

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Энергетика и технология металлов»



УТВЕРЖДАЮ:  
Ректор КГУ  
/Н.В. Дубив/  
09 09 2020 г.

## Рабочая программа учебной дисциплины

### **Источники производства теплоты** (наименование дисциплины)

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата  
**13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника**

Направленность:  
**Энергообеспечение предприятий**

Формы обучения: очная, заочная

Рабочая программа дисциплины «Источники производства теплоты» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Теплоэнергетика и теплотехника (Энергообеспечение предприятий), утвержденными:

- для очной формы обучения «28» августа 2020 года;
- для заочной формы обучения «28» августа 2020 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Энергетика и технология металлов» «31» августа 2020 года, протокол № 1.

Рабочую программу составил

Заведующий кафедрой  
«Энергетика и технология металлов»



В.И. Мошкин

Согласовано:

Заведующий кафедрой  
«Энергетика и технология металлов»



В.И. Мошкин

Специалист по учебно-методической  
работе учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 6 зачетных единицы трудоемкости (216 академических часа)

### Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		6
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов, в том числе:</b>	<b>64</b>	<b>64</b>
Лекции	32	32
Лабораторные работы	-	-
Практические занятия	32	32
<b>Самостоятельная работа, всего часов в том числе:</b>	<b>152</b>	<b>152</b>
Курсовая работа	36	36
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	89	89
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>216</b>	<b>216</b>

### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		8
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
Лекции	6	6
Лабораторные работы	-	-
Практические занятия	4	4
<b>Самостоятельная работа, всего часов в том числе:</b>	<b>206</b>	<b>206</b>
Подготовка контрольной работы	-	-
Курсовая работа	36	36
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	143	143
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>216</b>	<b>216</b>



## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Источники производства теплоты» относится к обязательным дисциплинам вариативной части Блока 1.

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин: «Математика», «Физика», «Гидрогазодинамика», «Тепломассообмен», «Техническая термодинамика».

Результаты обучения по дисциплине «Источники производства теплоты» необходимы для изучения следующих дисциплин: «Потребители теплоты», «Технологические энергоносители предприятий», «Тепломассообменное оборудование предприятий».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью изучения дисциплины является получение необходимых практических и теоретических знаний в проектировании и надёжной эксплуатации систем теплоснабжения промышленных предприятий при минимальных затратах энергетических, материальных и трудовых ресурсов.

Задачами дисциплины являются изучение:

- методов определения потребности предприятия в теплоте пара и горячей воды на технологические и сантехнические нужды;
- схем, состава оборудования и режимов работы современных и перспективных источников теплоснабжения предприятий;
- способов и схем эффективного использования ВЭР предприятий для выработки теплоносителей;
- принципов и методов построения и регулирования систем теплоснабжения.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования(ПК-1);

В результате изучения дисциплины студент должен:

*знать:*

- виды систем теплоснабжения предприятий (для ПК-1);

*уметь:*

- проектировать технологическое оборудование в соответствии с техническим заданием (для ПК-1);

*владеть:*

- методами расчета и проектирования тепловых схем и сетей (для ПК-1).



## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-тематический план

Очная форма обучения  
6 семестр

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
		Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
1	Введение	1	-	-
2	Тепловые потребители:	-	-	-
2.1	Технологические потребители пара и горячей воды	2	-	-
2.2	Системы горячего водоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	2	-	-
3	Системы теплоснабжения:	-	-	-
3.1	Паровые системы и системы сбора и возврата конденсата	2	-	-
3.2	Водяные системы теплоснабжения	2	-	-
4	Источники теплоснабжения:	-	24	-
4.1	Производственные котельные	2	-	-
4.2	Паротурбинные электростанции	6	-	-
4.3	Газотурбинные и парогазовые электростанции	4	-	-
4.4	Атомные источники теплоснабжения	2	-	-
4.5	МГД-электростанции и источники теплоснабжения на возобновляемых энергоресурсах	2	-	-
4.6	Использование ВЭР в источниках теплоснабжения	2	-	-
5	Регулирование отпуска теплоты в системах теплоснабжения	1	-	-
6	Тепловые сети	-	8	-
6.1	Схемы, прокладки и конструкции тепловых сетей	2	-	-
6.2	Гидравлический, тепловой и прочностной расчеты тепловых сетей	2	-	-
<b>Всего:</b>		<b>32</b>	<b>32</b>	-

## Заочная форма обучения (8 семестр)

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
		Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
1	Введение	1		-
4	Источники теплоснабжения	2	1	-
5	Регулирование отпуска теплоты в системах теплоснабжения	2	2	-
6	Тепловые сети	1	1	-
<b>Всего:</b>		<b>6</b>	<b>4</b>	<b>-</b>

### 4.2. Содержание лекционных занятий

#### Очная форма обучения

##### *Тема 1. Введение*

Цель, задачи и значение дисциплины «Источники производства теплоты». Основные понятия и определения.

##### *Тема 2. Тепловые потребители*

###### *2.1 Технологические потребители пара и воды*

Классификация тепловых нагрузок. Сезонные и круглогодичные нагрузки. Методика расчёта потерь теплоты зданиями. Тепловые нагрузки предприятий. Нормирование теплопотребления в промышленности. Определение тепловой нагрузки промплощадки, района.

Технологическое потребление пара и горячей воды. Используемые теплоносители, их параметры. Нормирование расходов теплоты. Методы определения расчётной потребности в теплоте. Характерные графики потребления.

Отопление промышленных зданий. Расчёт внутренних тепловыделений в производственных цехах. Тепловой баланс производственных помещений. Определение расчётного расхода теплоты на отопление предприятий. Суточные и годовые графики теплопотребления.

