

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Промышленная теплоэнергетика

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ИСТОЧНИКИ И СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.07 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 6 семестр - 4; 7 семестр - 5; всего - 9 |
| Часов (всего) по учебному плану: | 324 часа |
| Лекции | 6 семестр - 28 часа; 7 семестр - 32 часа; всего - 60 часов |
| Практические занятия | 6 семестр - 28 часа; 7 семестр - 16 часов; всего - 44 часа |
| Лабораторные работы | 7 семестр - 16 часов; |
| Консультации | 7 семестр - 18 часов; |
| Самостоятельная работа | 6 семестр - 87,7 часа; 7 семестр - 93,2 часа; всего - 180,9 часа |
| в том числе на КП/КР | 7 семестр - 15,7 часов; |
| Иная контактная работа | 7 семестр - 4 часа; |
| включая: | |
| Контрольная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Зачет с оценкой | 6 семестр - 0,3 часа; |
| Экзамен | 7 семестр - 0,5 часа; |
| Защита курсовой работы | 7 семестр - 0,3 часа; всего - 1,1 часа |

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

**Ю.В.
Яворовский**

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

**Руководитель
образовательной
программы**

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|--|---|---------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Шелгинский А.Я. |
| | Идентификатор | Rf4e216f4-ShelginskyAY-88390edf |

(подпись)

**А.Я.
Шелгинский**

(расшифровка подписи)

**Заведующий выпускающей
кафедры**

(должность, ученая степень, ученое
звание)

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

(подпись)

**Ю.В.
Яворовский**

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение структуры систем теплоснабжения, применяющихся основных схемных решений и оборудования, теоретических основ и принципов функционирования этих систем, основ их расчета и проектирования, изучение показателей, характеризующих надежность и энергетическую эффективность этих систем

Задачи дисциплины

- изучение структуры систем теплоснабжения, применяющихся схемных решений и оборудования существующих систем теплоснабжения;
- изучение теоретических основ и принципов функционирования систем теплоснабжения;
- ознакомление с методами и способами регулирования тепловой нагрузки, применяющимися в системах теплоснабжения;
- изучение основ расчета и проектирования систем теплоснабжения.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|--|---|
| ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники | ИД-1 _{ПК-1} Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники | знать: - источники теплоснабжения различных типов; - классификацию, характер изменения тепловых нагрузок и уметь их рассчитывать. уметь: - использовать нормативную документацию при расчетах систем теплоснабжения и выборе оборудования. |
| ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники | ИД-2 _{ПК-1} Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники | знать: - основы расчета и проектирования систем теплоснабжения; - принципиальные схемы источников комбинированного производства тепловой и электрической энергии – ТЭЦ; - тепловые схемы котельных, методы их расчета, основные показатели; - общую структуру систем теплоснабжения, применяющиеся схемные решения, оборудование тепловых сетей и тепловых пунктов. уметь: - проводить гидравлические и тепловые расчеты систем теплоснабжения. |
| ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов | ИД-4 _{ПК-1} Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и | знать: - методы регулирования тепловых нагрузок и методики для расчета подрегулирования тепловых нагрузок; |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--------------------------------|--|--|
| теплоэнергетики и теплотехники | теплотехники | <p>- теоретические основы и принципы функционирования систем теплоснабжения.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять основные показатели энергетической эффективности и характеристики тепловых сетей, тепловых пунктов и потребителей; - определять основные энергетические показатели ТЭЦ и котельных. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Промышленная теплоэнергетика (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Знать основы математики, физики, гидродинамики, технической термодинамики, тепломассообмена

- уметь Проводить арифметические расчеты, применять на практике знание основ математики, физики, гидродинамики, технической термодинамики, тепломассообмена

