</i> Системы теплоснабжения.	8	3	6	-	2	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
5	<i>Тема 5</i> Режимы регулирования систем централизованного теплоснабжения.	8	3	-	-	2	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
6	<i>Тема 6</i> Гидравлический	8	4	-	-	2	блиц-опрос на лекции;

	расчет тепловых сетей..						опрос на практических занятиях и защита домашних работ
7	<i>Тема 7</i> Гидравлический режим тепловых сетей.	8	2	4	-	2	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
8	<i>Тема 8</i> Требования к качеству подпиточной и сетевой воды.	8	2	-	-	2	блиц-опрос на лекции; блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
9	<i>Тема 9</i> Теплофикационное оборудование ТЭЦ.	8	2	2	-	2	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
10	<i>Тема 10</i> Оборудование тепловых пунктов (подстанций).	8	4	2	-	2	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
11	<i>Тема 11</i> Энергосберегающие технологии и учет тепловой энергии. Приборы учета тепловой энергии.	8	2	4	-	2	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
12	<i>Тема 12</i> Оборудование тепловых сетей.	8	4	-	-	2	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
13	<i>Тема 13</i>	8	4	6	-	2	блиц-опрос на лек-

	Тепловой расчет.						ции; блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
14	<i>Тема 14</i> Эксплуатация тепловых сетей.	8	4	-	-	2	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
15	<i>Тема 15</i> Расчет технико-экономических показателей теплоснабжающих систем.	8	2	-	-	2	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
11	Итого	8	45	30	-	29 30	Экзамен 8 семестр Курсовая работа 9 семестр

5. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции Семестр 8

Тема 1

Энергетическая эффективность теплофикации.

Понятие о централизованном и децентрализованном теплоснабжении. Оценка эффективности теплофикации. Определение расхода топлива на выработку электрической энергии теплоты на паротурбинных ТЭЦ. Определение расхода топлива на отдельную выработку электрической энергии и теплоты. Определение экономии топлива при теплофикации. Оптимальное распределение тепловой нагрузки между агрегатами паротурбинной ТЭЦ.

Тема 2

Энергетические характеристики теплофикационных установок.

Энергетические характеристики газотурбинных теплофикационных установок. Энергетические характеристики парогазовых теплофикационных установок. Экономия топлива при использовании вторичных энергоресурсов и природной теплоты.

Тема 3

Тепловое потребление.

Классификация тепловых нагрузок. Методы расчета часовых и годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование. Часовые и годовые графики расходов теплоты жилыми и промышленными районами. Методы распределения годового расхода между различными источниками теплоснабжения. Часовой и годовой коэффициенты теплофикации.

Тема 4

Системы теплоснабжения.

Классификация систем теплоснабжения. Тепловые схемы источников теплоты. Открытые и закрытые системы теплоснабжения. Водяные и паровые системы. Основные схемы присоединения однородной и комбинированной тепловой нагрузки к водяным и паровым тепловым сетям. Сверхдальняя транспортировка теплоты. Выбор теплоносителя и системы теплоснабжения.

Тема 5

Режимы регулирования систем централизованного теплоснабжения.

Основные методы и ступени регулирования тепловой нагрузки. Тепловые характеристики теплообменных аппаратов систем теплоснабжения. Централизованное регулирование однородной и разнородной тепловой нагрузки. Выбор метода центрального регулирования отпуска теплоты. Режим отпуска теплоты от ТЭЦ. Совместная работа ТЭЦ и пиковых котельных.

Тема 6

Гидравлический расчет тепловых сетей.

Гидравлическая характеристика системы. Задачи гидравлического расчета тепловых сетей. Распределение давления и напоров вдоль сети. Расчет линейных и местных потерь давления в водяных и паровых тепловых сетях. Пьезометрический график. Определение параметров сетевых, подпиточных, подкачивающих и смесительных насосов.

Тема 7

Гидравлический режим тепловых сетей.

Гидравлический режим открытых и закрытых систем теплоснабжения и установленных в них насосов. Режим совместной работы насоса и сети. Понятие о гидравлической устойчивости тепловых сетей. Гидравлический режим сетей с насосными и дросселирующими подстанциями. Гидравлический удар в тепловых сетях.

Тема 8

Требования к качеству подпиточной и сетевой воды.

Методы обработки подпиточной воды тепловых сетей. Схемы водоподготовительных установок.

Тема 9

Теплофикационное оборудование ТЭЦ.

Типы установок. Пароводяные подогревательные установки.

Тема 10

Оборудование тепловых пунктов (подстанций).

Типы установок. Конденсатосборные установки. Водо-водяные подогревательные установки. Определение расчетных расходов воды и типоразмеров подогревателей. Смесительные узлы. Аккумуляторы теплоты. Теплоаккумулирующая способность зданий. Защита местных установок горячего водоснабжения от коррозии, шлама и накипи. Автоматизация тепловых подстанций.

Тема 11

Энергосберегающие технологии и учет тепловой энергии. Приборы учета тепловой энергии.

Тема 12

Оборудование тепловых сетей.

Трасса и профиль теплопроводов. Конструкция теплопроводов. Теплоизоляционные материалы и конструкции. Трубы и их соединения. Опоры. Компенсация температурных деформаций. Сельфонные компенсаторы.

Тема 13

Тепловой расчет.

Основные расчетные зависимости. Методика теплового расчета. Тепловые потери и коэффициент эффективности тепловой изоляции. Падение температуры теплоносителя и выпадение конденсата. Выбор толщины теплоизоляционного слоя.

Тема 14

Эксплуатация тепловых сетей.

Характеристика объекта эксплуатации. Повышение надежности теплоснабжения. Качество теплоснабжения. Методы обнаружения и ликвидации повреждений в системах теплоснабжения. Испытание тепловых сетей. Организация эксплуатации систем теплоснабжения. Приборы для обнаружения утечек.

Тема 15

Расчет технико-экономических показателей теплоснабжающих систем.

Капитальные затраты в объекты теплоснабжающих систем. Издержки производства и реализации продукции систем теплоснабжения. Выбор схемы энергоснабжения района. Оптимизация систем теплоснабжения района. Определение оптимального коэффициента теплофикации ТЭЦ. Определение оптимального удельного падения давления в сети. Выбор оптимальных решений с учетом надежности теплоснабжения.

5.2 Практические занятия

1. Расчет тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование.
2. Выбор схемы подключения потребителей.
3. Гидравлический расчет тепловых сетей.
4. Построение пьезометрических графиков.
5. Гидравлический удар в тепловых сетях.

6. Приборы учета тепловой энергии.
7. Расчет участков теплопроводов на самокомпенсацию. Подбор П-образного компенсатора.
8. Тепловой расчет теплопроводов.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа предусматривает выполнение студентами курсового проекта, подготовку к практическим и лабораторным работам.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы семестр 7	Трудоёмкость в часах
1	1	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	1
2	2	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	2
3	3	блиц-опрос на лекции; блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	2
4	4	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	2
5	5	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	2
6	6	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	2
7	7	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	2
8	8	блиц-опрос на лекции; блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	2
9	9	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	2
10	10	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	2

11	11	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	2
12	12	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	2
13	13	блиц-опрос на лекции; блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	2
14	14	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	2
15	15	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	2
16	Итого		29

Курсовая работа на тему: «Расчет системы теплоснабжения потребителя» выполняется в 9 семестре. В курсовой работе необходимо при известных параметрах теплоносителя в точке подключения:

- 1) для жилого здания рассчитать тепловые нагрузки на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование;
- 2) выбрать тип теплотрассы;
- 3) выполнить гидравлический расчет теплотрассы;
- 4) выбрать схемы присоединения потребителей, построить пьезометрический график для потребителя.

Задание на курсовую работу

Наименование параметров	Обозначения	Вариант											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Давление теплоносителя в точке подключения	P_1 , кгс/см ²	16	14	10	12	14	15	00	15	14	12	10	13
Статическое давление	P_2 , кгс/см ²	2	3	5	6	3	4	3	3	3	6	5	3
Температурный график теплоносителя	T_2-T_1	130-70	150-70	130-70	130-70	110-70	130-70	130-70	130-70	150-70	110-70	150-70	130-70

Отметка земли в точке подключения	H_3 , м	52	20	10	45	50	60	70	36	30	50	20	40
Отметка земли потребителя	$H_п$, м	80	60	40	15	20	35	20	20	50	20	30	80
Этажность	n, шт	9	12	5	9	12	16	9	9	12	14	9	12
Местонахождение потребителя	город	Шимановск	Тында	Благовещенск	Экимчан	Свободный	Белогорск	Тында	Сквородино		Свободный	Райчихинск	Зея
Норма жилой площади на человека	f, м ² /чел	15	15	12	12	12	15	12	12	15	12	12	12
Размеры здания	a x b, м	12x42	12x52	12x40	12x80	12x40	24x42	12x80	12x80	24x40	24x40	24x80	12x40
Схема теплоснабжения	тип	Закрытая	Открытая	Закрытая	Открытая	Закрытая	Закрытая	Открытая	Открытая	Закрытая	Открытая	Открытая	Открытая

Отношение наружного строительного объема к жилой площади $7 \text{ м}^3/\text{м}^2$.

Высота стандартного этажа 3 м.

Выбор способа прокладки делается самостоятельно.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Основы централизованного теплоснабжения» используются традиционные и современные образовательные технологии. Из современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии с привлечением к преподаванию мультимедийной техники и интерактивной доски, технологии активного обучения, проблемного обучения. Применяются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: проблемные ситуации, компьютерные симуляции, деловые игры, разбор конкретных ситуаций по проектированию электрических станций.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя: консультации и помощь при выполнении курсового проекта, индивидуального домашнего задания, консультации по разъяснению материала, вынесенного на самостоятельную проработку.

8.ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Система оценочных средств и технологий для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине включает вопросы для блиц-опроса на лекциях, индивидуальные домашние задания, задания для курсового проекта и контрольных работ, проводимых на практических занятиях, вопросы для коллоквиума.

Тематика вопросов блиц-опроса на лекциях совпадает с тематикой лекций.

Темы индивидуальных домашних заданий:

Ниже представлен вариант проверочных работ по изучаемым темам.

По теме № 1

1. Напишите расчетную формулу для определения удельной комбинированной выработки электрической энергии на паротурбинной ТЭЦ и объясните значения входящих в нее величин.
2. Напишите расчетную формулу для определения удельного расхода условного топлива на комбинированную выработку электрической энергии на базе теплового потребления и объясните значения входящих в нее величин.
3. Объясните, почему тепловая экономичность КЭС зависит от регенеративного подогрева конденсата.
4. Что такое критическая доля комбинированной выработки электроэнергии на ТЭЦ?
5. Как определяется экономия топлива при централизованном теплоснабжении от ТЭЦ и от котельных.