Вентиляция промышленных цехов. Нормы и параметры санитарного состояния воздушной среды промышленных и общественных помещений. Методы определения количества вредных выделений, их предельные и допустимые концентрации. Области применения вентиляции, методы подготовки и обработки влажного воздуха. Определение потребности в теплоте для вентиляционных установок, графики их теплопотребления.



Системы кондиционирования воздуха, их назначение, области применения. Определение потребностей в теплоте и холоде. Режимы работы и методы регулирования промышленных систем кондиционирования воздуха.

## **2.2 Системы ГВС, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха**

Классификация систем горячего водоснабжения промышленных, жилых и общественных зданий. Децентрализованные и централизованные системы. Аккумулирование горячей воды. Приборы, трубы и арматура. Оборудование установок ГВС.

Системы водяного, парового и воздушного отопления промышленных зданий. Отопительные приборы. Выбор и их размещение. Трубы и их соединение. Уклон труб. Перемещение и удаление воздуха. Расширительный бак. Изоляция труб.

Системы вентиляции промышленных помещений, их схемы. Устройства для нагревания воздуха. Фильтры для очистки воздуха. Воздуховоды и камеры. Воздухоприёмные и воздухораздающие устройства.

Классификация систем кондиционирования воздуха. Секционные, блочные и блочно-секционные кондиционеры. Камеры орошения, форсунки, секции подогрева, охладители, фильтры, воздухораспределители, приборы и средства автоматизации.

Присоединение потребителей теплоты к тепловым сетям. Выбор типа присоединения. Схемы присоединения потребителей с разнородными тепловыми нагрузками.

## **Тема 3. Системы теплоснабжения**

### **3.1 Паровые системы и системы сбора и возврата конденсата**

Виды систем теплоснабжения предприятий; их структура и особенности. Паровые системы теплоснабжения; их схемы, состав оборудования, режимы работы, методы обеспечения надёжности пароснабжения.

Системы сбора и возврата конденсата от промышленных потребителей; их назначение, состав оборудования, режимы работы. Меры снижения потерь конденсата.

### **3.2 Водяные системы теплоснабжения**

Водяные системы теплоснабжения предприятий. Двухтрубные и многотрубные водяные системы, их схемы, области применения, основные преимущества и недостатки. Водяные системы с однетрубной транзитной и двухтрубной распределительными сетями. Теплоносители и их характеристика. Технико-экономическое сопоставление систем теплоснабжения.



## **Тема 4. Источники теплоснабжения**

### **4.1 Производственные котельные**

Назначение, тепловые схемы, основное и вспомогательное оборудование производственных котельных. Методы и схемы водоподготовки в производственных котельных.

Режимы работы и распределение нагрузки между котлами. Техничко-экономические показатели котельных. Компоновка производственных котельных. Пути совершенствования тепловых схем, оборудования и режимов работы производственных котельных.

### **Тема 4.2. Паротурбинные электростанции**

Назначение, тепловые схемы, состав оборудования, параметры и области применения производственных паротурбинных электростанций. Энергетическая эффективность теплофикации и её зависимость от коэффициента теплофикации.

Выбор оптимальных начальных и конечных параметров пара на ТЭЦ. Устройство и принцип действия паровых турбин. Эффективность промежуточного перегрева пара на ТЭЦ. Схемы работы конденсационной и теплофикационной турбин. Маркировки турбин.

Принципиальная и полная схема ТЭЦ.

Регенеративный подогрев питательной воды и его распределение по ступеням. Оптимизация параметров и схем системы регенеративного подогрева питательной воды. Особенности применения смешивающих и поверхностных подогревателей.

Схемы отпуска теплоты от ТЭЦ с паром и горячей водой и их эффективность (тепловая экономичность, надёжность и капитальные затраты). Распределение тепловых нагрузок между отборами турбин и пиковыми водогрейными котлами и выбор оптимальных значений коэффициентов теплофикации. Совместная работа котельных и ТЭЦ в системах теплоснабжения.

Методика расчёта принципиальной тепловой схемы ТЭЦ.

Техничко-экономические показатели современных ТЭЦ. Частные КПД и удельные расходы топлива на производство электроэнергии и теплоты. Учёт влияния собственных нужд на показатели ТЭЦ.

### **Тема 4.3. Газотурбинные и парогазовые электростанции**

Принципиальные схемы, параметры и оборудование энергетических газотурбинных установок (ГТУ). Методы повышения тепловой эффективности ГТУ. Особенности тепловых схем теплофикационных ГТУ. Режимы работы газотурбинных ТЭЦ. Техничко-экономические показатели газотурбинных ТЭЦ.

Принципиальные схемы, параметры и оборудование парогазовых установок (ПГУ). Особенности схем ПГУ с внутрицикловой газификацией твёрдого топлива. Условия применимости различных типов ПГУ.



Особенности теплофикационных установок ПГУ. Сопоставительный анализ технико-экономических показателей паротурбинных, газотурбинных и парогазовых ТЭЦ.

#### ***Тема 4.4. Атомные источники теплоснабжения***

Использование атомных ТЭЦ (АТЭЦ), станций теплоснабжения (АСТ) и станций производственного теплоснабжения (АПСТ) для отпуска пара и горячей воды предприятиям. Особенности конструкций и режимов работы ядерных реакторов. Принципиальные схемы, параметры и оборудование атомных источников теплоснабжения (АИТ). Особенности теплоподготовительных установок и схем отпуска технологического пара АИТ.