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания | |
|-------|---|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|--|---|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| 1 | Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов. Теплоносители систем теплоснабжения. | 16 | 6 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 8 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов. Теплоносители систем теплоснабжения. " <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов. Теплоносители систем теплоснабжения." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 58-79; стр. 85-114 [6], стр. 58-79; стр. 85-114</p> | |
| 1.1 | Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов. Теплоносители систем теплоснабжения | 16 | | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 8 | - | | |
| 2 | Регулирование отпуска теплоты в системе теплоснабжения предприятий и жилых районов. Методы регулирования тепловых нагрузок | 32 | | 8 | - | 10 | - | - | - | - | - | - | 14 | | - |
| 2.1 | Регулирование отпуска теплоты в | 32 | | 8 | - | 10 | - | - | - | - | - | - | 14 | | - |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|----|----|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
| | системе теплоснабжения предприятий и жилых районов. Методы регулирования тепловых нагрузок | | | | | | | | | | | | районов. Методы регулирования тепловых нагрузок" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 116-166, стр. 169-170, стр.178-181 [2], стр.9-75 [6], стр. 116-166, стр. 169-170, стр.178-181 |
| 3 | Тепловые сети водяных и паровых систем теплоснабжения. Классификация, параметры, схемы, конфигурация и оборудование. Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Схемы, режимы, особенности работы и области применения | 40 | 10 | - | 6 | - | - | - | - | - | 24 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Тепловые сети водяных и паровых систем теплоснабжения. Классификация, параметры, схемы, конфигурация и оборудование. Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Схемы, режимы, особенности работы и области применения" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Тепловые сети водяных и паровых систем теплоснабжения. Классификация, параметры, схемы, конфигурация и оборудование. Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Схемы, режимы, особенности работы и области применения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> |
| 3.1 | Тепловые сети водяных и паровых систем теплоснабжения. Классификация, параметры, схемы, конфигурация и оборудование. Расчет на прочность | 22 | 6 | - | 4 | - | - | - | - | - | 12 | - | [1], стр.182-186, стр.211-212, стр. 305-320, стр.322-340, стр.262-263, стр.266-269, стр.278-286, стр.292-304 [2], стр.76-102 [6], стр.182-186, стр.211-212, стр. 305-320, стр.322-340, стр.262-263, стр.266-269, стр.278-286, стр.292-304 |
| 3.2 | Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Схемы, режимы, особенности работы и области применения | 18 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 12 | - | |
| 4 | Гидравлические и аэродинамические | 38 | 6 | - | 8 | - | - | - | - | - | 24 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|
| | расчеты тепловых сетей. Пьезометрические графики, гидравлические режимы и выбор насосного оборудования. Теплоизоляционные материалы и теплоизолирующие конструкции трубопроводов тепловых сетей и оборудования систем теплоснабжения. Тепловой расчет, выбор параметров тепловой изоляции | | | | | | | | | | | | "Гидравлические и аэродинамические расчеты тепловых сетей. Пьезометрические графики, гидравлические режимы и выбор насосного оборудования. Теплоизоляционные материалы и теплоизолирующие конструкции трубопроводов тепловых сетей и оборудования систем теплоснабжения. Тепловой расчет, выбор параметров тепловой изоляции" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Гидравлические и аэродинамические расчеты тепловых сетей. Пьезометрические графики, гидравлические режимы и выбор насосного оборудования. Теплоизоляционные материалы и теплоизолирующие конструкции трубопроводов тепловых сетей и оборудования систем теплоснабжения. Тепловой расчет, выбор параметров тепловой изоляции" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 182, стр.186-208, стр. 216-241, стр.320-322, стр.341-352 [6], стр. 182, стр.186-208, стр. 216-241, стр.320-322, стр.341-352 |
| 4.1 | Гидравлические и аэродинамические расчеты тепловых сетей. Пьезометрические графики, гидравлические режимы и выбор насосного оборудования | 20 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 12 | - | |
| 4.2 | Теплоизоляционные материалы и теплоизолирующие конструкции трубопроводов тепловых сетей и оборудования систем теплоснабжения. Тепловой расчет, выбор параметров | 18 | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | 12 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|--------------|---|-----------|---|-----------|---|---|---|---|------------|-------------|-------------|---|
| | тепловой изоляции | | | | | | | | | | | | | |
| | Зачет с оценкой | 18.0 | | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | 17.7 | |
| | Всего за семестр | 144.0 | | 28 | - | 28 | - | - | - | - | 0.3 | 70 | 17.7 | |
| | Итого за семестр | 144.0 | | 28 | - | 28 | - | - | - | - | 0.3 | 87.7 | | |
| 5 | Источники генерации теплоты в системах теплоснабжения. Производственные и отопительные котельные. Назначение и области рационального использования | 36 | 7 | 10 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | 14 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Источники генерации теплоты в системах теплоснабжения. Производственные и отопительные котельные. Назначение и области рационального использования" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Источники генерации теплоты в системах теплоснабжения. Производственные и отопительные котельные. Назначение и области рационального использования" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях |
| 5.1 | Источники генерации теплоты в системах теплоснабжения. Производственные и отопительные котельные. Назначение и области рационального использования | 36 | | 10 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | 14 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр.79-85, стр.170-178, стр.400-418 [2], стр. 193-210 [6], стр.79-85, стр.170-178, стр.400-418 |
| 6 | Комбинированное производство тепловой и электрической энергии (теплофикация, когенерация). Паротурбинные, газотурбинные и парогазовые ТЭЦ, ТЭЦ-ДВС. | 46 | | 14 | 8 | 8 | - | - | - | - | - | 16 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Комбинированное производство тепловой и электрической энергии (теплофикация, когенерация). Паротурбинные, газотурбинные и парогазовые ТЭЦ, ТЭЦ-ДВС." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр.19-54, стр.249-261 [2], стр.211-218 [3], стр.5-54 [4], стр.50-74 [5], стр.382-431, стр.432-487 [6], стр.19-54, стр.249-261 |
| 6.1 | Комбинированное производство тепловой и электрической энергии | 46 | | 14 | 8 | 8 | - | - | - | - | - | 16 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------------|--------------|-------------|--|
| | (теплофикация, когенерация). Паротурбинные, газотурбинные и парогазовые ТЭЦ, ТЭЦ-ДВС. | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Источники атомного теплоснабжения. Мини- и микро- ТЭЦ. Источники автономного теплоснабжения с когенерацией. Утилизационные ТЭЦ. Использование тепловых насосов для теплоснабжения | 26 | 8 | - | 4 | - | - | - | - | - | 14 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Источники атомного теплоснабжения. Мини- и микро- ТЭЦ. Источники автономного теплоснабжения с когенерацией. Утилизационные ТЭЦ. Использование тепловых насосов для теплоснабжения"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр.110-112, стр.212-215, стр.54-57, стр.415-418, стр.418-420, стр.428-431 [6], стр.110-112, стр.212-215, стр.54-57, стр.415-418, стр.418-420, стр.428-431</p> |
| 7.1 | Источники атомного теплоснабжения. | 7 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 5 | - | |
| 7.2 | Мини- и микро- ТЭЦ. Источники автономного теплоснабжения с когенерацией. | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 7.3 | Утилизационные ТЭЦ. | 9 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | |
| 7.4 | Использование тепловых насосов для теплоснабжения | 8 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Курсовая работа (КР) | 36.0 | - | - | - | 16 | - | 4 | - | 0.3 | 15.7 | - | |
| | Всего за семестр | 180.0 | 32 | 16 | 16 | 16 | 2 | 4 | - | 0.8 | 59.7 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 180.0 | 32 | 16 | 16 | 18 | | 4 | | 0.8 | 93.2 | | |
| | ИТОГО | 324.0 | - | 60 | 16 | 44 | 18 | | 4 | 1.1 | 180.9 | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам

дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов. Теплоносители систем теплоснабжения.

1.1. Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов. Теплоносители систем теплоснабжения

Особенности развития систем теплоснабжения в СССР и РФ. Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов. Размеры городов, климатические параметры (ГСОП) и их влияние на структуру систем теплоснабжения. Теплоносители систем теплоснабжения. Их достоинства и недостатки. Требования к качеству и параметрам теплоносителей. Классификация водяных систем централизованного теплоснабжения предприятий и жилых районов..

2. Регулирование отпуска теплоты в системе теплоснабжения предприятий и жилых районов. Методы регулирования тепловых нагрузок

2.1. Регулирование отпуска теплоты в системе теплоснабжения предприятий и жилых районов. Методы регулирования тепловых нагрузок

Регулирование отпуска теплоты в системе теплоснабжения предприятий и жилых районов. Методы регулирования тепловой нагрузки. Центральное качественное регулирование отопительной тепловой нагрузки в водяных системах отопления здания. Состав оборудования систем отопления зданий. Графики изменения температур расхода сетевой воды при качественном регулировании отопительной тепловой нагрузки для жилых, общественных, административно бытовых и производственных зданий. Центральное качественное регулирование отопительной тепловой нагрузки в системах воздушного отопления здания. Схема системы воздушного отопления здания. Регулирование разнородной тепловой нагрузки в водяных системах централизованного снабжения. Оценка качества и фактических режимов потребления тепловой энергии в водяных системах централизованного теплоснабжения..

3. Тепловые сети водяных и паровых систем теплоснабжения. Классификация, параметры, схемы, конфигурация и оборудование. Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Схемы, режимы, особенности работы и области применения

3.1. Тепловые сети водяных и паровых систем теплоснабжения. Классификация, параметры, схемы, конфигурация и оборудование. Расчет на прочность

Тепловые сети водяных и паровых систем теплоснабжения. Их классификация и параметры. Возврат конденсата в паровых системах теплоснабжения. Трубопроводы, арматура, оборудование тепловых сетей. Схемы и конфигурации тепловых сетей. Компенсация температурных удлинений. Расчет на прочность элементов тепловых сетей..