По теме № 5

1. Укажите возможные системы регулирования тепловой нагрузки и их характеристики
2. Путем изменения каких параметров принципиально возможно центральное регулирование тепловой нагрузки в водяных системах теплоснабжения?
3. В чем заключаются методы центрального регулирования открытых систем теплоснабжения по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения.
4. В чем состоит метод расчета графика температур тепловой сети при центральном качественном регулировании по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения?

По теме № 10

1. Основное назначение тепловых подстанций заключается ...
2. Уравнение характеристики водоструйного элеватора записывается...
3. Почему при возникновении кавитации в сопле элеватора снижается расход сетевой воды?
4. Укажите основные способы защиты от внутренней коррозии местных установок горячего водоснабжения в закрытых системах теплоснабжения?

По теме № 14

1. Что понимается под аварией и под отказом системы теплоснабжения?
2. Назовите основные пути повышения надежности водяных систем теплоснабжения.
3. Укажите основные виды гидравлических и тепловых испытания тепловых сетей.
4. В чем состоит методика проведения тепловых испытаний сетей на максимальную температуру?

Вопросы к экзамену

1. Энергетическая эффективность теплофикации и централизованного теплоснабжения. Понятие о централизованном и децентрализованном теплоснабжении. Достоинства, недостатки, область применения.
2. Теплофикация как наиболее совершенное направление централизованного теплоснабжения крупных жилых и промышленных районов. Роль теплофикации в энергетике России и других стран. Основные тенденции развития теплофикации.
3. Влияние степени загрузки отборов ТЭЦ по теплу, режимов потребления теплоты на экономию топлива. Экономия топлива от использования вторичных энергоресурсов и природной теплоты.
4. Тепловое потребление. Методы расчета часовых и годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование воздуха. Часовые и годовые графика расходов теплоты жилыми и промышленными районами.
5. Методы распределения годового расхода теплоты между различными источниками теплоснабжения. Часовой и годовой коэффициенты теплофикации.
6. Открытые и закрытые системы теплоснабжения. Основные схемы присоединения однородной и комбинированной тепловой нагрузки к водяным и паровым тепловым сетям. Понятие о групповых, местных и индивидуальных тепловых пунктах.
7. Режимы регулирования систем централизованного теплоснабжения. Основные методы и ступени регулирования тепловой нагрузки. Взаимодействие отдельных методов и области их использования.

8. Тепловые характеристики теплообменных аппаратов систем теплоснабжения. Их использование для определения параметров теплоносителей в нерасчетных режимах систем теплоснабжения.
9. Графики температур и расходов теплоносителя при центральном регулировании однородной и разнородной тепловой нагрузки в закрытых и открытых системах теплоснабжения.
10. Центральное, групповое и местное регулирование в системах с комбинированной тепловой нагрузкой. Учет расхода теплоты абонентскими теплопотребляющими установками. Энергетический и экономический эффект от совершенствования регулирования тепловой нагрузки.
11. Гидравлический расчет тепловых сетей. Задачи гидравлического расчета тепловых сетей. Расчет линейных и местных потерь давления в водяных и паровых тепловых сетях.
12. Методика гидравлического расчета разветвленных водяных и паровых тепловых сетей.
13. Пьезометрический график. Требования к характеру распределения давлений и напоров в статическом и динамическом режимах в тепловых сетях.
14. Насосные и дроссельные станции в водяных тепловых сетях.
15. Определение параметров сетевых, подпиточных, подкачивающих и смешительных насосов в водяных тепловых сетях.
16. Определение параметров конденсатных насосов для конденсатопроводов паровых систем теплоснабжения. Выбор схем присоединения отопительных установок к водяным тепловым сетям.
17. Гидравлический и водный режим тепловых сетей. Гидравлические характеристики элементов систем теплоснабжения и их сочетаний.
18. Гидравлические характеристики тепловых сетей и установленных в них насосов. Режим совместной работы насоса и сети.
19. Понятие о гидравлической устойчивости тепловых сетей. Точки регулируемого давления в тепловых сетях. Гидравлический режим водяных тепловых сетей с насосными и дроссельными станциями.
20. Утечки теплоносителя из тепловых сетей. Методы обнаружения неплотных участков тепловых сетей.
21. Требования к качеству подпиточной и сетевой воды. Методы обработки подпиточной воды тепловых сетей. Схемы водоподготовительных установок.
22. Оборудование систем теплоснабжения. Надземная и подземная прокладка теплопроводов.
23. Подземная канальная и бесканальная прокладка. Достоинства, недостатки, область применения.
24. Изоляционные конструкции: тепловая изоляция, защита теплопроводов от поверхностных и грунтовых вод, обеспечение механической прочности.
25. Расчет тепловых потерь тепловых сетей надземной и подземной прокладки.
26. Расчет падения температуры теплоносителя по длине тепловой сети.
27. Температурные деформации теплопроводов. Методы их компенсации.

28. Неподвижные и подвижные опоры. Расчет нагрузок на опоры.
29. Повреждаемость тепловых сетей. Её причины. Основные пути её снижения.
30. Испытания тепловых сетей (тепловые и гидравлические), вопросы подготовки к отопительному сезону.

9.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ»

а) основная литература:

1. **Стерман, Л. С.** Тепловые и атомные электрические станции : учеб. / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин. - 5-е изд., стер. - М. : Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2010. - 464 с.
2. Основы современной энергетики : учеб.: в 2 т. / ред. Е. В. Аметистов. - 5-е изд., стер. - М. : Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2010. - ISBN 978-5-383-00501-9
Т. 1 : Современная теплоэнергетика / ред. А. Д. Трухний. - 2010. - 471 с.

б) дополнительная литература:

1. Сафонов А.П. Сборник задач по тепловым сетям (учебное пособие). М.: Энергоатомиздат, 1985
2. Александров А.А., Григорьев Б.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. М: Издательство МЭИ, 1999.
3. Громов Н.К. Водяные тепловые сети. М.: Энергоатомиздат,
4. Роддатис К.Ф. Справочник по котельным установкам малой производительности. М.: Энергоатомиздат, 1989.
5. Фатнева Ю.В. Теплоснабжение жилого района. Учебно-методическое пособие. Благовещенск: Амурский гос. Ун-т, 2002.
6. СНиП 2.04.14-88 Тепловая изоляция трубопроводов и оборудования. Госстрой, 1998.
7. СНиП 2.04.07-86 Тепловые сети. Госстрой, 1994.
8. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. М: Издательство МЭИ, 2001.

в) периодические издания (профессиональные журналы):

1. «Энергетик»;
2. «Промышленная энергетика»;
3. «Электрика»;
4. «Вестник МЭИ»;
5. «Электротехника»;
6. «Электротехника». Реферативный журнал;
7. «Электричество»;
8. «Электрические станции»;
9. «Энергохозяйство за рубежом»;
10. «Энергетика». Реферативный журнал;

11. «Electrical Power and Energy Systems»;

12. «IEEE Transactions. Power systems».

г) **программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	http://www.iqlib.ru/	Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знаний.

10.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, интерактивная доска. Материал лекций представлен в виде презентаций в PowerPoint. Для проведения практических занятий, при выполнении курсового проекта и в самостоятельной работе студентов используются технологические схемы тепловых станций.

11. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ОЦЕНКА ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточной формой контроля знаний студентов по данной дисциплине является экзамен. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса по изученному курсу и задачу. В ответах студентов на экзамене знания и умения оцениваются по пятибалльной системе.

Оценка «отлично» ставится в случае правильных и полных ответов на оба теоретических вопроса билета и правильного решения задачи.

Оценка «хорошо» ставится в случае:

- правильного, но неполного ответа на один из теоретических вопросов билета, требующего уточняющих дополнительных вопросов со стороны преподавателя или ответа, содержащего ошибки принципиального характера, которые студент исправляет после замечаний (дополнительных вопросов) преподавателя; правильного решения задачи;

- правильных и полных ответа на оба теоретических вопроса билета; затруднений при решении задачи, с которыми студент справляется после помощи преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится в случае:

- ответов, содержащего ошибки принципиального характера на теоретические вопросы билета; правильного решения задачи;

- неверного ответа (отсутствия ответа) на один из теоретических вопросов билета; решения задачи после незначительной помощи преподавателя;
- правильных и полных ответов на оба теоретических вопроса билета; неверного решения задачи (не справился с задачей после помощи преподавателя).

Оценка «неудовлетворительно» ставится в случае:

неверных ответов (отсутствия ответов) на оба теоретических вопроса билета;

неверного ответа (отсутствия ответов) на один из теоретических вопросов билета и неверного решения задачи.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

140106.65 – «Энергообеспечение предприятий»

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель преподавания дисциплины

Предметом изучения дисциплины "Основы централизованного теплоснабжения" являются системы централизованного теплоснабжения и оборудования теплофикационных установок ТЭЦ, тепловых сетей и подстанций.

Целью дисциплины является изучение систем теплоснабжения, режимов регулирования систем централизованного теплоснабжения, основ расчета систем теплоснабжения, эксплуатация тепловых сетей и тепловых пунктов.

1.2. Задачи изучения дисциплины

Задачей изучения дисциплины является обеспечение знаний студентов в области централизованного теплоснабжения и оборудования теплофикационных установок ТЭЦ, тепловых сетей и подстанций

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВПО:

Государственный образовательный стандарт подготовки инженера по специальности 140101.65 "Энергообеспечение предприятий" включает изучение дисциплины "Основы централизованного теплоснабжения" в разделе дисциплин специализации СД.ДС.Ф.3.

Теоретические основы теплотехники. Термодинамика: Основные законы и термодинамические процессы идеальных и реальных газов; I, II законы термодинамики; таблицы, is - и pv - диаграммы водяного пара; истечение и процесс дросселирования газов и паров; циклы паротурбинных установок.

Теоретические основы теплотехники. Теплообмен: основные положения теплопроводности; конвективного теплообмена; теплообмен излучением; конструкция и принцип действия теплообменных аппаратов.

Гидрогазодинамика: физические свойства жидкости, сопротивление при течении жидкости в трубах, режимы движения жидкости.

Тепломассообменное оборудование предприятий: основные виды, классификация, конструкция и принцип действия теплообменного оборудования.

Котельные установки: конструкция котельных установок и принцип действия.

3. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины студенты должны:

Знать: понятие о централизованном и децентрализованном теплоснабжении; энергетические характеристики теплофикационных установок; классификация тепловых нагрузок; систем теплоснабжения; требования к качеству подпиточной и сетевой воды; теплофикационное оборудование ТЭЦ, тепловых пунктов (подстанций) и тепловых сетей; энергосберегающие технологии и учет тепловой энергии; методы обнаружения и ликвидации повреждений в системах теплоснабжения.

