

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Системы теплоэнергоснабжения городов

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ИСТОЧНИКИ И СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

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

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

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

Ю.В.  
Яворовский

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гашо Е.Г.
	Идентификатор	R913da1fa-GashoYG-eb0efe14

Е.Г. Гашо

Заведующий выпускающей  
кафедрой

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

Ю.В.  
Яворовский

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение структуры 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 <sub>ПК-1</sub> 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 <sub>ПК-1</sub> Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники	знать: - принципиальные схемы источников комбинированного производства тепловой и электрической энергии – ТЭЦ; - тепловые схемы котельных, методы их расчета, основные показатели; - основы расчета и проектирования систем теплоснабжения; - 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 <sub>ПК-1</sub> 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"> <li>- определять основные показатели энергетической эффективности и характеристики тепловых сетей, тепловых пунктов и потребителей;</li> <li>- определять основные энергетические показатели ТЭЦ и котельных.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Системы теплоснабжения городов (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, теплообмена

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

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><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов. Теплоносители систем теплоснабжения. " <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов. Теплоносители систем теплоснабжения." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> 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" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> 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 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
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	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> 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" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> 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 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>28</b>	-	<b>28</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>70</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>28</b>	-	<b>28</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>87.7</b>		
5	Источники генерации теплоты в системах теплоснабжения. Производственные и отопительные котельные. Назначение и области рационального использования	36	7	10	8	4	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Источники генерации теплоты в системах теплоснабжения. Производственные и отопительные котельные. Назначение и области рационального использования" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> 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 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр.79-85, стр.170-178, стр.400-418 [2], стр. 193-210 [6], стр.79-85, стр.170-178, стр.400-418
5.1	Источники генерации теплоты в системах теплоснабжения. Производственные и отопительные котельные. Назначение и области рационального использования	36		10	8	4	-	-	-	-	-	14	-	
6	Комбинированное производство тепловой и электрической энергии (теплофикация, когенерация). Паротурбинные, газотурбинные и парогазовые ТЭЦ, ТЭЦ-ДВС.	46		14	8	8	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Комбинированное производство тепловой и электрической энергии (теплофикация, когенерация). Паротурбинные, газотурбинные и парогазовые ТЭЦ, ТЭЦ-ДВС." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> 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><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>0.8</b>	<b>59.7</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>18</b>		<b>4</b>		<b>0.8</b>	<b>93.2</b>		
	<b>ИТОГО</b>	<b>324.0</b>	<b>-</b>	<b>60</b>	<b>16</b>	<b>44</b>	<b>18</b>		<b>4</b>	<b>1.1</b>	<b>180.9</b>		

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

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

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. 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 электроэнергии. 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. 6. Местное подрегулирование тепловой нагрузки горячего водоснабжения для водяных закрытых систем теплоснабжения;
2. 11. Тепловой расчет теплоизоляционной конструкции трубопроводов тепловых сетей при различных видах прокладки, выбор теплоизоляционного материала;
3. 10. Гидравлический расчет водяных двухтрубных тепловых сетей. Расчет гидравлических режимов тепловых сетей;
4. 8. Расчет характеристик, зависящих от конфигурации и параметров участков тепловой сети, основы и принципы расчета на прочность;
5. 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;
6. 9. Расчет и выбор оборудования тепловых пунктов;
7. 5. Местное подрегулирование тепловой нагрузки горячего водоснабжения для водяных открытых систем теплоснабжения;
8. 3. Расчет температурных графиков систем теплоснабжения при качественном методе регулирования потребителей;
9. 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.;

10. 7. Местное подрегулирование вентиляционной тепловой нагрузки;

11. 1. Расчет тепловых нагрузок для промышленных и коммунально-бытовых потребителей теплоты. Метод расчета отопительной тепловой нагрузки по укрупненным показателям..

### 3.4. Темы лабораторных работ

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

### 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		
<b>Знать:</b>										
классификацию, характер изменения тепловых нагрузок и уметь их рассчитывать	ИД-1ПК-1			+						Контрольная работа/Контрольная работа №3.
источники теплоснабжения различных типов	ИД-1ПК-1								+	Контрольная работа/Контрольная работа №4 (7 семестр).
общую структуру систем теплоснабжения, применяющиеся схемные решения, оборудование тепловых сетей и тепловых пунктов	ИД-2ПК-1	+								Контрольная работа/Контрольная работа №1
основы расчета и проектирования систем теплоснабжения	ИД-2ПК-1				+					Контрольная работа/Контрольная работа №4.
тепловые схемы котельных, методы их расчета, основные показатели	ИД-2ПК-1						+			Контрольная работа/Контрольная работа №1 (7 семестр)
принципиальные схемы источников комбинированного производства тепловой и электрической энергии – ТЭЦ	ИД-2ПК-1								+	Контрольная работа/Контрольная работа №2 (7 семестр) Контрольная работа/Контрольная работа №3 (7 семестр)
теоретические основы и принципы функционирования систем теплоснабжения	ИД-4ПК-1				+					Контрольная работа/Контрольная работа №4.
методы регулирования тепловых нагрузок и методики для расчета подрегулирования тепловых нагрузок	ИД-4ПК-1		+							Контрольная работа/Контрольная работа №2
<b>Уметь:</b>										
использовать нормативную документацию при расчетах систем теплоснабжения и выборе оборудования	ИД-1ПК-1	+								Контрольная работа/Контрольная работа №1
проводить гидравлические и тепловые расчеты систем	ИД-2ПК-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)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

###### *Экзамен (Семестр №7)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

###### *Курсовая работа (КР) (Семестр №7)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

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://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=5312;](http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=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](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. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

## 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
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Г-400, Учебная аудитория	парта, скамья, стол преподавателя, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-405, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	3-207, Компьютерный класс каф. "ПТС"	стеллаж для хранения книг, стул, шкаф, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный

Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-405, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-208, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ПТС"	кресло рабочее, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, доска маркерная, компьютер персональный, холодильник
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-206, Кабинет сотрудников каф. "ПТС"	стул, шкаф для документов, стол письменный, кондиционер, дипломные и курсовые работы студентов

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## 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