3.2. Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Схемы, режимы, особенности работы и области применения

Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Принципиальная схема теплового пункта с одноступенчатым параллельным присоединением подогревателей ГВС. Схема теплового пункта с двухступенчатым последовательным присоединением подогревателей ГВС. Схема теплового пункта для водяной закрытой системы теплоснабжения с двухступенчатым смешанным присоединением подогревателей ГВС. Области применения этих схем и особенности работы..

4. Гидравлические и аэродинамические расчеты тепловых сетей. Пьезометрические графики, гидравлические режимы и выбор насосного оборудования. Теплоизоляционные материалы и теплоизолирующие конструкции трубопроводов тепловых сетей и оборудования систем теплоснабжения. Тепловой расчет, выбор параметров тепловой изоляции

4.1. Гидравлические и аэродинамические расчеты тепловых сетей. Пьезометрические графики, гидравлические режимы и выбор насосного оборудования

Основные задачи и методики гидравлического расчета водяных тепловых сетей. Построение пьезометрического графика для водяной тепловой сети. Расчетные и нерасчетные режимы эксплуатации тепловых сетей. Современные информационно-расчетные программные комплексы для расчета и анализа тепловых сетей. Выбор сетевых и подпиточных насосов для водяных тепловых сетей. Параллельное и последовательное соединение сетевых и подпиточных насосов. Определение затрат электроэнергии на транспортировку сетевой воды. Аэродинамический расчет паровой тепловой сети (паро- и конденсаторопроводов). Расчет гидравлических режимов тепловых сетей..

4.2. Теплоизоляционные материалы и теплоизолирующие конструкции трубопроводов тепловых сетей и оборудования систем теплоснабжения. Тепловой расчет, выбор параметров тепловой изоляции

Теплоизолирующие конструкции теплопроводов тепловых сетей и оборудования систем теплоснабжения. Выбор способа прокладки тепловых сетей, основы выбора трассы, материала и геометрических параметров тепловой изоляции. Тепловой расчет тепловых сетей. Тепловые потери. Современные типы изоляции тепловых сетей..

5. Источники генерации теплоты в системах теплоснабжения. Производственные и отопительные котельные. Назначение и области рационального использования

5.1. Источники генерации теплоты в системах теплоснабжения. Производственные и отопительные котельные. Назначение и области рационального использования

Источники генерации теплоты в системах теплоснабжения РФ, классификация, общая статистическая информация, современное состояние. Классификация котельных. Производственные и отопительные котельные. Их назначение и области рационального использования. Тепловые схемы котельных (водогрейных, паровых и пароводогрейных) и методы их расчета. Основное и вспомогательное оборудование котельных, принцип его выбора. Энергетические, экологические и экономические показатели котельных. Основные направления их энергетического совершенствования..

6. Комбинированное производство тепловой и электрической энергии (теплофикация, когенерация). Паротурбинные, газотурбинные и парогазовые ТЭЦ, ТЭЦ-ДВС.

6.1. Комбинированное производство тепловой и электрической энергии (теплофикация, когенерация). Паротурбинные, газотурбинные и парогазовые ТЭЦ, ТЭЦ-ДВС.

Назначение, классификация и теоретические основы работы ТЭЦ. Энергетические и экологические преимущества комбинированного способа выработки теплоты и электроэнергии. Паротурбинные, газотурбинные, парогазовые ТЭЦ, их термодинамические циклы. Принципиальные тепловые схемы ТЭЦ и их расчет. Влияние изменения: начальных параметров пара, используемого на ТЭЦ; параметров пара, отпускаемого из отборов турбины; степени регенеративного подогрева питательной воды на энергетические показатели паротурбинных ТЭЦ. Диаграммы режимов турбин с регулируемыми отборами пара. Системы отпуска технологического пара и горячей воды от ТЭЦ. Методика выбора

основного и вспомогательного оборудования. Методика определения расхода топлива, потребляемого на ТЭЦ, и методики распределения его затрат между производством отпущенной теплоты и электроэнергией. Коэффициент теплофикации и определение его оптимального значения. Пиковые котельные..

7. Источники атомного теплоснабжения. Мини- и микро- ТЭЦ. Источники автономного теплоснабжения с когенерацией. Утилизационные ТЭЦ. Использование тепловых насосов для теплоснабжения

7.1. Источники атомного теплоснабжения.