Уметь:

- Рассчитывать часовой и годовой расходы теплоты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование; строить график тепловых нагрузок.

- Выполнять гидравлический расчет тепловых сетей; строить пьезометрический график; определять параметры сетевых, подпиточных, подкачивающих и смесительных насосов.

- Определять расчетные расходы воды и типоразмеры подогревателей.

- Выполнять тепловой расчет, определять тепловые потери и коэффициент эффективности тепловой изоляция, толщину теплоизоляционного слоя.

- Выполнять расчет технико-экономических показателей теплоснабжающих систем, определять капитальные затраты в объекты теплоснабжающих систем.

- Выбирать схемы энергоснабжения района, определять оптимальный коэффициент теплофикации ТЭЦ.

Владеть:

-Технологическими установками по производству, распределению, и использованию -теплоты:

-Паровыми и водогрейными котлами различного назначения, реакторами и парогенераторами атомных электростанций;

-Паровыми и газовыми турбинами, энергоблоков;

-Установками по производству сжатых и сжиженных газов, компрессорными, холодильными установками, установками систем кондиционирования воздуха, тепловыми насосами.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ»

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			ЛК	ПЗ	ЛР	СРС	
1	<i>Тема 1</i> Энергетическая эффективность теплофикации. Энергетические характеристики теплофикационных установок.	8	4	2	-	1	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
2	<i>Тема 2</i> Тепловое потребление. Системы теплоснабжения.	8	4	2	-	1	блиц-опрос на лекции; блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
3	<i>Тема 3</i> Режимы регулирования систем централизованного теплоснабжения.	8	4	2	-	1	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
4	<i>Тема 4</i> Гидравлический расчет тепловых сетей.	8	4	2	-	1	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
5	<i>Тема 5</i> Требования к качеству подпиточной и сетевой воды. Теплофикационное оборудование	8	2	2	-	2	блиц-опрос на лекции; блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ

	ТЭЦ.						
6	<i>Тема 6</i> Оборудование тепловых пунктов (подстанций). Энергосберегающие технологии и учет тепловой энергии. Приборы учета тепловой энергии.	8	4	1	-	2	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
7	<i>Тема 7</i> Оборудование тепловых сетей. Тепловой расчет.	8	4	2	-	2	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
8	<i>Тема 4</i> Эксплуатация тепловых сетей. Расчет технико-экономических показателей теплоснабжающих систем	8	4	2	-	2	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ
9	Итого	8	30	15	-	12	Экзамен, Курсовая работа

5. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

Тема 1

Энергетическая эффективность теплофикации.

Понятие о централизованном и децентрализованном теплоснабжении. Оценка эффективности теплофикации. Определение расхода топлива на выработку электрической энергии теплоты на паротурбинных ТЭЦ. Определение расхода топлива на раздельную выработку электрической энергии и теплоты. Определение экономии топлива при теплофикации. Оптимальное распределение тепловой нагрузки между агрегатами паротурбинной ТЭЦ.

Энергетические характеристики теплофикационных установок.

Энергетические характеристики газотурбинных теплофикационных установок. Энергетические характеристики парогазовых теплофикационных установок. Экономия топлива при использовании вторичных энергоресурсов и природной теплоты.

Тема 2

Тепловое потребление.

Классификация тепловых нагрузок. Методы расчета часовых и годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование. Часовые и годовые графики расходов теплоты жилыми и промышленными районами. Методы распределения годового расхода между различными источниками теплоснабжения. Часовой и годовой коэффициенты теплофикации.

Системы теплоснабжения.

Классификация систем теплоснабжения. Тепловые схемы источников теплоты. Открытые и закрытые системы теплоснабжения. Водяные и паровые системы. Основные схемы присоединения однородной и комбинированной тепловой нагрузки к водяным и паровым тепловым сетям. Сверхдальняя транспортировка теплоты. Выбор теплоносителя и системы теплоснабжения.

Тема 3

Режимы регулирования систем централизованного теплоснабжения.

Основные методы и ступени регулирования тепловой нагрузки. Тепловые характеристики теплообменных аппаратов систем теплоснабжения. Централизованное регулирование однородной и разнородной тепловой нагрузки. Выбор метода центрального регулирования отпуска теплоты. Режим отпуска теплоты от ТЭЦ. Совместная работа ТЭЦ и пиковых котельных.

Тема 4

Гидравлический расчет тепловых сетей.

Гидравлическая характеристика системы. Задачи гидравлического расчета тепловых сетей. Распределение давления и напоров вдоль сети. Расчет линейных и местных потерь давления в водяных и паровых тепловых сетях. Пьезометрический график. Определение параметров сетевых, подпиточных, подкачивающих и смесительных насосов.

Гидравлический режим тепловых сетей.

Гидравлический режим открытых и закрытых систем теплоснабжения и установленных в них насосов. Режим совместной работы насоса и сети. Понятие о гидравлической устойчивости тепловых сетей. Гидравлический режим сетей с насосными и дросселирующими подстанциями. Гидравлический удар в тепловых сетях.

Тема 5

Требования к качеству подпиточной и сетевой воды.

Методы обработки подпиточной воды тепловых сетей. Схемы водоподготовительных установок.

Теплофикационное оборудование ТЭЦ.

Типы установок. Пароводяные подогревательные установки.

Тема 6

Оборудование тепловых пунктов (подстанций).

Типы установок. Конденсатосборные установки. Водно-водяные подогреватели. Определенные расчетные расходы воды и типоразмеры подогревателей. Смесительные узлы. Аккумуляторы теплоты. Теплоаккумулирующая способность зданий. Защита местных установок горячего водоснабжения от коррозии, шлама и накипи. Автоматизация тепловых подстанций.

Энергосберегающие технологии и учет тепловой энергии. Приборы учета тепловой энергии.

Тема 7

Оборудование тепловых сетей.

Трасса и профиль теплопроводов. Конструкция теплопроводов. Теплоизоляционные материалы и конструкции. Трубы и их соединения. Опоры. Компенсация температурных деформаций. Сельфонные компенсаторы.

Тепловой расчет.

Основные расчетные зависимости. Методика теплового расчета. Тепловые потери и коэффициент эффективности тепловой изоляции. Падение температуры теплоносителя и выпадение конденсата. Выбор толщины теплоизоляционного слоя.

Тема 8

Эксплуатация тепловых сетей.

Характеристика объекта эксплуатации. Повышение надежности теплоснабжения. Качество теплоснабжения. Методы обнаружения и ликвидации повреждений в системах теплоснабжения. Испытание тепловых сетей. Организация эксплуатации систем теплоснабжения. Приборы для обнаружения утечек.

Расчет технико-экономических показателей теплоснабжающих систем.

Капитальные затраты в объекты теплоснабжающих систем. Издержки производства и реализации продукции систем теплоснабжения. Выбор схемы энергоснабжения района. Оптимизация систем теплоснабжения района. Определение оптимального коэффициента теплофикации ТЭЦ. Определение оптимального удельного падения давления в сети. Выбор оптимальных решений с учетом надежности теплоснабжения.

5.2 Практические занятия

1. Расчет тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование.
2. Выбор схемы подключения потребителей.
3. Гидравлический расчет тепловых сетей.
4. Построение пьезометрических графиков.
5. Гидравлический удар в тепловых сетях.
6. Приборы учета тепловой энергии.
7. Расчет участков теплопроводов на самокомпенсацию. Подбор П-образного компенсатора.
8. Тепловой расчет теплопроводов.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа предусматривает выполнение студентами курсового проекта, подготовку к практическим и лабораторным работам.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы семестр 7	Трудоёмкость в часах
1	1	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	1
2	2	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	1
3	3	блиц-опрос на лекции; блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	1
4	4	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	1
5	5	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	2
6	6	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	2
7	7	блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	2
8	8	блиц-опрос на лекции; блиц-опрос на лекции; опрос на практических занятиях и защита домашних работ	2
9	Итого		12

2.6. Курсовая работа на тему: «Расчет системы теплоснабжения потребителя» выполняется в 8 семестре. В курсовой работе необходимо при известных параметрах теплоносителя в точке подключения:

- 1) для жилого здания рассчитать тепловые нагрузки на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование;
- 2) выбрать тип теплотрассы;
- 3) выполнить гидравлический расчет теплотрассы;
- 4) выбрать схемы присоединения потребителей, построить пьезометрический график для потребителя.

Задание на курсовую работу

Наименование параметров	Обозначения	Вариант											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Давление теплоносителя в точке подключения	P_1 , кгс/см ²	16	14	10	12	14	15	00	15	14	12	10	13
Статическое давление	P_2 , кгс/см ²	2	3	5	6	3	4	3	3	3	6	5	3
Температурный график теплоносителя	T_2-T_1	130-70	150-70	130-70	130-70	110-70	130-70	130-70	130-70	150-70	110-70	150-70	130-70
Отметка земли в точке подключения	H_3 , м	52	20	10	45	50	60	70	36	30	50	20	40
Отметка земли потребителя	$H_п$, м	80	60	40	15	20	35	20	20	50	20	30	80
Этажность	n , шт	9	12	5	9	12	16	9	9	12	14	9	12
Местонахождение потребителя	город	Шимановск	Тында	Благовещенск	Экимчан	Свободный	Белогорск	Тында	Сковородино		Свободный	Райчихинск	Зея
Норма жилой площади на человека	f , м ² /чел	15	15	12	12	12	15	12	12	15	12	12	12
Размеры здания	$a \times b$, м	12x42	12x52	12x40	12x80	12x40	24x42	12x80	12x80	24x40	24x40	24x80	12x40
Схема теплоснабжения	тип	Закрытая	Открытая	Закрытая	Открытая	Закрытая	Закрытая	Открытая	Открытая	Закрытая	Открытая	Открытая	Открытая

Отношение наружного строительного объема к жилой площади $7 \text{ м}^3/\text{м}^2$.

Высота стандартного этажа 3 м.

Выбор способа прокладки делается самостоятельно.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Основы централизованного теплоснабжения» используются традиционные и современные образовательные технологии. Из современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии с привлечением к преподаванию мультимедийной техники и интерактивной доски, технологии активного обучения, проблемного обучения. Применяются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: проблемные ситуации, компьютерные симуляции, деловые игры, разбор конкретных ситуаций по проектированию электрических станций.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя: консультации и помощь при выполнении курсового проекта, индивидуального домашнего задания, консультации по разъяснению материала, вынесенного на самостоятельную проработку.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Система оценочных средств и технологий для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине включает вопросы для блиц-опроса на лекциях, индивидуальные домашние задания, задания для курсового проекта и контрольных работ, проводимых на практических занятиях, вопросы для коллоквиума.