Перспективы и условия внедрения атомных хемотермических систем дальнего теплоснабжения (АСДТ) на базе высокотемпературных ядерных реакторов (ВТР). Техничко-экономические показатели АТЭЦ, АСТ, АСПТ, АСДТ и АИТ.

#### ***Тема 4.5. МГД-электростанции и источники теплоснабжения на возобновляемых энергоресурсах***

МГД-метод преобразования энергии и его применение на МГД-электростанциях для комбинированного энергоснабжения. Схемы, параметры и оборудование МГД-электростанций на органическом и ядерном топливе. Техничко-экономические показатели МГД-электростанций.

Схемы, параметры, оборудование и технико-экономические показатели источников теплоснабжения на возобновляемых энергоресурсах – энергии Солнца, биомассы, глубинной теплоте Земли, тепловой энергии Мирового океана.

#### ***Тема 4.6. Использование ВЭР в источниках теплоснабжения***

Основные виды ВЭР промышленных предприятий различных отраслей промышленности и их выход. Виды, параметры и графики выхода ВЭР, используемых для производства пара и горячей воды в утилизационных установках (ТУУ). Типы утилизационных установок для выработки пара и горячей воды: схемы, параметры, состав оборудования и режимы работы.

Оптимизация схем, параметров и режимов работы ТУУ при автономной и совместной эксплуатации с производственными котельными и ТЭЦ. Методика определения экономии первичного топлива и технико-экономических показателей ТУУ. Методы защиты окружающей среды при эксплуатации ТУУ.

#### ***Тема 5. Регулирование отпуска теплоты в системах теплоснабжения***

Назначение и структура системы регулирования. Возможные методы регулирования тепловой нагрузки в системах централизованного теплоснабжения, их сопоставление. Регулирование отпуска теплоты из паровых сетей. Аккумуляторы пара, их применение.



Центральное регулирование однородной и разнородной тепловых нагрузок. Графики температур и расхода теплоносителей.

## ***Тема 6. Тепловые сети***

### ***Тема 6.1. Схемы, прокладки и конструкции тепловых сетей***

Схемы и конфигурация тепловых сетей. Трасса и профиль теплопроводов. Конструкция теплопроводов. Теплоизоляционные материалы и конструкции. Трубы и их соединения. Виды прокладок. Опоры. Компенсаторы. Арматура. Камеры и колодцы. Общие вопросы проектирования теплопроводов.

### ***Тема 6.2. Гидравлический, тепловой и прочностной расчёты тепловых сетей***

Задачи гидравлического расчёта. Основные требования к режиму давлений в водяных тепловых сетях. Понятие о гидравлической устойчивости и разрегулировке тепловой сети. Гидравлический удар и средства борьбы с ним.

Задачи теплового расчёта. Методы расчёта тепловых потерь в теплопроводах и падения температуры теплоносителя по длине участка. Определение оптимальной толщины тепловой изоляции.

Прочностной расчёт трубопроводов. Расчёт усилий на подвижные и неподвижные опоры. Компенсация температурных напряжений в трубопроводах тепловой сети. Расчёт и подбор компенсаторов. Использование и расчёт естественной компенсации.

## **Заочная форма обучения**

### ***Тема 1. Введение***

Цель, задачи и значение дисциплины «Источники производства теплоты». Основные понятия и определения.

### ***Тема 2. Источники теплоснабжения***

Назначение, тепловые схемы, основное и вспомогательное оборудование производственных котельных.

Назначение, тепловые схемы, состав оборудования, параметры и области применения производственных паротурбинных электростанций. Энергетическая эффективность теплофикации и её зависимость от коэффициента теплофикации.

Выбор оптимальных начальных и конечных параметров пара на ТЭЦ. Устройство и принцип действия паровых турбин. Эффективность промежуточного перегрева пара на ТЭЦ. Схемы работы конденсационной и теплофикационной турбин. Маркировки турбин.

Принципиальная и полная схема ТЭЦ.

Регенеративный подогрев питательной воды и его распределение по ступеням. Оптимизация параметров и схем системы регенеративного



подогрева питательной воды. Особенности применения смешивающих и поверхностных подогревателей.

Методика расчёта принципиальной тепловой схемы ТЭЦ.

Технико-экономические показатели современных ТЭЦ. Частные КПД и удельные расходы топлива на производство электроэнергии и теплоты. Учёт влияния собственных нужд на показатели ТЭЦ.

### ***Тема 5. Регулирование отпуска теплоты в системах теплоснабжения***

Назначение и структура системы регулирования. Возможные методы регулирования тепловой нагрузки в системах централизованного теплоснабжения, их сопоставление. Регулирование отпуска теплоты из паровых сетей. Аккумуляторы пара, их применение. Центральное регулирование однородной и разнородной тепловых нагрузок. Графики температур и расхода теплоносителей.

### ***Тема 6. Тепловые сети***

Схемы и конфигурация тепловых сетей. Трасса и профиль теплопроводов. Конструкция теплопроводов. Теплоизоляционные материалы и конструкции. Трубы и их соединения. Виды прокладок. Опоры. Компенсаторы. Арматура. Камеры и колодцы. Общие вопросы проектирования теплопроводов.

Задачи гидравлического расчёта. Основные требования к режиму давлений в водяных тепловых сетях. Понятие о гидравлической устойчивости и разрегулировке тепловой сети. Гидравлический удар и средства борьбы с ним.

Задачи теплового расчёта. Методы расчёта тепловых потерь в теплопроводах и падения температуры теплоносителя по длине участка. Определение оптимальной толщины тепловой изоляции.