АТЭЦ и АСТ, принципиальные схемы, эффективность применения. Системы дальнего транспорта теплоты. АТЭЦ малой мощности для автономного энергоснабжения удаленных территорий..

7.2. Мини- и микро- ТЭЦ. Источники автономного теплоснабжения с когенерацией.

Схемы, термодинамические циклы, оборудование. Особенности использования газотурбинных агрегатов и двигателей внутреннего сгорания для комбинированной выработки теплоты и электроэнергии на мини- и микро- ТЭЦ. Энергетические, эксплуатационные и экологические показатели. Перспективы их использования для надстройки котельных, распределенной генерации..

7.3. Утилизационные ТЭЦ.

Особенности использования ВЭР для производства теплоты и электроэнергии в утилизационных котельных и ТЭЦ. Установки и схемы. Определение экономии топлива при использовании ВЭР для теплоснабжения..

7.4. Использование тепловых насосов для теплоснабжения

Схема парокомпрессионного и абсорбционного теплового насоса, термодинамический цикл, параметры, применяемые рабочие тела, оборудование. Особенности применения тепловых насосов для целей теплоснабжения и холодоснабжения, режимы, их основные показатели работы, определение их эффективности и области применения..

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет тепловых нагрузок для промышленных и коммунально-бытовых потребителей теплоты. Метод расчета отопительной тепловой нагрузки по укрупненным показателям.;
2. Методы определения годового расхода теплоты промышленными и коммунально-бытовыми потребителями. Расчетный метод определения годового расхода теплоты промышленными и коммунально-бытовыми потребителями. Графический метод определения годового расхода теплоты промышленными и коммунально-бытовыми потребителями.;
3. Расчет температурных графиков систем теплоснабжения при качественном методе регулирования потребителей;
4. Уравнение характеристики отопительных систем (Уравнение Соколова). Оценка качества и фактических режимов потребления тепловой энергии в водяных системах централизованного теплоснабжения в зонах излома температурных графиков;
5. Местное подрегулирование тепловой нагрузки горячего водоснабжения для водяных открытых систем теплоснабжения;
6. Местное подрегулирование тепловой нагрузки горячего водоснабжения для водяных закрытых систем теплоснабжения;

7. 7. Местное подрегулирование вентиляционной тепловой нагрузки;
8. 8. Расчет характеристик, зависящих от конфигурации и параметров участков тепловой сети, основы и принципы расчета на прочность;
9. 9. Расчет и выбор оборудования тепловых пунктов;
10. 10. Гидравлический расчет водяных двухтрубных тепловых сетей. Расчет гидравлических режимов тепловых сетей;
11. 11. Тепловой расчет теплоизоляционной конструкции трубопроводов тепловых сетей при различных видах прокладки, выбор теплоизоляционного материала.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Изучение схемы, оборудования и режима работы учебно-экспериментального центрального теплового пункта МЭИ;
2. Проведение балансовых тепловых расчетов теплообменного оборудования и анализ фактических характеристик насосного оборудования центрального теплового пункта МЭИ;
3. Расчет и рациональный выбор пластинчатых теплообменников системы отопления и системы горячего водоснабжения на ЭВМ;
4. Исследование и анализ теплогидравлических режимов тепловой сети на базе математического моделирования системы теплоснабжения населенного пункта.

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов. Теплоносители систем теплоснабжения. "
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Регулирование отпуска теплоты в системе теплоснабжения предприятий и жилых районов. Методы регулирования тепловых нагрузок"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Тепловые сети водяных и паровых систем теплоснабжения. Классификация, параметры, схемы, конфигурация и оборудование. Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Схемы, режимы, особенности работы и области применения"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Гидравлические и аэродинамические расчеты тепловых сетей. Пьезометрические графики, гидравлические режимы и выбор насосного оборудования. Теплоизоляционные материалы и теплоизолирующие конструкции трубопроводов тепловых сетей и оборудования систем теплоснабжения. Тепловой расчет, выбор параметров тепловой изоляции"
5. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела

"Источники генерации теплоты в системах теплоснабжения. Производственные и отопительные котельные. Назначение и области рационального использования"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов. Теплоносители систем теплоснабжения."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Регулирование отпуска теплоты в системе теплоснабжения предприятий и жилых районов. Методы регулирования тепловых нагрузок"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Тепловые сети водяных и паровых систем теплоснабжения. Классификация, параметры, схемы, конфигурация и оборудование. Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Схемы, режимы, особенности работы и области применения"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Гидравлические и аэродинамические расчеты тепловых сетей. Пьезометрические графики, гидравлические режимы и выбор насосного оборудования. Теплоизоляционные материалы и теплоизолирующие конструкции трубопроводов тепловых сетей и оборудования систем теплоснабжения. Тепловой расчет, выбор параметров тепловой изоляции"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Источники генерации теплоты в системах теплоснабжения. Производственные и отопительные котельные. Назначение и области рационального использования"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов. Теплоносители систем теплоснабжения. Регулирование отпуска теплоты в системе теплоснабжения предприятий и жилых районов. Методы регулирования тепловых нагрузок"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Комбинированное производство тепловой и электрической энергии (теплофикация, когенерация). Паротурбинные, газотурбинные и парогазовые ТЭЦ, ТЭЦ-ДВС."
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Источники атомного теплоснабжения. Мини- и микро- ТЭЦ. Источники автономного теплоснабжения с когенерацией. Утилизационные ТЭЦ. Использование тепловых насосов для теплоснабжения"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

7 Семестр

Курсовая работа (КР)

График выполнения курсового проекта

| Неделя | 1 - 4 | 5 - 8 | 9 - 12 | 13 - 16 | Зачетная |
|---|-------|---------|--------|---------|--------------------------|
| Раздел курсового проекта | 1, 2 | 3, 4, 5 | 6, 7 | 8, 9 | Защита курсового проекта |
| Объем раздела, % | 15 | 30 | 35 | 20 | - |
| Выполненный объем нарастающим итогом, % | 15 | 45 | 80 | 100 | - |

| Номер раздела | Раздел курсового проекта |
|---------------|---|
| 1 | Расчет тепловых нагрузок для каждого потребителя теплоты |
| 2 | Вычисление годового расхода теплоты для всех потребителей |
| 3 | Расчет регулирования отпуска теплоты для систем отопления, горячего водоснабжения и вентиляции зданий. Определение основных показателей качества потребления тепловой энергии |
| 4 | Расчет местного подрегулирования отпуска теплоты для систем вентиляции, горячего водоснабжения |
| 5 | Определение расходов сетевой воды в подающем и обратном трубопроводе тепловой сети на различных режимах работы, вычисление средневзвешенной температуры сетевой воды в обратном трубопроводе тепловой сети |
| 6 | Гидравлический расчет водяной тепловой сети и построение пьезометрического графика (расчетный и летний режим работы), выбор сетевых и подпиточных насосов, определение затрат электроэнергии на транспортировку теплоносителя |
| 7 | Определение тепловых потерь при транспортировке теплоносителя |
| 8 | Выбор основного оборудования котельной (при разработке варианта с котельной), выбор оборудования теплоподготовительной установки ТЭЦ (при разработке варианта с ТЭЦ). |
| 9 | Оформление схем теплового пункта жилого микрорайона, температурных графиков и графиков расхода сетевой воды, пьезометрических графиков, схемы системы теплоснабжения жилого микрорайона, тепловой схемы котельной или ТЭЦ |

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | | | | Оценочное средство (тип и наименование) | |
|--|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| Знать: | | | | | | | | | | |
| классификацию, характер изменения тепловых нагрузок и уметь их рассчитывать | ИД-1 _{ПК-1} | | | + | | | | | | Контрольная работа/Контрольная работа №3. |
| источники теплоснабжения различных типов | ИД-1 _{ПК-1} | | | | | | | | + | Контрольная работа/Контрольная работа №4 (7 семестр). |
| общую структуру систем теплоснабжения, применяющиеся схемные решения, оборудование тепловых сетей и тепловых пунктов | ИД-2 _{ПК-1} | + | | | | | | | | Контрольная работа/Контрольная работа №1 |
| тепловые схемы котельных, методы их расчета, основные показатели | ИД-2 _{ПК-1} | | | | | | + | | | Контрольная работа/Контрольная работа №1 (7 семестр) |
| принципиальные схемы источников комбинированного производства тепловой и электрической энергии – ТЭЦ | ИД-2 _{ПК-1} | | | | | | | + | | Контрольная работа/Контрольная работа №2 (7 семестр) Контрольная работа/Контрольная работа №3 (7 семестр) |
| основы расчета и проектирования систем теплоснабжения | ИД-2 _{ПК-1} | | | | + | | | | | Контрольная работа/Контрольная работа №4. |
| теоретические основы и принципы функционирования систем теплоснабжения | ИД-4 _{ПК-1} | | | | + | | | | | Контрольная работа/Контрольная работа №4. |
| методы регулирования тепловых нагрузок и методики для расчета подрегулирования тепловых нагрузок | ИД-4 _{ПК-1} | | + | | | | | | | Контрольная работа/Контрольная работа №2 |
| Уметь: | | | | | | | | | | |
| использовать нормативную документацию при расчетах систем теплоснабжения и выборе оборудования | ИД-1 _{ПК-1} | + | | | | | | | | Контрольная работа/Контрольная работа №1 |
| проводить гидравлические и тепловые расчеты систем | ИД-2 _{ПК-1} | | | | + | | | | | Контрольная |