Тематика вопросов блиц-опроса на лекциях совпадает с тематикой лекций.

Темы индивидуальных домашних заданий:

Ниже представлен вариант проверочных работ по изучаемым темам.

По теме № 1

1. Напишите расчетную формулу для определения удельной комбинированной выработки электрической энергии на паротурбинной ТЭЦ и объясните значения входящих в нее величин.
2. Напишите расчетную формулу для определения удельного расхода условного топлива на комбинированную выработку электрической энергии на базе теплового потребления и объясните значения входящих в нее величин.
3. Объясните, почему тепловая экономичность КЭС зависит от регенеративного подогрева конденсата.
4. Что такое критическая доля комбинированной выработки электроэнергии на ТЭЦ?

5. Как определяется экономия топлива при централизованном теплоснабжении от ТЭЦ и от котельных.

По теме № 5

1. Укажите возможные системы регулирования тепловой нагрузки и их характеристики
2. Путем изменения каких параметров принципиально возможно центральное регулирование тепловой нагрузки в водяных системах теплоснабжения?
3. В чем заключаются методы центрального регулирования открытых систем теплоснабжения по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения.
4. В чем состоит метод расчета графика температур тепловой сети при центральном качественном регулировании по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения?

По теме № 6

1. Основное назначение тепловых подстанций заключается ...
2. Уравнение характеристики водоструйного элеватора записывается...
3. Почему при возникновении кавитации в сопле элеватора снижается расход сетевой воды?
4. Укажите основные способы защиты от внутренней коррозии местных установок горячего водоснабжения в закрытых системах теплоснабжения?

По теме № 7

1. Что понимается под аварией и под отказом системы теплоснабжения?
2. Назовите основные пути повышения надежности водяных систем теплоснабжения.
3. Укажите основные виды гидравлических и тепловых испытания тепловых сетей.
4. В чем состоит методика проведения тепловых испытаний сетей на максимальную температуру?

Вопросы к экзамену

1. Энергетическая эффективность теплофикации и централизованного теплоснабжения. Понятие о централизованном и децентрализованном теплоснабжении. Достоинства, недостатки, область применения.
2. Теплофикация как наиболее совершенное направление централизованного теплоснабжения крупных жилых и промышленных районов. Роль теплофикации в энергетике России и других стран. Основные тенденции развития теплофикации.

3. Влияние степени загрузки отборов ТЭЦ по теплу, режимов потребления теплоты на экономию топлива. Экономия топлива от использования вторичных энергоресурсов и природной теплоты.
4. Тепловое потребление. Методы расчета часовых и годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование воздуха. Часовые и годовые графика расходов теплоты жилыми и промышленными районами.
5. Методы распределения годового расхода теплоты между различными источниками теплоснабжения. Часовой и годовой коэффициенты теплофикации.
6. Открытые и закрытые системы теплоснабжения. Основные схемы присоединения однородной и комбинированной тепловой нагрузки к водяным и паровым тепловым сетям. Понятие о групповых, местных и индивидуальных тепловых пунктах.
7. Режимы регулирования систем централизованного теплоснабжения. Основные методы и ступени регулирования тепловой нагрузки. Взаимодействие отдельных методов и области их использования.
8. Тепловые характеристики теплообменных аппаратов систем теплоснабжения. Их использование для определения параметров теплоносителей в нерасчетных режимах систем теплоснабжения.
9. Графики температур и расходов теплоносителя при центральном регулировании однородной и разнородной тепловой нагрузки в закрытых и открытых системах теплоснабжения.
10. Центральное, групповое и местное регулирование в системах с комбинированной тепловой нагрузкой. Учет расхода теплоты абонентскими теплопотребляющими установками. Энергетический и экономический эффект от совершенствования регулирования тепловой нагрузки.
11. Гидравлический расчет тепловых сетей. Задачи гидравлического расчета тепловых сетей. Расчет линейных и местных потерь давления в водяных и паровых тепловых сетях.
12. Методика гидравлического расчета разветвленных водяных и паровых тепловых сетей.
13. Пьезометрический график. Требования к характеру распределения давлений и напоров в статическом и динамическом режимах в тепловых сетях.
14. Насосные и дроссельные станции в водяных тепловых сетях.
15. Определение параметров сетевых, подпиточных, подкачивающих и смесительных насосов в водяных тепловых сетях.
16. Определение параметров конденсатных насосов для конденсатопроводов паровых систем теплоснабжения. Выбор схем присоединения отопительных установок к водяным тепловым сетям.
17. Гидравлический и водный режим тепловых сетей. Гидравлические характеристики элементов систем теплоснабжения и их сочетаний.
18. Гидравлические характеристики тепловых сетей и установленных в них насосов. Режим совместной работы насоса и сети.

19. Понятие о гидравлической устойчивости тепловых сетей. Точки регулируемого давления в тепловых сетях. Гидравлический режим водяных тепловых сетей с насосными и дроссельными станциями.
20. Утечки теплоносителя из тепловых сетей. Методы обнаружения неплотных участков тепловых сетей.
21. Требования к качеству подпиточной и сетевой воды. Методы обработки подпиточной воды тепловых сетей. Схемы водоподготовительных установок.
22. Оборудование систем теплоснабжения. Надземная и подземная прокладка теплопроводов.
23. Подземная канальная и бесканальная прокладка. Достоинства, недостатки, область применения.
24. Изоляционные конструкции: тепловая изоляция, защита теплопроводов от поверхностных и грунтовых вод, обеспечение механической прочности.
25. Расчет тепловых потерь тепловых сетей надземной и подземной прокладки.
26. Расчет падения температуры теплоносителя по длине тепловой сети.
27. Температурные деформации теплопроводов. Методы их компенсации.
28. Неподвижные и подвижные опоры. Расчет нагрузок на опоры.
29. Повреждаемость тепловых сетей. Её причины. Основные пути её снижения.
30. Испытания тепловых сетей (тепловые и гидравлические), вопросы подготовки к отопительному сезону.

9.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ»

а) основная литература:

1. **Стерман, Л. С.** Тепловые и атомные электрические станции [Текст] : учеб. / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин. - 5-е изд., стер. - М. : Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2010. - 464 с.
2. Основы современной энергетики [Текст] : учеб.: в 2 т. / ред. Е. В. Аметистов. - 5-е изд., стер. - М. : Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2010. - ISBN 978-5-383-00501-9
- Т. 1 : Современная теплоэнергетика / ред. А. Д. Трухний. - 2010. - 471 с.

б) дополнительная литература:

1. Сафонов А.П. Сборник задач по тепловым сетям (учебное пособие). М.: Энергоатомиздат, 1985
2. Александров А.А., Григорьев Б.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. М: Издательство МЭИ, 1999.
3. Громов Н.К. Водяные тепловые сети. М.: Энергоатомиздат,
4. Роддатис К.Ф. Справочник по котельным установкам малой производительности. М.: Энергоатомиздат, 1989.

5. Фатнева Ю.В. Теплоснабжение жилого района. Учебно-методическое пособие. Благовещенск: Амурский гос. Ун-т, 2002.
6. СНиП 2.04.14-88 Тепловая изоляция трубопроводов и оборудования. Госстрой, 1998.
7. СНиП 2.04.07-86 Тепловые сети. Госстрой, 1994.
8. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. М: Издательство МЭИ, 2001.

в) периодические издания (профессиональные журналы):

1. «Энергетик»;
2. «Промышленная энергетика»;
3. «Электрика»;
4. «Вестник МЭИ»;
5. «Электротехника»;
6. «Электротехника». Реферативный журнал;
7. «Электричество»;
8. «Электрические станции»;
9. «Энергохозяйство за рубежом»;
10. «Энергетика». Реферативный журнал;
11. «Electrical Power and Energy Systems»;
12. «IEEE Transactions. Power systems».

г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	http://www.iqlib.ru/	Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знаний.

10.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, интерактивная доска. Материал лекций представлен в виде презентаций в PowerPoint. Для проведения практических занятий, при выполнении курсового проекта и в самостоятельной работе студентов используются технологические схемы тепловых станций.

11. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ОЦЕНКА ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточной формой контроля знаний студентов по данной дисциплине является экзамен. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса по изученному курсу и задачу. В ответах студентов на экзамене знания и умения оцениваются по пятибалльной системе.

Оценка «отлично» ставится в случае правильных и полных ответов на оба теоретических вопроса билета и правильного решения задачи.

Оценка «хорошо» ставится в случае:

- правильного, но неполного ответа на один из теоретических вопросов билета, требующего уточняющих дополнительных вопросов со стороны преподавателя или ответа, содержащего ошибки не принципиального характера, которые студент исправляет после замечаний (дополнительных вопросов) преподавателя; правильного решения задачи;

- правильных и полных ответа на оба теоретических вопроса билета; затруднений при решении задачи, с которыми студент справляется после помощи преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится в случае:

- ответов, содержащего ошибки принципиального характера на теоретические вопросы билета; правильного решения задачи;

- неверного ответа (отсутствия ответа) на один из теоретических вопросов билета; решения задачи после незначительной помощи преподавателя;

- правильных и полных ответов на оба теоретических вопроса билета; неверного решения задачи (не справился с задачей после помощи преподавателя).

Оценка «неудовлетворительно» ставится в случае:

- неверных ответов (отсутствия ответов) на оба теоретических вопроса билета;

- неверного ответа (отсутствия ответов) на один из теоретических вопросов билета и неверного решения задачи.

1. КРАТКИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

Теоретические сведения, необходимые для изучения дисциплины изложены в [1]. Ниже приведен краткий конспект лекций и вопросы для самопроверки.

Энергетическая эффективность теплофикации.

Энергетическая эффективность теплофикации и централизованного теплоснабжения. Роль теплофикации в энергетике России и других стран. Основные тенденции развития теплофикации. Понятие о централизованном и децентрализованном теплоснабжении. Оценка эффективности теплофикации. Определение расхода топлива на выработку электрической энергии теплоты на паротурбинных ТЭЦ. Определение расхода топлива на отдельную выработку электрической энергии и теплоты. Определение экономии топлива при теплофикации. Оптимальное распределение тепловой нагрузки между агрегатами паротурбинной ТЭЦ.

Вопросы для самопроверки.

1. В чем заключается основной энергетический эффект теплофикации?
2. Что такое критическая доля комбинированной выработки электроэнергии на ТЭЦ?

Энергетические характеристики теплофикационных установок.

Энергетические характеристики газотурбинных теплофикационных установок. Принципиальная схема теплофикационной газотурбинной установки. КПД выработки и удельная выработка электроэнергии в теплофикационной газотурбинной установке. Характеристика тепловой экономичности теплофикационной газотурбинной установки. Область рационального использования газотурбинных теплофикационных установок. Энергетические характеристики парогазовых теплофикационных установок. Схемы парогазовых установок. КПД выработки и удельная выработка электроэнергии в парогазовой теплофикационной установке. Экономия топлива при использовании вторичных энергоресурсов и природной теплоты. Принципиальная схема и принцип работы теплонасосной установки.