**4.3. Практические занятия  
Очная форма обучения  
(6 семестр)**

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практического занятия	Норматив времени, час.
			Очная форма обучения
4	Источники теплоснабжения	Производственные котельные	4
		Паротурбинные электростанции	5
		Газотурбинные и парогазовые электростанции	3
		Атомные источники теплоснабжения	2
		МГД-электростанции и источники теплоснабжения на возобновляемых энергоресурсах	4
		Использование ВЭР в источниках теплоснабжения	4
	Рубежный контроль №1		2
6	Тепловые сети	Схемы, прокладки и конструкции тепловых сетей	3
		Гидравлический, тепловой и прочностной расчеты тепловых сетей	3
	Рубежный контроль №2		2
<b>Всего:</b>			<b>32</b>

**Заочная форма обучения  
(8 семестр)**

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практического занятия	Норматив времени, час.
			Заочная
4	Источники теплоснабжения	Расчёт турбины противодавления	1
		Расчёт тепловой схемы ТЭС	2
6	Тепловые сети	Тепловой расчёт теплопроводов	1
<b>Всего:</b>			<b>4</b>



#### 4.5. Курсовая работа

Курсовая работа по дисциплине «Источники производства теплоты» имеет целью углубить знания, получаемые студентами при изучении курса, и дать им представление о тепловой схеме промышленной ТЭС, назначении основного и вспомогательного оборудования ТЭС, а также принципах расчёта тепловой схемы и технико-экономических показателей ТЭС.

В курсовой работе для заданной тепловой схемы ТЭС на средние параметры пара необходимо определить параметры пара в характерных точках системы, определить максимальный расход пара внешними потребителями, рассчитать расход пара турбинами и их мощность, выбрать тип и число турбин, выбрать тип и число паровых котлов, рассчитать показатели тепловой экономичности ТЭС.

*Исходными данными для расчёта являются:*

$P = 3,5$  МПа и  $t = 435^\circ\text{C}$  - начальные параметры пара;

$N_{эл}$ , МВт – электрическая нагрузка;

$Q_{от}^p$ , МВт – отопительная нагрузка;

$t_{пс}/t_{ос}$ ,  $^\circ\text{C}$  - температура сетевой воды;

$D_{п1}$ , т/ч – расход пара на производство 1;

$P_{п1}$ , МПа – давление пара в производственном отборе 1;

$D_{п2}$ , т/ч – расход пара на производство 2;

$P_{п2}$ , МПа – давление пара в производственном отборе 2;

$G_{гвс}$ , т/ч – расход горячей воды;

$Q_{в}$ , МВт – расход теплоты на вентиляцию;

$P_{от}$ , МПа – давление пара на теплофикацию;

ПВД1:  $P_{в} = 0,575$  МПа – давление пара в первом нерегулируемом отборе;

ПНД:  $P_{д} = 0,01$  МПа – давление пара во втором нерегулируемом отборе.

Вид топлива – уголь определённой марки;

Место расположения – город.