| | | | | | | | | | |
|--|----------|--|--|---|--|--|--|---|--|
| теплоснабжения | | | | | | | | | работа/Контрольная работа №4. |
| определять основные энергетические показатели ТЭЦ и котельных | ИД-4ПК-1 | | | | | | | + | Контрольная работа/Контрольная работа №3 (7 семестр) |
| определять основные показатели энергетической эффективности и характеристики тепловых сетей, тепловых пунктов и потребителей | ИД-4ПК-1 | | | + | | | | | Контрольная работа/Контрольная работа №3. |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

6 семестр

Форма реализации: Выполнение задания

1. Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №3. (Контрольная работа)
4. Контрольная работа №4. (Контрольная работа)

7 семестр

Форма реализации: Выполнение задания

1. Контрольная работа №1 (7 семестр) (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 (7 семестр) (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №3 (7 семестр) (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №4 (7 семестр). (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №6)

Экзамен (Семестр №7)

Курсовая работа (КР) (Семестр №7)

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Е. Я. Соколов . – 9-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 472 с. - ISBN 978-5-383-00337-4 .
http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5312;
2. Тепловые схемы и оборудование энергоэффективных систем теплоснабжения. Лабораторный практикум : учебное пособие для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика", специальностям 140104 "Промышленная теплоэнергетика" и 140106

- "Энергообеспечение предприятий" / Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. А. Я. Шелгинский, А. Л. Ефимов . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 232 с. - ISBN 978-5-383-00279-7 .;
3. Баженов, М. И. Источники и системы теплоэнергоснабжения промышленных предприятий. Сборник задач : учебное пособие по курсу "Источники и системы теплоснабжения" по направлению "Теплоэнергетика" / М. И. Баженов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 76 с. - ISBN 5-7046-1379-9 .;
4. Тепловые электрические станции : учебник для вузов по специальности "Тепловые электрические станции" направления "Теплоэнергетика" / В. Д. Буров, [и др.] ; ред. В. М. Лавыгин, А. С. Седлов, С. В. Цанев . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 466 с. - ISBN 978-5-903072-86-6 .;
5. Цанев, С. В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учебное пособие для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика", специальности 140101 "Тепловые электрические станции" по дисциплинам "Парогазовые и газотурбинные установки электростанций" и "Тепловые и атомные электрические станции" / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов ; Ред. С. В. Цанев . – 3-е изд., стер . – М. : Изд-во МЭИ, 2009 . – 584 с. - ISBN 978-5-383-00340-4 .;
6. Соколов Е. Я.- "Теплофикация и тепловые сети", (9-е изд., стереот.), Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2009 - (472 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72299.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
3. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---------------|-------------------------------|-----------|
| | отсутствует | |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Источники и системы теплоснабжения

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)

КМ-2 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)

КМ-3 Контрольная работа №3. (Контрольная работа)

КМ-4 Контрольная работа №4. (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 16 |
| 1 | Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов. Теплоносители систем теплоснабжения. | | | | | |
| 1.1 | Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов. Теплоносители систем теплоснабжения | | + | | | |
| 2 | Регулирование отпуска теплоты в системе теплоснабжения предприятий и жилых районов. Методы регулирования тепловых нагрузок | | | | | |
| 2.1 | Регулирование отпуска теплоты в системе теплоснабжения предприятий и жилых районов. Методы регулирования тепловых нагрузок | | | + | | |
| 3 | Тепловые сети водяных и паровых систем теплоснабжения. Классификация, параметры, схемы, конфигурация и оборудование. Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Схемы, режимы, особенности работы и области применения | | | | | |
| 3.1 | Тепловые сети водяных и паровых систем теплоснабжения. Классификация, параметры, схемы, конфигурация и оборудование. Расчет на прочность | | | | + | |
| 3.2 | Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Схемы, режимы, особенности работы и области применения | | | | + | |
| 4 | Гидравлические и аэродинамические расчеты тепловых сетей. Пьезометрические графики, гидравлические режимы и выбор насосного оборудования. Теплоизоляционные материалы и теплоизолирующие конструкции трубопроводов тепловых сетей и оборудования систем теплоснабжения. Тепловой расчет, выбор параметров тепловой изоляции | | | | | |