Вопросы для самопроверки.

1. Где целесообразно использовать газотурбинные установки?
2. Для чего используется тепловой насос?

Тепловое потребление.

Классификация тепловых нагрузок. Сезонная нагрузка. Отопление. Вентиляция. Суммарная сезонная тепловая нагрузка. Круглогодичная нагрузка. Тех-

нологическая нагрузка. Горячее водоснабжение. Годовой расход теплоты. Методы расчета часовых и годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование. Часовые и годовые графики расходов теплоты жилыми и промышленными районами. Методы распределения годового расхода между различными источниками теплоснабжения. Часовой и годовой коэффициенты теплофикации.

Вопросы для самопроверки.

1. Что такое коэффициент инфильтрации?
2. Почему применение дежурного отопления на промышленных предприятиях снижает годовой расход теплоты на отопление?

Системы теплоснабжения.

Классификация систем теплоснабжения. Тепловые схемы источников теплоты. Принципиальная тепловая схема теплоподготовительной установки ТЭЦ на органическом топливе. Принципиальная схема водогрейной котельной. Принципиальная тепловая схема паровой котельной. Принципиальная тепловая схема теплоподготовительной установки атомной ТЭЦ. Открытые и закрытые системы теплоснабжения. Водяные и паровые системы. Основные схемы присоединения однородной и комбинированной тепловой нагрузки к водяным и паровым тепловым сетям. Сверхдальняя транспортировка теплоты. Выбор теплоносителя и системы теплоснабжения.

Вопросы для самопроверки.

1. Назначение подпиточного устройства в системе водяного теплоснабжения?
2. Каково значение групповых тепловых подстанций в водяных тепловых сетях?

Режимы регулирования систем централизованного теплоснабжения.

Основные методы и ступени регулирования тепловой нагрузки. Тепловые характеристики теплообменных аппаратов систем теплоснабжения. Центральное регулирование однородной тепловой нагрузки. Центральное регулирование разнородной тепловой нагрузки. Построение графика температур и расхода сетевой воды на отопление. Построение графика температур и расхода сетевой воды на вентиляцию. Построение графика температур и расхода сетевой воды на горячее водоснабжение. Суммарный расход воды в тепловой сети. Центральное регулирование по совмещенной нагрузке. Центральное регулирование закрытых систем теплоснабжения. Центральное регулирование открытых систем теплоснабжения. Центральное регулирование однотрубных систем тепло-

снабжения. Выбор метода центрального регулирования отпуска теплоты. Режим отпуска теплоты от ТЭЦ. Совместная работа ТЭЦ и пиковых котельных.

Вопросы для самопроверки.

1. Укажите возможные системы регулирования тепловой нагрузки и их характеристики.
2. Путем изменения каких параметров возможно центральное регулирование тепловой нагрузки в водяных системах теплоснабжения?

Гидравлический расчет тепловых сетей.

Гидравлическая характеристика системы. Задачи гидравлического расчета тепловых сетей. Распределение давления и напоров вдоль сети. Расчет линейных и местных потерь давления в водяных и паровых тепловых сетях. Пьезометрический график. Определение параметров сетевых, подпиточных, подкачивающих и смесительных насосов.

Вопросы для самопроверки.

1. Запишите уравнения максимальной работы. Поясните входящие в них величины.
2. Как влияет температура реакции на химическое равновесие?

Гидравлический режим тепловых сетей.

Гидравлическая характеристика системы. Гидравлических режим открытым и закрытым систем теплоснабжения и установленных в них насосов. Гидравлическая характеристика регулирующих органов. Режим совместной работы насоса и сети. Понятие о гидравлической устойчивости тепловых сетей. Гидравлический режим сетей с насосными и дросселирующими подстанциями. Расчет потокораспределения в кольцевых сетях. Гидравлический удар в тепловых сетях.

Вопросы для самопроверки.

1. Что такое гидравлическая устойчивость системы теплоснабжения?
2. Что такое гидравлический удар в тепловой сети? Какова его причина?

Требования к качеству подпиточной и сетевой воды.

Требование к качеству сетевой и питательной воды. Методы обработки подпиточной воды тепловых сетей. Умягчение воды. Деаэрация воды. Схемы водоподготовительных установок.

Вопросы для самопроверки.

1. Каковы основные требования к подпиточной воде тепловых сетей?
2. Что такое коррозионный коэффициент?

Теплофикационное оборудование ТЭЦ.

Типы установок. Пароводяные подогревательные установки. Пароводяные подогревательные установки поверхностного типа. Принципиальная схема пароводяной подогревательной установки поверхностного типа. Пароводяные подогревательные установки смешивающего типа. Принципиальная схема пароводяной подогревательной установки смешивающего типа.

Вопросы для самопроверки.

1. Типы теплофикационных турбин, их основные особенности.
2. Почему в теплофикационных установках современных мощных паровых турбин применяются двухступенчатые насосные установки сетевой воды?

Оборудование тепловых пунктов (подстанций).

Типы установок. Тепловые подстанции. Конденсатосборные установки. Водно-водяные подогревательные установки. Секционные водо-водяные подогреватели. Пластинчатые водо-водяные подогреватели. Компенсация температурных деформаций. Определение расчетных расходов воды и типоразмеров подогревателей. Смесительные узлы. Водоструйные насосы. Аккумуляторы теплоты. Аккумуляторы горячей воды. Паровые аккумуляторы. Теплоаккумулирующая способность зданий. Защита местных установок горячего водоснабжения от коррозии, шлама и накипи. Автоматизация тепловых подстанций.

Вопросы для самопроверки.

1. Укажите основное назначение тепловых подстанций.
2. Что такое коэффициент тепловой аккумуляции здания? Каково физическое значение этого коэффициента и его размерность?

Энергосберегающие технологии и учет тепловой энергии. Приборы учета тепловой энергии.

Энергосберегающие технологии и учет тепловой энергии. Приборы учета тепловой энергии.

Вопросы для самопроверки.

1. Запишите уравнения максимальной работы. Поясните входящие в них величины.
2. Как влияет температура реакции на химическое равновесие?

Оборудование тепловых сетей.

Трасса и профиль теплопроводов. Конструкция теплопроводов. Подземные теплопроводы. Надземные теплопроводы. Теплоизоляционные материалы и конструкции. Основные требования, предъявляемые к теплоизоляционным конструкциям. Трубы и их соединения. Основные требования, предъявляемые к трубам. Неподвижные и подвижные опоры. Расчет нагрузок на опоры. Компенсация температурных деформаций. Осевая компенсация. Сальниковые компенсаторы. Сильфонные компенсаторы. Радиальная компенсация.

Вопросы для самопроверки.

1. В чем заключается основные требования к конструкциям современных теплопроводов?
2. Назовите основные методы защиты подземных теплопроводов от наружной коррозии?

Тепловой расчет.

Основные расчетные зависимости. Термическое сопротивление поверхности. Термическое сопротивление слоя. Термическое сопротивление изоляционных конструкций надземных теплопроводов. Температурное поле надземного теплопровода. Термическое сопротивление грунта. Методика теплового расчета. Однотрубный теплопровод. Многотрубный теплопровод. Тепловые потери и коэффициент эффективности тепловой изоляции. Падение температуры теплоносителя и выпадение конденсата. Выбор толщины теплоизоляционного слоя.

Вопросы для самопроверки.

1. Приведите уравнение, описывающее основную зависимость между удельными теплотерями, температурным напором и термическим сопротивлением.
2. В каком порядке рационально уложить на наружную поверхность трубопровода двухслойную изоляцию с разными коэффициентами теплопроводности слоев?

Эксплуатация тепловых сетей.

Характеристика объекта эксплуатации. Повышение надежности теплоснабжения. Надежность тепловых сетей. Качество теплоснабжения. Методы

обнаружения и ликвидации повреждений в системах теплоснабжения. Испытание тепловых сетей. Гидравлические испытания на прочность и герметичность. Определение гидравлического сопротивления. Тепловые испытания на максимальную температуру. Испытания на тепловые потери. Организация эксплуатации систем теплоснабжения. Приборы для обнаружения утечек.

Вопросы для самопроверки.

1. Что понимается под аварией и отказом системы теплоснабжения?
2. Укажите основные виды гидравлических и тепловых испытаний тепловых сетей.

Расчет технико-экономических показателей теплоснабжающих систем.

Капитальные затраты в объекты теплоснабжающих систем. Издержки производства и реализации продукции систем теплоснабжения. Выбор схемы энергоснабжения района. Оптимизация систем теплоснабжения района. Определение оптимального коэффициента теплофикации ТЭЦ. Определение оптимальной расчетной температуры воды. Определение оптимального удельного падения давления в сети. Выбор оптимальных решений с учетом надежности теплоснабжения. Определение экономически обоснованного срока действия теплопровода. Оптимизация конструкции теплопровода.

Вопросы для самопроверки.

1. Приведите формулу для расчета срока окупаемости и поясните схему его расчета.
2. Как определяются годовые затраты электроэнергии на перекачку теплоносителя?

2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Методические рекомендации по проведению практических занятий

Практические занятия предусматривают решение задач по темам дисциплины. Основные расчетные формулы, необходимые для решения задач, задачи (с ответами), примеры решения типовых задач и необходимый справочный материал приведены в [1].

В начале практического занятия следует вспомнить необходимые для решения задач теоретические сведения (работа с аудиторией). Далее разбираются несколько (три, четыре – в зависимости от объема) типовых задач. Приводится (если это необходимо) алгоритм решения типовых задач. Разбираются примеры типовых ошибок. Далее для решения предлагаются более сложные задачи (одна, две), требующие креативного подхода.

Перечень тем практических занятий.

1. Расчет тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование.
2. Выбор схемы подключения потребителей.
3. Гидравлический расчет тепловых сетей.
4. Построение пьезометрических графиков.
5. Гидравлический удар в тепловых сетях.
6. Приборы учета тепловой энергии.
7. Расчет участков тепловых сетей на самокомпенсацию. Подбор П-образного компенсатора.
8. Тепловой расчет тепловых сетей.

План проведения практического занятия

Тема занятия 1: Расчет тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование.

Цель: научить студентов определять тепловые нагрузки на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование.

Вопросы:

1. Виды и группы тепловых нагрузок?
2. Как определяется расход тепла на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение?
3. Закрытые и открытые системы теплоснабжения, преимущества и недостатки.
4. Схемы присоединения теплопотребляющих установок абонентов к тепловой сети?
5. Каковы основные особенности центрального, группового, местного и индивидуального регулирования?