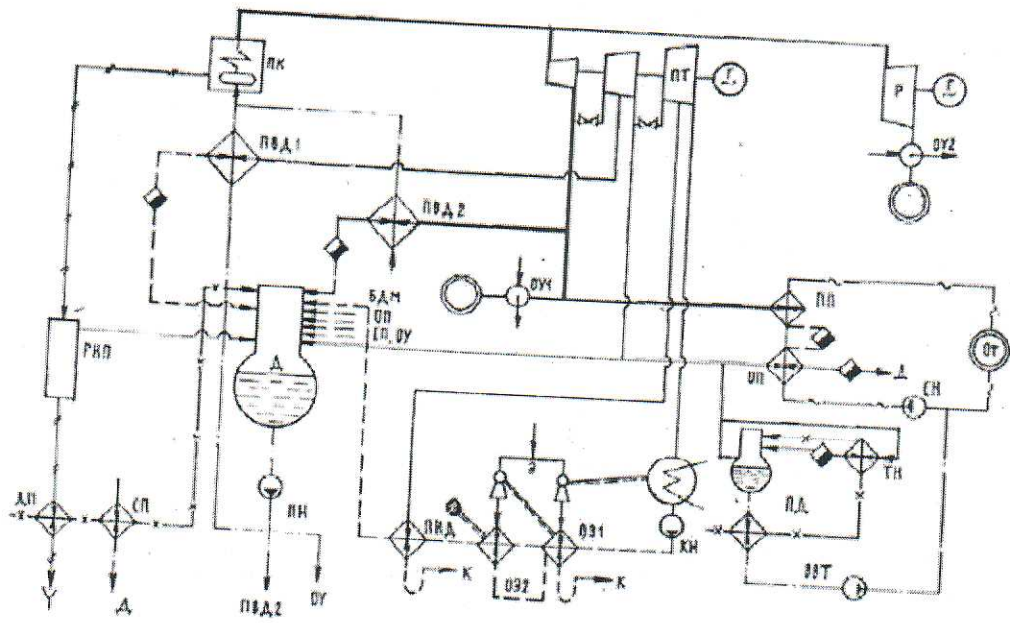


Рисунок 1 – Тепловая схема ТЭС на средние параметры пара

Варианты для курсовой работы

Параметр	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15
Нэл, МВт	39	30	31	39	36	37	34	37	36	32	35	37	31	31	34
Qог, МВт	21,5	25,4	24,2	24,0	29,0	24,3	29,9	20,7	27,2	24,7	25,4	24,0	25,5	23,4	24,3
тис/тос, °С	150/48	150/48	150/48	150/48	150/48	150/48	150/48	150/48	150/48	150/48	150/48	150/48	150/48	150/48	150/48
Дп1, т/ч	75	70	80	70	90	85	70	80	90	70	80	80	75	70	80
Рп1, МПа	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	0,8	0,9	0,85	0,9	0,9	0,9	0,8	1,0
Дп2, т/ч	55	40	90	50	60	50	65	55	5	85	70	40	90	65	50
Рп2, МПа	0,5	0,6	0,75	0,5	0,65	0,55	0,65	0,7	0,55	0,85	0,5	0,5	0,7	0,6	0,5
Ггвс, т/ч	90	105	100	95	90	105	95	105	90	90	105	90	110	95	100
Qв, МВт	9,4	5,1	6,8	6,0	8,0	7,6	6,0	6,4	7,9	7,6	9,3	8,1	6,3	8,5	5,6
Рот, МПа	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
ПВД1: Рв, МПа	0,575	0,575	0,575	0,575	0,575	0,575	0,575	0,575	0,575	0,575	0,575	0,575	0,575	0,575	0,575
ПНД: Рд, МПа	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Вид топлива	Кузнецкий Ж	Донецкий Д	Донецкий А	Донецкий Г	Печорский Ж	Кузнецкий Д	Печорский Ж	Донецкий Г	Печорский Д	Печорский Д	Донецкий Г	Печорский Ж	Печорский Ж	Печорский Д	Кузнецкий Г
Место расположения	Красноярск	Владивосток	С. Петербург	Курск	Омск	Томск	Новосибирск	Краснодар	Архангельск	Пермь	Иваново	Москва	Киров	Н. Новгород	Чита



## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей практической работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения практических работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале практической работы.

Преподавателем запланировано применение на практических занятиях технологий развивающейся кооперации, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения практических работ и защиты отчетов, а также взаимооценка и обсуждение результатов выполнения практических работ.

Практические занятия по дисциплине посвящены решению задач.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям, к рубежным контролям (для очной формы обучения), выполнение курсовой работы, подготовка к экзамену.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

### Рекомендуемый режим самостоятельной работы

#### Очная форма

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
	6 семестр
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>57</b>
Источники теплоснабжения	22
Тепловые сети	35
<b>Подготовка к лабораторным занятиям (подготовка к рубежным контролям)</b>	-
<b>Подготовка к практическим занятиям (по 2 на каждое занятие)</b>	<b>28</b>
<b>Подготовка к рубежным контролям на практических занятиях (по 2 на каждый рубеж)</b>	<b>4</b>
<b>Выполнение курсовой работы</b>	<b>36</b>
<b>Подготовка к зачёту</b>	-
<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>27</b>
<b>Всего:</b>	<b>152</b>

#### Заочная форма

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
	8 семестр
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>139</b>
Источники теплоснабжения	39
Регулирование отпуска теплоты в системах теплоснабжения	50
Тепловые сети	50
<b>Подготовка к лабораторным занятиям (по 1 часу на каждое занятие)</b>	-
<b>Подготовка к практическим занятиям (по 2 часу на каждое занятие)</b>	<b>4</b>
<b>Выполнение контрольной работы</b>	-
<b>Подготовка к зачёту</b>	-
<b>Выполнение курсовой работы</b>	<b>36</b>
<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>27</b>
<b>Всего:</b>	<b>206</b>



## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ (для очной формы обучения).
2. Банк задач для практических занятий.
3. Банк заданий к рубежному контролю №1, 2 (для очной формы обучения).
4. Курсовая работа.
5. Перечень вопросов к экзамену.

### 6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине Очная форма обучения 6 семестр

№	Наименование	Содержание					
		Распределение баллов за 6 семестр					
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии), сроки сдачи учебной работы (при необходимости)	Вид УР:	Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по практическим работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Экзамен
		Балльная оценка:	До 32	До 18	До 10	До 10	До 30
		Примечания:	16 лекции по 2 балла	9 пр. работ по 2 балла	На 6 лекции	На последнем занятии	
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена	60 и менее баллов – неудовлетворительно; 61... 73 – удовлетворительно; 74... 90 – хорошо; 91... 100 – отлично					
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (экзамену) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 50 баллов и должен выполнить все практические работы и курсовую работу.</p> <p>Для получения экзаменационной оценки «автоматически» студенту необходимо набрать следующее минимальное количество баллов:</p> <p>- 68 для получения «автоматически» оценки «удовлетворительно».</p> <p>По согласованию с преподавателем студенту, набравшему минимум 68 баллов, могут быть добавлены дополнительные</p>					

		(бонусные) баллы за активность на консультациях, активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения практических работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры и выставлена за экзамен «автоматически» оценка «хорошо» или «отлично».
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо выполнить дополнительные задания, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных практических работ.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение и защита пропущенной практической работы (при невозможности дополнительного проведения практической работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной практической работы самостоятельно) – до 4 баллов;</li> <li>- прохождение рубежного контроля (баллы в зависимости от рубежа);</li> <li>- реферат (до 15 баллов).</li> </ul> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>

### Курсовая работа (6 семестр)

Объект оценки:	Качество пояснительной записки	Качество доклада	Ритмичность выполнения	Качество защиты	Всего
Балльная оценка:	До 20	До 40	Коэффициент от 0,8 до 1,2	До 40	100



### **6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины**

#### **Очная форма обучения**

Рубежный контроль №1 на практических занятиях проводится в форме письменного решения задачи (тип задачи для всех студентов один, различны исходные данные). Перед проведением рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии. На решение задачи рубежного контроля студенту отводится время не менее 30 минут. Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого студента по правильности решения задачи и заносит в ведомость учета текущей успеваемости. Рубежный контроль №2 на практических занятиях проводится в форме тестового задания. На решение теста рубежного контроля студенту отводится время не менее 30 минут. Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого студента и заносит в ведомость текущей успеваемости.