| | | | | | |
|------------|---|----|----|----|----|
| 4.1 | Гидравлические и аэродинамические расчеты тепловых сетей. Пьезометрические графики, гидравлические режимы и выбор насосного оборудования | | | | + |
| 4.2 | Теплоизоляционные материалы и теплоизолирующие конструкции трубопроводов тепловых сетей и оборудования систем теплоснабжения. Тепловой расчет, выбор параметров тепловой изоляции | | | | + |
| Вес КМ, %: | | 15 | 15 | 20 | 50 |

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-5 Контрольная работа №1 (7 семестр) (Контрольная работа)
- КМ-6 Контрольная работа №2 (7 семестр) (Контрольная работа)
- КМ-7 Контрольная работа №3 (7 семестр) (Контрольная работа)
- КМ-8 Контрольная работа №4 (7 семестр). (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 16 |
| 1 | Источники генерации теплоты в системах теплоснабжения. Производственные и отопительные котельные. Назначение и области рационального использования | | | | | |
| 1.1 | Источники генерации теплоты в системах теплоснабжения. Производственные и отопительные котельные. Назначение и области рационального использования | | + | | | |
| 2 | Комбинированное производство тепловой и электрической энергии (теплофикация, когенерация). Паротурбинные, газотурбинные и парогазовые ТЭЦ, ТЭЦ-ДВС. | | | | | |
| 2.1 | Комбинированное производство тепловой и электрической энергии (теплофикация, когенерация). Паротурбинные, газотурбинные и парогазовые ТЭЦ, ТЭЦ-ДВС. | | | + | + | |
| 3 | Источники атомного теплоснабжения. Мини- и микро-ТЭЦ. Источники автономного теплоснабжения с когенерацией. Утилизационные ТЭЦ. Использование тепловых насосов для теплоснабжения | | | | | |
| 3.1 | Источники атомного теплоснабжения. | | | | | + |
| 3.2 | Мини- и микро- ТЭЦ. Источники автономного теплоснабжения с когенерацией. | | | | | + |
| 3.3 | Утилизационные ТЭЦ. | | | | | + |
| 3.4 | Использование тепловых насосов для теплоснабжения | | | | | + |

| | | | | | |
|--|------------|----|----|----|----|
| | Bec KM, %: | 15 | 15 | 20 | 50 |
|--|------------|----|----|----|----|

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Источники и системы теплоснабжения

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

КМ-1 КМ1
КМ-2 КМ2
КМ-3 КМ2
КМ-4 КМ4

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

| Номер раздела | Раздел курсового проекта/курсовой работы | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 16 |
| 1 | Расчет тепловых нагрузок для каждого потребителя теплоты | | + | | | |
| 2 | Вычисление годового расхода теплоты для всех потребителей | | + | | | |
| 3 | Расчет регулирования отпуска теплоты для систем отопления, горячего водоснабжения и вентиляции зданий. Определение основных показателей качества потребления тепловой энергии | | | + | | |
| 4 | Расчет местного подрегулирования отпуска теплоты для систем вентиляции, горячего водоснабжения | | | + | | |
| 5 | Определение расходов сетевой воды в подающем и обратном трубопроводе тепловой сети на различных режимах работы, вычисление средневзвешенной температуры сетевой воды в обратном трубопроводе тепловой сети | | | + | | |
| 6 | Гидравлический расчет водяной тепловой сети и построение пьезометрического графика (расчетный и летний режим работы), выбор сетевых и подпиточных насосов, определение затрат электроэнергии на транспортировку теплоносителя | | | | + | |
| 7 | Определение тепловых потерь при транспортировке теплоносителя | | | | + | |
| 8 | Выбор основного оборудования котельной (при разработке варианта с котельной), выбор оборудования теплоподготовительной установки ТЭЦ (при разработке варианта с ТЭЦ). | | | | | + |
| 9 | Оформление схем теплового пункта жилого микрорайона, температурных графиков и графиков | | | | | + |

| | | | | | |
|--|--|----|----|----|----|
| | расхода сетевой воды, пьезометрических графиков, схемы системы теплоснабжения жилого микрорайона, тепловой схемы котельной или ТЭЦ | | | | |
| | Вес КМ, %: | 15 | 30 | 35 | 20 |