Решение задач

Указания.

Записать краткое условие задачи, перевести исходные данные в систему СИ. Сначала находят эквивалент расхода сетевой воды. Предварительно задают значение относительной отопительной нагрузки и находят удельную тепловую нагрузку отопительных установок. Далее определяют относительную и искомую тепловую нагрузку отопительной установки, внутреннюю температуру отапливаемых зданий. Если полученное значение относительной тепловой нагрузки близко к предварительно принятому, то его не уточняем.

Задача № 4.1 [1]

Расчетные данные отопительной установки жилого дома: $Q'_i = 1,74 \text{ МДж/с} = 1,5 \text{ Гкал/ч}$, $\Delta t'_i = 64,5^\circ\text{C}$, $\delta t'_i = 80^\circ\text{C}$, $t_{i,i} = -35^\circ\text{C}$. Коэффициент смешения $u = 2,2$. Расчетная внутренняя температура $t_{a,\delta} = 18^\circ\text{C}$. Отопительная установка присое-

динена к тепловой сети по зависимой схеме. Определить тепловую нагрузку этой отопительной установки и температуру воздуха в отапливаемых помещениях t_a , при $W_i = 13800 \text{ Дж}/(c \cdot K) = 12000 \text{ ккал}/(ч \cdot ^\circ\text{C})$, $\tau_{i1} = 80^\circ\text{C}$ и $t_h = -2^\circ\text{C}$.

Решение.

1. Находим эквивалент расхода сетевой воды при расчетном режиме, т.е. при $t_{i1} = -35^\circ\text{C}$.

$$W_i' = \frac{Q_i'}{\delta\tau_i'}$$

$$W_i' = \frac{1,74 \cdot 10^6}{80} = 21800 \text{ Дж}/(c \cdot K).$$

2. Задаемся предварительно значением относительной отопительной нагрузки $\bar{Q}_i = 0,35$. По рис.4.5,б [1] находим $\bar{Q}_i^{0,2} = 0,8$.

3. Относительная тепловая нагрузка установки при заданном режиме.

$$\bar{Q}_i = \frac{\tau_{i1} - t_h}{t_{в,п} - t_{н,о} + \frac{\Delta t_i'}{\bar{Q}_i^{0,2}} + \frac{0,5 + u}{1 + u} \cdot \frac{\delta\tau_i'}{W_i}}$$

$$\bar{Q}_i = \frac{80 + 2}{18 + 35 + \frac{64,5}{0,8} + \frac{0,5 + 2,2}{1 + 2,2} \cdot \frac{80 \cdot 21800}{13800}} = 0,33.$$

Это значение \bar{Q}_i близко к предварительно принятому, поэтому его не уточняем.

4. Искомая тепловая нагрузка отопительной установки.

$$Q_i = \bar{Q}_i \cdot Q_i'$$

$$Q_i = 0,33 \cdot 1740000 = 580000 \text{ Дж}/c = 500000 \text{ ккал}/ч.$$

5. Определяем:

$$q_i V = \frac{Q_i}{t_{в,п} - t_{н,о}}$$

$$q_i V = \frac{1740000}{18 + 35} = 32800 \text{ Дж}/(c \cdot K).$$

6. Находим внутреннюю температуру отапливаемых зданий:

$$t_b = t_h + \frac{Q_i}{q_i V}$$

$$t_b = -2 + \frac{580000}{32800} = 15,6^\circ\text{C}.$$

Задача № 4.2 [1]

Определить тепловую нагрузку отопительной установки и температуру внутреннего воздуха в том же здании при его присоединении к тепловой сети по независимой схеме, при эквиваленте расхода греющей сетевой воды через отопительный теплообменник $W_T = 13800 \text{ Дж}/(c \cdot K)$, температуре сетевой воды

на входе в теплообменник $\tau_{o1} = 80^{\circ}\text{C}$, $t_n = -2^{\circ}\text{C}$. Эквивалент расхода нагреваемой воды через отопительный теплообменник $W_o = 21800 \text{ Дж}/(\text{с} \cdot \text{K})$. Параметр отопительного теплообменника $\Phi_o = 6$.

Задача № 4.3 [1]

Расчетная тепловая нагрузка водовоздушного калорифера $Q_b'' = 1,163 \text{ МДж}/\text{с} = 1 \text{ Гкал}/\text{ч}$ при расчетных температурах: сетевой воды $\tau_{o1}'' = 102^{\circ}\text{C}$, $\tau_{o2}'' = 54^{\circ}\text{C}$; воздуха $t_{н.в} = -10^{\circ}\text{C}$, $t_1 = 25^{\circ}\text{C}$, т.е. при заданном значении площади поверхности нагрева F .

Определить расход сетевой воды через калорифер G_i и температуру воды после калорифера $\tau_{в2}$ при $t_n = 10^{\circ}\text{C}$, $\tau_{o1} = 70^{\circ}\text{C}$, $t_1 = 25^{\circ}\text{C}$. Расход воздуха через калорифер постоянный и равен расчетному расходу $W_b = W_b''$.

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа предусматривает:

- подготовку студентов к аудиторным лекционным и практическим занятиям;
- выполнение курсовой работы.

Для усвоения дисциплины необходима систематическая самостоятельная работа, контроль которой осуществляется с помощью графика самостоятельной работы (табл. 2).

Темы аудиторных лекционных и практических занятий; тема и задание для курсовой работы; рекомендуемая литература приведены в рабочей программе дисциплины и настоящем учебно-методическом комплексе.

График самостоятельной работы студентов

Таблица 2

№	Содержание	Объем в часах	Формы контроля	Сроки (недели)
1	2	3	4	5
1	Подготовка к лекционным занятиям (тема 1)	2	Проверочная работа	1
2	Подготовка к лекционным занятиям (тема 2)	2	Блиц-опрос на лекции	2
3	Подготовка к лекционным и практическим занятиям (тема 3)	3	Блиц-опрос на лекции	2,3

4	Подготовка к лекционным и практическим занятиям (тема 4)	3	Блиц-опрос на лекции	4
5	Подготовка к лекционным занятиям (тема 5)	2	Проверочная работа	5
6	Подготовка к лекционным и практическим занятиям (тема 6)	4	Блиц-опрос на лекции.	6,7
7	Подготовка к лекционным и практическим занятиям (тема 7)	3	Блиц-опрос на лекции	7
1	2	3	4	5
8	Подготовка к лекционным занятиям (тема 8)	2	Блиц-опрос на лекции	8
9	Подготовка к лекционным занятиям (тема 9)	2	Блиц-опрос на лекции	8,9
10	Подготовка к лекционным занятиям (тема 10)	3	Проверочная работа	9,10
11	Подготовка к лекционным и практическим занятиям (тема 11)	3	Блиц-опрос на лекции	10,11
12	Подготовка к лекционным и практическим занятиям (тема 12)	4	Блиц-опрос на лекции	11,12
13	Подготовка к лекционным и практическим занятиям (тема 13)	3	Блиц-опрос на лекции	12,13
14	Подготовка к лекционным занятиям (тема 14)	2	Проверочная работа	14,15
15	Подготовка к лекционным занятиям (тема 15)	2	Блиц-опрос на лекции	15

Методические указания по выполнению курсовой работы

Учебным рабочим планом специальности предусматривается выполнение курсовой работы по дисциплине «Основы централизованного теплоснабжения» на тему «Расчет системы теплоснабжения потребителя». Выполнение и защита курсовой работы является важной составляющей самостоятельной работы студентов. В курсовой работе необходимо при известных параметрах теплоносителя в точке подключения:

- 1) для жилого здания рассчитать тепловые нагрузки на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование;
- 2) выбрать тип теплотрассы;
- 3) выполнить гидравлический расчет теплотрассы;
- 4) выбрать схемы присоединения потребителей, построить пьезометрический график для потребителя.

Необходимый теоретический материал, порядок и пример расчета, исходные данные для проектирования приведены в [5].

Курсовая работа выполняется на листах формата А4 в объеме 25-30 страниц и графической части (3 листа), выполняемой в виде приложений.

Задание на курсовую работу выдается преподавателем индивидуально на отдельном листе, который включается в курсовую работу. В задании указывается: тема курсовой работы, исходные данные, содержание курсовой работы, дата выдачи задания и срок сдачи выполненной курсовой работы.

Задание на курсовую работу

Наименование параметров	Обозначения	Вариант											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Давление теплоносителя в точке подключения	P_1 , кгс/см ²	16	14	10	12	14	15	00	15	14	12	10	13
Статическое давление	P_2 , кгс/см ²	2	3	5	6	3	4	3	3	3	6	5	3
Температурный график теплоносителя	T_2-T_1	130-70	150-70	130-70	130-70	110-70	130-70	130-70	130-70	150-70	110-70	150-70	130-70
Отметка земли в точке подключения	H_3 , м	52	20	10	45	50	60	70	36	30	50	20	40

Отметка земли потребителя	$H_{п}$, м	80	60	40	15	20	35	20	20	50	20	30	80
Этажность	п, шт	9	12	5	9	12	16	9	9	12	14	9	12
Местонахождение потребителя	город	Шимановск	Тында	Благовещенск	Экимчан	Свободный	Белогорск	Тында	Сковородино		Свободный	Райчихинск	Зея
Норма жилой площади на человека	f , м ² /чел	15	15	12	12	12	15	12	12	15	12	12	12
Размеры здания	a x b, м	12x42	12x52	12x40	12x80	12x40	24x42	12x80	12x80	24x40	24x40	24x80	12x40
Схема теплоснабжения	тип	Закрытая	Открытая	Закрытая	Открытая	Закрытая	Закрытая	Открытая	Открытая	Закрытая	Открытая	Открытая	Открытая

Отношение наружного строительного объема к жилой площади $7 \text{ м}^3/\text{м}^2$.

Высота стандартного этажа 3 м.

Выбор способа прокладки делается самостоятельно.

Методические рекомендации по выполнению курсовой работы приведены в /2/.

График выполнения курсовой работы.

Таблица 3

№	Содержание	Объем в часах	Формы контроля	Сроки (недели)
1	2	3	4	5
1	Определение тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование	8	Проверка расчета	1
2	Выбор типа теплотрассы	4	Проверка расчета	2
3	Гидравлический расчет теплотрассы	6	Проверка расчета	3
4	Выбор схемы присоединения	6	Проверка расчета	3

	потребителя, построение пьезометрического графика			
5	Оформление курсовой работы	6	Нормоконтроль	4

Выполненная курсовая работа сдается преподавателю для проверки (два-три дня), защита курсовой работы производится в соответствии с графиком, по итогам защиты выставляется оценка. Студенты, не выполнившие или не защитившие курсовую работу, к экзаменационной сессии не допускаются.