Для допуска к экзамену студент заочной формы обучения должен сдать курсовую работу, варианты которой приведены в пункте 4.5. Преподаватель проверяет и оценивает правильность выполнения курсовой работы.

Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов, на которые студент дает развернутый ответ. За правильный ответ на каждый вопрос студент максимально может получить 15 баллов. Время, отводимое студенту на экзаменационный билет, составляет 1 астрономический час.

Результаты текущего контроля успеваемости экзамена заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку студента.



#### 6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей, экзамена

##### Варианты задачи для рубежного контроля №1 (на практических занятиях для очной формы обучения)

Выполнить расчёт мощности и произвести выбор типа турбины противодействия по заданным начальным параметрам пара и расходу и давлению пара в производственном отборе. Начальные параметры пара:  $P = 3,5 \text{ МПа}$ ;  $t = 435^\circ\text{C}$ . Расход пара в производственном отборе и давление пара в производственном отборе для каждого варианта:

В1. $D_{пр}=55\text{т/ч}$ ; $P_{пр}=0,5 \text{ МПа}$	В9. $D_{пр}=65\text{т/ч}$ ; $P_{пр}=0,55 \text{ МПа}$
В2. $D_{пр}=40\text{т/ч}$ ; $P_{пр}=0,6 \text{ МПа}$	В10. $D_{пр}=85\text{т/ч}$ ; $P_{пр}=0,85 \text{ МПа}$
В3. $D_{пр}=90\text{т/ч}$ ; $P_{пр}=0,75 \text{ МПа}$	В11. $D_{пр}=70\text{т/ч}$ ; $P_{пр}=0,5 \text{ МПа}$
В4. $D_{пр}=50\text{т/ч}$ ; $P_{пр}=0,5 \text{ МПа}$	В12. $D_{пр}=40\text{т/ч}$ ; $P_{пр}=0,5 \text{ МПа}$
В5. $D_{пр}=60\text{т/ч}$ ; $P_{пр}=0,65 \text{ МПа}$	В13. $D_{пр}=90\text{т/ч}$ ; $P_{пр}=0,7 \text{ МПа}$
В6. $D_{пр}=50\text{т/ч}$ ; $P_{пр}=0,55 \text{ МПа}$	В14. $D_{пр}=65\text{т/ч}$ ; $P_{пр}=0,6 \text{ МПа}$
В7. $D_{пр}=65\text{т/ч}$ ; $P_{пр}=0,65 \text{ МПа}$	В15. $D_{пр}=50\text{т/ч}$ ; $P_{пр}=0,5 \text{ МПа}$
В8. $D_{пр}=55\text{т/ч}$ ; $P_{пр}=0,7 \text{ МПа}$	В16. $D_{пр}=75\text{т/ч}$ ; $P_{пр}=0,45 \text{ МПа}$

В каждом варианте требуется построить процесс расширения пара в турбине на  $i$ -s-диаграмме, определить расход пара, поступающего на охлаждающую установку, произвести расчёт мощности турбины и выбрать тип турбины из приложения А.

#### Приложение А

##### Основные характеристики турбин противодействия

Обозначение турбины	Мощность, МВт	Пределы регулирования противодействия, МПа	Номинальный расход пара, т/ч	Начальные параметры пара
P-4-32/1,2	4,0	0,07...0,25	—	$P = 3,5 \text{ МПа}$ $t = 435^\circ\text{C}$
P-4-35/3	4,0	0,2...0,4	35,6	
P-4-35/5	4,0	0,4...0,7	44,8	
P-4-35/10	4,0	0,8...1,3	65,0	
P-4-35/15	4,0	1,3...1,7	85,4	
P-6-35/1,2	6,0	0,07...0,25	—	
P-6-35/3	6,0	0,2...0,4	50,5	
P-6-35/5	6,0	0,4...0,7	66,6	
P-6-35/10	6,0	0,8...1,3	87,7	
P-12-35/1,2	12,0	0,07...0,25	—	
P-12-35/5	12,0	0,4...0,7	114,7	$P = 9,0 \text{ МПа}$ $t = 535^\circ\text{C}$
P-12-90/7	12,0	0,5...0,9	87,0	
P-12-90/13	12,0	1,1...1,5	115	
P-12-90/7	12,0	2,9...3,3	—	

Примечание. Турбины на начальное давление 3,5 МПа не имеют нерегулируемых отборов пара. Турбины на начальное давление 9,0 МПа имеют нерегулируемые отборы при 2,7 и 1,6 МПа.



**Варианты тестовых заданий для рубежного контроля №2  
(на практических занятиях для очной формы обучения)**

1. Теплогенерирующая установка, предназначенная для производства и отпуска тепловой энергии это:
  - А) источник электрической энергии
  - Б) источник энергии
  - В) источник тепловой энергии
  - Г) источник тепловой и электрической энергии
  
2. Источниками централизованного теплоснабжения являются:
  - А) внутридомовой котёл
  - Б) печка
  - В) районная котельная
  - Г) теплоэлектроцентраль
  
3. Какого вида котельных не существует:
  - А) внутридомовые
  - Б) котельные коммунально-бытового сектора
  - В) производственные
  - Г) производственно-отопительные
  
4. Процесс централизованного обеспечения потребителей тепловой энергией, полученной на ТЭС по комбинированному способу в единой технологической установке называется:
  - А) теплоснабжением
  - Б) теплофикацией
  - В) теплогенерацией
  
5. Доля тепловой нагрузки ТЭЦ, покрываемая теплотой из отборов турбин это:
  - А) коэффициент теплоснабжения
  - Б) коэффициент модернизации
  - В) коэффициент теплофикации
  - Г) коэффициент тепловой нагрузки
  
6. Каких ТЭС не существует:
  - А) газопаровые
  - Б) паротурбинные
  - В) газотурбинные
  - Г) парогазовые

7. Какая из представленных турбин работает только на выработку электрической энергии:

- А) турбина с противодавлением
- Б) конденсационная турбина с регулируемым отбором пара
- В) конденсационная турбина с регулируемым отбором пара и противодавлением
- Г) конденсационная турбина

8. Теплообменник, в котором подогревается конденсат или питательная вода из отборов турбины, это:

- А) конденсатор
- Б) деаэратор
- В) регенеративный подогреватель
- Г) паровой котёл

9. Устройство, служащее для удаления из питательной воды растворённых в ней газов:

- А) конденсатор
- Б) деаэратор
- В) регенеративный подогреватель
- Г) паровой котёл

10. Теплообменник, в котором конденсируется отработанный пар после прохождения паровой турбины:

- А) конденсатор
- Б) деаэратор
- В) регенеративный подогреватель
- Г) паровой котёл

11. С увеличением числа отборов пара и ступеней подогрева воды:

- А) КПД турбоустановки понижается, стоимость установки понижается
- Б) КПД турбоустановки понижается, стоимость установки возрастает
- В) КПД турбоустановки повышается, стоимость установки понижается
- Г) КПД турбоустановки повышается, стоимость установки возрастает

12. Основные типы регенеративных подогревателей:

- А) объёмные
- Б) поверхностные
- В) смешивающие
- Г) конденсационные

Полный перечень тестовых заданий представлен в УМК.



## Примерный список вопросов для экзамена (6 семестр)

1. Классификация тепловых нагрузок.
2. Технологическое потребление пара и горячей воды. Характерные графики потребления.
3. Отопление промышленных зданий. Тепловой баланс производственных помещений.
4. Вентиляция промышленных цехов. Области применения вентиляции, методы подготовки и обработки влажного воздуха.
5. Системы кондиционирования воздуха, их назначение, области применения.
6. Классификация систем горячего водоснабжения промышленных, жилых и общественных зданий. Аккумулирование горячей воды.
7. Виды отопления промышленных зданий.
8. Системы вентиляции промышленных зданий, их схемы.
9. Классификация систем кондиционирования воздуха.
10. Присоединение потребителей теплоты к тепловым сетям.
11. Паровые системы теплоснабжения предприятий: схемы, состав оборудования, режимы работы, методы обеспечения надёжности.
12. Системы сбора и возврата конденсата от промышленных потребителей. Меры снижения потерь конденсата.
13. Водяные системы теплоснабжения предприятий: схемы, области применения, основные преимущества и недостатки.
14. Назначение, тепловые схемы, основное и вспомогательное оборудование производственных котельных.
15. Методы водоподготовки в производственных котельных.
16. Режимы работы и распределение нагрузки между котлами в производственной котельной.
17. Назначение, тепловые схемы, состав оборудования паротурбинных электростанций.
18. Энергетическая эффективность теплофикации и её зависимость от коэффициента теплофикации.
19. Устройство и принцип действия паровых турбин. Эффективность промежуточного перегрева пара на ТЭЦ.
20. Регенеративный подогрев питательной воды и его распределение по ступеням.
21. Распределение тепловых нагрузок между отборами турбин и пиковыми водогрейными котлами на ТЭС.
22. Принципиальные схемы, параметры и оборудование энергетических газотурбинных установок.
23. Принципиальные схемы, параметры и оборудование парогазовых установок.
24. Сопоставительный анализ технико-экономических показателей паротурбинных, газотурбинных и парогазовых ТЭЦ.



25. Атомные источники теплоснабжения. Принципиальные схемы, параметры и оборудование АИТ.
26. МГД-метод преобразования энергии и его применение на МГД-электростанциях для комбинированного энергоснабжения.
27. Схемы, параметры, оборудование и технико-экономические показатели источников теплоснабжения на возобновляемых энергоресурсах – энергии Солнца, биомассы, глубинной теплоте Земли, тепловой энергии Мирового океана (2 на выбор).
28. Основные виды ВЭР промышленных предприятий различных отраслей промышленности и их выход.
29. Типы утилизационных установок для выработки пара и горячей воды: схемы, параметры, состав оборудования и режимы работы.
30. Дайте определение регулированию отпуска теплоты. Назовите 4 уровня регулирования отпуска теплоты из водяных сетей, объясните их принцип действия.
31. Методы регулирования отпуска теплоты.
32. Дайте определение регулированию отпуска теплоты? Назовите 3 уровня регулирования отпуска теплоты из паровых сетей.
33. Аккумуляторы пара, их применение.
34. Температурный график тепловой сети.
35. Что такое тепловая сеть? Основные качества тепловой сети. Необходимый режим работы тепловой сети. Основные принципы выбора схемы тепловой сети.
36. Схемы тепловых сетей.
37. Трасса и продольный профиль тепловой сети.
38. Конструкция теплопроводов.
39. Теплоизоляционные материалы и конструкции теплопроводов.
40. Трубы и их соединения в теплопроводах.
41. Виды прокладок тепловой сети.
42. Опоры трубопроводов.
43. Компенсаторы в тепловой сети.
44. Арматура тепловых сетей.
45. Камеры и колодцы тепловых сетей.
46. Задачи гидравлического расчёта.
47. Требования к режиму давления в тепловой сети.
48. Гидравлическая устойчивость и разрегулировка тепловой сети.
49. Гидравлический удар: определение, причины.
50. Способы борьбы с гидравлическим ударом.
51. Задачи теплового расчёта трубопровода.
52. Определение расчётных потерь тепла трубопроводами тепловой сети.
53. Задачи прочностного расчёта трубопроводов.
54. Назначение, схемы и оборудование тепловых подстанций.
55. Тепловые пункты микрорайонов и предприятий. Оборудование тепловых пунктов.
56. Организация обслуживания и ремонта теплотехнического оборудования.