Комплекты заданий для проверочных работ

Проверочная работа № 1 «Тепловое потребление»

1. Определить оптимальные по минимуму теплопотерь размеры жилого здания наружным объемом $V = 200$ тыс.м³, а также значение удельной теплопотери при оптимальных размерах. Исходные данные: средний коэффициент теплопередачи вертикальных ограждений $k_v = 1,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; эквивалентный коэффициент теплопередачи горизонтальных ограждений $k_g = 1,0 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; в плане здания имеет форму прямоугольника с отношением сторон $n = 10$.

2. Как изменятся оптимальные размеры здания и удельная теплопотеря, если здание тем же объемом $V = 200$ тыс.м³ будет выполнено в плане в форме квадрата. В этом случае $\Phi = 4$.

Проверочная работа № 2

«Режимы регулирования систем централизованного теплоснабжения»

1. Определить тепловую нагрузку отопительной установки и температуру внутреннего воздуха в том же здании при его присоединении к тепловой сети по независимой схеме, при эквиваленте расхода греющей сетевой воды через отопительный теплообменник $W_T = 13800 \text{ Дж}/(\text{с} \cdot \text{К})$, температуре сетевой воды на входе в теплообменник $\tau_{\text{в1}} = 80^\circ\text{C}$, $t_i = -2^\circ\text{C}$. Эквивалент расхода нагреваемой воды через отопительный теплообменник $W_i = 21800 \text{ Дж}/(\text{с} \cdot \text{К})$. Параметр отопительного теплообменника $\Phi_T = 6$.

2. Расчетная тепловая нагрузка водовоздушного калорифера $Q''_B = 1 \text{ Гкал/ч}$ при расчетных температурах: сетевой воды $\tau''_{\text{о1}} = 102^\circ\text{C}$, $\tau''_{\text{о2}} = 54^\circ\text{C}$; воздуха $t_{\text{i.а}} = -10^\circ\text{C}$, $t_1 = 25^\circ\text{C}$, т.е. при заданном значении площади поверхности нагрева F .

Определить расход сетевой воды через калорифер G_n и температуру воды после калорифера $t_{в2}$ при $t_1 = 10^\circ\text{C}$, $\tau_{o1} = 70^\circ\text{C}$, $t_1 = 25^\circ\text{C}$. Расход воздуха через калорифер постоянный и равен расчетному расходу $W_B = W_B''$.

Проверочная работа № 3 **«Оборудование тепловых пунктов(подстанций)»**

1. Расчетная нагрузка отопления $Q'_o = 10 \text{ МДж/с}$. Нагрузка отопления в точке излома температурного графика $Q'''_o = 3,5 \text{ МДж/с}$. Нагрузка горячего водоснабжения: средненедельная $Q_r^{\text{сп.н}} = 3 \text{ МДж/с}$, максимальная $Q_r^{\text{max}} = 7 \text{ МДж/с}$. Система теплоснабжения – закрытая. Отопительные установки присоединены к тепловой сети по зависимой схеме. Параметры сетевой воды на ГТП при характерных режимах: $\tau'_1 = 150^\circ\text{C}$, $\tau'_{o2} = 70^\circ\text{C}$, $\tau'''_1 = 70^\circ\text{C}$, $\tau'''_{o2} = 42^\circ\text{C}$, $\tau'''_{r2} = 30^\circ\text{C}$. Температура горячей и холодной водопроводной воды $t_r = 60^\circ\text{C}$, $t_x = 10^\circ\text{C}$.

Определить расчетный эквивалент и расход сетевой воды на ГТП при параллельной, двухступенчатой смешанной и двухступенчатой последовательной схемах присоединения установок горячего водоснабжения. Аккумулятор горячей воды отсутствует.

2. Определить типоразмеры трубчатого секционного и пластинчатого теплообменников для следующих условий. Расчетная тепловая нагрузка 1 МДж/с , температура первичного потока на входе в теплообменник и на выходе из него $\tau_1 = 70^\circ\text{C}$, $\tau_2 = 30^\circ\text{C}$. Температура вторичного потока на входе в теплообменник и на выходе из него $t_2 = 5^\circ\text{C}$, $t_1 = 60^\circ\text{C}$. Располагаемые напоры перед теплообменником: первичного потока $\Delta H_n = 10 \text{ м}$, вторичного потока $\Delta H_B = 8 \text{ м}$.

Проверочная работа № 4 **«Эксплуатация тепловых сетей»**

1. При наружной температуре $t_n = -8^\circ\text{C}$, что соответствует $\bar{Q}_o^p = 0,6$, температура обратной воды после отопительной установки $\tau_{o2} = 58^\circ\text{C}$ вместо $53,5^\circ\text{C}$ по расчетному графику. Температура сетевой воды перед отопительной установкой $\tau_{o1} = 101,5^\circ\text{C}$, что соответствует расчетному графику. Определить перерасход теплоты и сетевой воды на отопление.

В рассматриваемой отопительной установке $\Delta t'_p = 43^\circ\text{C}$, $\Delta t'_o = 64,5^\circ\text{C}$, $\delta\tau'_o = 80^\circ\text{C}$, $u = 2,2$. Расчетная отопительная нагрузка $Q'_o = 1 \text{ МДж/с} = 0,86 \text{ Гкал/ч}$.

2. Теплопровод с параметрами надежности $t_o = 10$ лет и $t_k = 25$ лет проработал $t_p = 30$ лет. Определить суммарное число отказов за весь срок действия теплопровода и среднегодовой поток отказов за период $t_p - t_o$.

4. МАТЕРИАЛЫ ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ

Методические указания по организации контроля знаний студентов

Важнейшей составляющей изучения дисциплины является контроль знаний студентов, в том числе тестовый контроль качества освоения профессиональной образовательной программы (проверка остаточных знаний). Приведенные ниже комплекты заданий позволяют оценить степень усвоения теоретического материала и практических навыков и умений по термодинамике в рамках учебной программы для энергетических специальностей вузов.

Предусмотрены следующие виды контроля знаний студентов:

Входной контроль

Входной контроль по дисциплине представляет собой задания, позволяющие оценить знание понятий, определений и закономерностей, используемых в данной дисциплине и изучаемых ранее в других курсах (физика, химия, математика), т.е. подготовленность студентов для освоения данной дисциплины.

Межсессионный контроль

Межсессионный контроль включает теоретические задания по изучаемым темам, выполнение проверочных работ, выполнение и защиту курсовой работы. Текущий контроль осуществляется систематически в течение семестра (см. график самостоятельной работы п. 5.2), по результатам контроля выставляется промежуточная аттестация (контрольные точки), экзаменационная оценка по дисциплине выставляется с учетом результатов межсессионного контроля.

Экзаменационный контроль

Итоговой формой контроля знаний студентов является экзамен. В ответах студентов на экзамене знания и умения оцениваются по пятибалльной системе. Опрос студентов осуществляется в письменно-устной форме. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса по изученному курсу и задачу (каждый вопрос и задача – по разным темам дисциплины). Для подготовки ответа на вопросы и решения задачи дается 40 мин.

Контроль остаточных знаний

Проверка качества освоения профессиональной образовательной программы осуществляется после изучения дисциплины в виде тестирования.

Критерии оценки знаний студентов

Входной контроль, межсессионный контроль (теоретические задания) и контроль остаточных знаний

Знания оцениваются по четырехбалльной шкале.

Отлично – не менее 85% правильно выполненных заданий; *хорошо* – не менее 75% правильно выполненных заданий; *удовлетворительно* – не менее 50% правильно выполненных заданий; *неудовлетворительно* – менее 50% правильно выполненных заданий.

Межсессионный контроль (проверочные работы)

Каждая проверочная работа включает две задачи. Практические умения решения задач оцениваются по четырех балльной шкале.

Отлично – правильно решены обе задачи. *Хорошо* – одна задача решена правильно, при решении второй задачи допущены ошибки (задача не решена до конца, неправильно найдены некоторые величины) или решение обеих задач содержит ошибки непринципиального характера. *Удовлетворительно* – правильно решена одна задача или решение обеих задач содержит принципиальные ошибки. *Неудовлетворительно* – обе задачи решены неверно.

Экзаменационный контроль

Итоговая аттестация по дисциплине включает рейтингово-модульную систему оценки знаний студентов в следующем соотношении: промежуточный контроль знаний студентов составляет 30 %, остальные 70 % определяются результатами итогового экзамена.

В ответах студентов на экзамене знания и умения оцениваются по четырехбалльной шкале.

Оценка «*отлично*» ставится в случае правильных и полных ответов на оба теоретические вопросы билета и правильного решения задачи.

Оценка «*хорошо*» ставится в случае:

- правильного, но неполного ответа на один из теоретических вопросов билета, требующего уточняющих дополнительных вопросов со стороны преподавателя или ответа, содержащего ошибки непринципиального характера, которые студент исправляет после замечаний (дополнительных вопросов) преподавателя; правильного решения задачи;

- правильных и полных ответа на оба теоретических вопроса билета; затруднений при решении задачи, с которыми студент справляется после помощи преподавателя.

Оценка «*удовлетворительно*» ставится в случае:

- ответов, содержащего ошибки принципиального характера на теоретические вопросы билета; правильного решения задачи;

- неверного ответа (отсутствия ответа) на один из теоретических вопросов билета; решения задачи после незначительной помощи преподавателя;

- правильных и полных ответов на оба теоретических вопроса билета; неверного решения задачи (не справился с задачей после помощи преподавателя).

Оценка «*неудовлетворительно*» ставится в случае:

неверных ответов (отсутствия ответов) на оба теоретических вопроса билета;

неверного ответа (отсутствия ответов) на один из теоретических вопросов билета и неверного решения задачи.

Фонды тестовых заданий

Входной контроль

Термический КПД цикла Ренкина определяется ...

Насос – это...

Теплофикация – это...

Турбинные установки классифицируют...

Межсессионный контроль

Задания для текущей проверки знаний

По теме № 1

1. Напишите расчетную формулу для определения удельной комбинированной выработки электрической энергии на паротурбинной ТЭЦ и объясните значения входящих в нее величин.
2. Напишите расчетную формулу для определения удельного расхода условного топлива на комбинированную выработку электрической энергии на базе теплового потребления и объясните значения входящих в нее величин.
3. Объясните, почему тепловая экономичность КЭС зависит от регенеративного подогрева конденсата.
4. Что такое критическая доля комбинированной выработки электроэнергии на ТЭЦ?
5. Как определяется экономия топлива при централизованном теплоснабжении от ТЭЦ и от котельных.

По теме № 5

1. Укажите возможные системы регулирования тепловой нагрузки и их характеристики
2. Путем изменения каких параметров принципиально возможно центральное регулирование тепловой нагрузки в водяных системах теплоснабжения?
3. В чем заключаются методы центрального регулирования открытых систем теплоснабжения по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения.
4. В чем состоит метод расчета графика температур тепловой сети при центральном качественном регулировании по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения?

По теме № 10

1. Основное назначение тепловых подстанций заключается ...
2. Уравнение характеристики водоструйного элеватора записывается...
3. Почему при возникновении кавитации в сопле элеватора снижается расход сетевой воды?
4. Укажите основные способы защиты от внутренней коррозии местных установок горячего водоснабжения в закрытых системах теплоснабжения?

По теме № 14

1. Что понимается под аварией и под отказом системы теплоснабжения?
2. Назовите основные пути повышения надежности водяных систем теплоснабжения.
3. Укажите основные виды гидравлических и тепловых испытания тепловых сетей.
4. В чем состоит методика проведения тепловых испытаний сетей на максимальную температуру?

Задания для проверочных работ приведены в пп. 4.4.

Экзаменационный контроль

Вопросы к экзамену

1. Энергетическая эффективность теплофикации и централизованного теплоснабжения. Понятие о централизованном и децентрализованном теплоснабжении. Достоинства, недостатки, область применения.
2. Теплофикация как наиболее совершенное направление централизованного теплоснабжения крупных жилых и промышленных районов. Роль теплофикации в энергетике России и других стран. Основные тенденции развития теплофикации.
3. Влияние степени загрузки отборов ТЭЦ по теплу, режимов потребления теплоты на экономию топлива. Экономия топлива от использования вторичных энергоресурсов и природной теплоты.
4. Тепловое потребление. Методы расчета часовых и годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование воздуха. Часовые и годовые графика расходов теплоты жилыми и промышленными районами.
5. Методы распределения годового расхода теплоты между различными источниками теплоснабжения. Часовой и годовой коэффициенты теплофикации.
6. Открытые и закрытые системы теплоснабжения. Основные схемы присоединения однородной и комбинированной тепловой нагрузки к водяным и паровым тепловым сетям. Понятие о групповых, местных и индивидуальных тепловых пунктах.

7. Режимы регулирования систем централизованного теплоснабжения. Основные методы и ступени регулирования тепловой нагрузки. Взаимодействие отдельных методов и области их использования.
8. Тепловые характеристики теплообменных аппаратов систем теплоснабжения. Их использование для определения параметров теплоносителей в нерасчетных режимах систем теплоснабжения.
9. Графики температур и расходов теплоносителя при центральном регулировании однородной и разнородной тепловой нагрузки в закрытых и открытых системах теплоснабжения.
10. Центральное, групповое и местное регулирование в системах с комбинированной тепловой нагрузкой. Учет расхода теплоты абонентскими теплопотребляющими установками. Энергетический и экономический эффект от совершенствования регулирования тепловой нагрузки.
11. Гидравлический расчет тепловых сетей. Задачи гидравлического расчета тепловых сетей. Расчет линейных и местных потерь давления в водяных и паровых тепловых сетях.
12. Методика гидравлического расчета разветвленных водяных и паровых тепловых сетей.
13. Пьезометрический график. Требования к характеру распределения давлений и напоров в статическом и динамическом режимах в тепловых сетях.
14. Насосные и дроссельные станции в водяных тепловых сетях.
15. Определение параметров сетевых, подпиточных, подкачивающих и смешительных насосов в водяных тепловых сетях.
16. Определение параметров конденсатных насосов для конденсатопроводов паровых систем теплоснабжения. Выбор схем присоединения отопительных установок к водяным тепловым сетям.
17. Гидравлический и водный режим тепловых сетей. Гидравлические характеристики элементов систем теплоснабжения и их сочетаний.
18. Гидравлические характеристики тепловых сетей и установленных в них насосов. Режим совместной работы насоса и сети.
19. Понятие о гидравлической устойчивости тепловых сетей. Точки регулируемого давления в тепловых сетях. Гидравлический режим водяных тепловых сетей с насосными и дроссельными станциями.
20. Утечки теплоносителя из тепловых сетей. Методы обнаружения неплотных участков тепловых сетей.
21. Требования к качеству подпиточной и сетевой воды. Методы обработки подпиточной воды тепловых сетей. Схемы водоподготовительных установок.
22. Оборудование систем теплоснабжения. Надземная и подземная прокладка теплопроводов.
23. Подземная канальная и бесканальная прокладка. Достоинства, недостатки, область применения.
24. Изоляционные конструкции: тепловая изоляция, защита теплопроводов от поверхностных и грунтовых вод, обеспечение механической прочности.

25. Расчет тепловых потерь тепловых сетей надземной и подземной прокладки.
26. Расчет падения температуры теплоносителя по длине тепловой сети.
27. Температурные деформации теплопроводов. Методы их компенсации.
28. Неподвижные и подвижные опоры. Расчет нагрузок на опоры.
29. Повреждаемость тепловых сетей. Её причины. Основные пути её снижения.
30. Испытания тепловых сетей (тепловые и гидравлические), вопросы подготовки к отопительному сезону.

Образцы экзаменационных билетов

АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Утверждено на заседании кафедры
от _____ протокол № _____
Зав. кафедрой Ю.В. Мясоедов

Кафедра энергетики
Факультет энергетический
Курс четвертый
Специальность 140101.65, 140106.65
Дисциплина
Основы централизованного теп-
лоснабжения

УТВЕРЖДАЮ

Билет № 4

1. Теплофикация как наиболее совершенное направление централизованного теплоснабжения крупных жилых и промышленных районов. Роль теплофикации в энергетике России и других стран. Основные тенденции развития теплофикации.
2. Расчет тепловых потерь тепловых сетей надземной и подземной прокладки.

3. Задача

Определить тепловую нагрузку отопительной установки и температуру внутреннего воздуха в том же здании при его присоединении к тепловой сети по независимой схеме, при эквиваленте расхода греющей сетевой воды через отопительный теплообменник $W_T = 13800 \text{ Дж}/(с \cdot K)$, температуре сетевой воды на входе в теплообменник $t_{\text{в1}} = 80^\circ\text{C}$, $t_{\text{г}} = -2^\circ\text{C}$. Эквивалент расхода нагреваемой воды через отопительный теплообменник $W_1 = 21800 \text{ Дж}/(с \cdot K)$. Параметр отопительного теплообменника $\Phi_T = 6$.

Контроль остаточных знаний

Тестовые задания для проверки остаточных знаний

20 заданий время тестирования 40 минут

Инструкция: При ответе следует выбрать ответ из предложенных (задания могут содержать несколько правильных ответов).

1. При работе ТЭЦ в базовом режиме по тепловому графику какой состав оборудования экономичнее:

- а) турбины с противодавлением;
- б) турбины конденсационные;

2. Необходимая поверхность водяного подогревателя определяется по формуле $F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t}$ при равных размерах подогревателя какой из подогревателей более эффективен:

- а) латунные трубки;
- б) стеклопластиковые;

3. Гидравлический расчет паропровода производят с учетом изменения состояния пара за счет падения давления и падения температуры, состояние пара при этом принимается:

- а) при удельном весе пара начале участка
- б) удельном весе пара конце участка
- в) среднем удельном весе

4. Какую минимальную температуру теплоносителя принимают для местных систем отопления в подающем трубопроводе:

- а) $t=95^{\circ}\text{C}$
- б) $t=130^{\circ}\text{C}$
- в) $t=60^{\circ}\text{C}$

5. Для усредненных условий расчета трубопроводов теплосети на прочность при $R_{\text{раб}}=16 \text{ кгс/см}^2$ $t=150^{\circ}\text{C}$ принимают величину допускаемого напряжения:

- а) 21 кгс/мм^2
- б) 11 кгс/мм^2

6. Какое оборудование устанавливают на ТЭЦ для покрытия пиковых нагрузок теплоснабжения:

- а) пиковые подогреватели, водогрейные котлы
- б) противодавленческие турбоагрегаты

7. При одинаковых конструкциях тепловой изоляции трубопровода теплосети в каком случае при эксплуатации его будут выше тепловые потери

- а) на открытом воздухе надземной прокладки
- б) прокладка в ж/б канале на поверхности земли
- в) подземная прокладка в ж/б канале при высоком грунтовых вод, без попутного дренажа.

8. Какой прибор используется в местных системах горячего водоснабжения при открытой схеме теплоснабжения:

- а) УРРД-2

- б) ТРЖ
- в) РДЗ^а

9. Какое вещество используют для схем защиты трубопроводов теплосети от внутренней коррозии:

- а) гидразин-гидрат
- б) силикат-натрия
- в) грунтовку ТФ-020

10. Для каких целей строят пьезометрические графики теплосети:

- а) для гидравлического расчета
- б) для определения схемы подключения потребителя и давлений на вводе.

11. В тепловых сетях устанавливается сальниковый компенсатор он предназначен:

- а) для восприятия боковых нагрузок трубопроводов
- б) для компенсации температурных удлинений трубопроводов
- в) для демпфирования гидравлических ударов

12. Что означает коэффициент смещения элеватора:

- а) количество теплоносителя подаваемого в систему
- б) количество подмешиваемого теплоносителя

13. Регулирование отпуска тепла от ТЭЦ производится центральное качественное в зависимости от температуры:

- а) внутреннего воздуха
- б) наружного воздуха
- в) за отопительной средней температуры

14. Отопительная характеристика жилых зданий определяется $X = \frac{a}{\sqrt[6]{V}}$

ккал/м³ г град, где а-постоянный коэффициент; V- объем здания

- а) по внутреннему обмеру
- б) по наружному обмеру

15. Какое здание обладает минимальными тепловыми потерями (при равнозначных ограждающих конструкциях) по форме:

- а) прямоугольное
- б) квадратное

16. В какое время года отпуск тепла от ТЭЦ производится по температурному графику 70/42 ° С:

- а) зима
- б) лето

17. В каком месте трубопровода теплосети возникают максимальные изгибающие напряжения:

- а) в пролете
- б) в середине пролета на расстоянии 0,3м от опоры
- в) непосредственно на опоре

18. В каких системах теплоснабжения потребителей используют элеваторные узлы

- а) зависимые схемы
- б) независимые схемы

19. На трубопроводах теплосети устанавливают неподвижные опоры, они рассчитываются на усилия:

- а) боковые
- б) осевые
- в) вертикальные
- г) вместе взятые

20. Тепловой эквивалент с электрической и тепловой энергии определяется соотношением:

- а) $1\text{кВт}\cdot\text{ч}=640\text{ккал}$
- б) $1\text{кВт}\cdot\text{ч}=860\text{ккал}$
- в) $1\text{кВт}\cdot\text{ч}=7000\text{ккал}$