**Заочная форма обучения**  
**Примерный список вопросов для экзамена**

1. Определение источника тепловой энергии;
2. Классификация систем теплоснабжения по различным признакам;
3. Объясните разницу между централизованными и децентрализованными системами теплоснабжения;
4. Классификация систем теплоснабжения по теплоносителю (объяснить в каких случаях принята та или иная система);
5. Объясните разницу между закрытым и открытым способом отпуска теплоты;
6. Объясните разницу между зависимым и независимым присоединением систем отопления;
7. Когда используются однотрубные, двухтрубные и многотрубные системы теплоснабжения;
8. Дайте определение котельной установки;
9. Классификация котельных;
10. Дайте определение теплофикации;
11. Дайте определение коэффициента теплофикации;
12. Определение тепловой электрической станции;
13. Объясните разницу между районной и промышленной ТЭС;
14. Классификация ТЭС по виду топлива;
15. Классификация ТЭС по виду силовых установок;
16. Классификация ТЭС по технологической схеме паропроводов;
17. Классификация ТЭС по уровню начального давления;
18. Определение паровой турбины;
19. Основные части паровой турбины, принцип работы;
20. Что такое ступень турбины;
21. Зачем нужен промежуточный перегрев пара;
22. С чем связано разделение пара в части низкого давления на три потока в крупных турбинах;
23. Классификация тепловых турбин;
24. Принципиальная схема конденсационной турбины (без регулируемых отборов пара);
25. Принципиальная схема конденсационной турбины с регулируемыми отборами пара на отопление;
26. Принципиальная схема конденсационной турбины с регулируемыми отборами пара на производство и отопление;
27. Принципиальная схема турбины с противодавлением;
28. Расшифровка маркировки турбин;
29. Определение тепловой схемы ТЭС;
30. Какой процент потерь давления при процессе дросселирования пара;
31. Зачем нужна охладительная установка между отбором пара из турбины и поступлением пара на производство;
32. Как находится мощность, развиваемая турбинами противодавления (формула).

### **Примерные темы рефератов для неуспевающих**

1. Курганская ТЭЦ-1.
2. Курганская ТЭЦ-2.
3. Курганская мини ТЭЦ (ТЭЦ-3).
4. Источники низкопотенциальной тепловой энергии.
5. Нетрадиционные источники энергии.
6. Тепловые электростанции на древесном топливе.
7. Пути повышения экономичности паросиловых установок.
8. Насосы тепловых станций.
9. Типы ТЭС и их особенности.
10. История развития теплоэнергетики в России.
11. Устройство парового котла.
12. Тепловые насосы.

### **6.5. Фонд оценочных средств**

Полный банк заданий для текущего, рубежного контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.



## 7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 7.1. Основная учебная литература

1. Кудинов А. А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование [Электронный ресурс]: Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 325 с.: ил. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=474183>.
2. Кудинов А. А., Зиганшина С. К. Основы централизованного теплоснабжения [Электронный ресурс] – М.: ИНФРА-М; 2015. – 176 с. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=520046>.

### 7.2. Дополнительная учебная литература

1. Варфоломеев Ю. М., Кокорин О. Я. Отопление и тепловые сети [Электронный ресурс]: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2013. 480 с. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=395420>.
2. Семёнов Ю. П., Левин А. Б. Теплотехника [Электронный ресурс]: Учебник. – 2-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2015 – 400 с. + Доп. материалы - <http://znanium.com/bookread2.php?book=470503>.
3. Кудинов А. А., Зиганшина С. К. Энергосбережение в котельных установках ТЭС и систем теплоснабжения [Электронный ресурс]: Монография. – М.: ИНФРА-М, 2016. 320 с. + Доп. материалы - <http://znanium.com/bookread2.php?book=514944>.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Панфилова А.П. Источники производства теплоты. Расчёт тепловой схемы ТЭС. Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов всех форм обучения направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». - Курган, 2016. – 30 с.

## 9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Интернет-ресурс	Краткое описание
1	<a href="http://ru.wikipedia.org">http://ru.wikipedia.org</a>	Энциклопедия Википедия

## **10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

При чтении лекций используются слайдовые презентации.

Минимальные требования к операционной системе и программному обеспечению компьютера, используемого при показе слайдовых презентаций: Windows XP, Foxit Reader Pro версия 1.3.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя учебные лаборатории, оснащенные необходимым оборудованием (стенды, плакаты, жидкокристаллический проектор для отображения фильмов по тематике дисциплины, мультимедийный проектор, мультимедийный экран).



Аннотация к рабочей программе дисциплины  
**«Источники производства теплоты»**

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата  
**13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника**

Направленность:  
**Энергообеспечение предприятий**

Трудоемкость дисциплины: 6 ЗЕ (216 академических часа)

Семестр: 6 (очная форма)

Семестр: 8 (заочная форма)

Форма промежуточной аттестации: экзамен (очная форма)

Форма промежуточной аттестации: экзамен (заочная форма)

**Содержание дисциплины**

Тепловые потребители. Системы теплоснабжения.  
Источники теплоснабжения. Регулирование отпуска теплоты в системах  
теплоснабжения. Тепловые сети. Схемы и оборудование тепловых  
подстанций. Эксплуатация систем теплоснабжения.