

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Парлюк Екатерина Петровна  
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Дата подписания: 17.07.2023 10:25:42  
Уникальный программный идентификатор:  
7823a3d3181287ca51a8b44c69833e3079345d45



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

 Е.П. Парлюк

“ 10 ” 11 2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.01.04 «ИСТОЧНИКИ И СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03. 01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Направленность: «Энергообеспечение предприятий»

Курс 3, 4

Семестр 6, 7

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022 г.

Москва, 2022

Разработчик: Осмонов О.М., д.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Осмонов  
(подпись)  
«14» 10 2022 г.

Рецензент: Стушкина Н.А., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Стушкина  
(подпись)  
«14» 10 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Программа обсуждена на заседании кафедры «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий»  
протокол № 3 от «14» 10 2022 г.

И.о. зав. кафедрой Кожевникова Наталья Георгиевна, к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«14» 10 2022 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической  
комиссии института механики и энергетики  
имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Дидманидзе  
(подпись)  
«14» 10 2022 г.

Заведующий выпускающей кафедрой «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий»  
Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Кожевникова  
(подпись)  
«14» 10 2022 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Ермилова  
(подпись)

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	4
<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	5
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	5
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	5
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	8
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В 6,7 СЕМЕСТРАХ.....	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	14
4.4 САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ.....	22
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	24
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	26
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	26
<b>6.1.1. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА (РГР)</b> .....	26
<b>6.1.2. КУРСОВАЯ РАБОТА (КР)</b> .....	27
<b>6.1.3. ТЕКУЩЕЕ ТЕСТИРОВАНИЕ</b> .....	29
<b>6.1.4. ВЫПОЛНЕНИЕ И ЗАЩИТА ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ.</b> .....	29
6.1.5. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ С ОЦЕНКОЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	30
6.1.6. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	33
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	38
<b>6.2.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕСТОВ:</b> .....	38
<b>6.2.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ:</b> .....	38
<b>6.2.3. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ (РГР) И КУРСОВОЙ РАБОТЫ (КР)</b> .....	39
<b>6.2.4. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ</b> .....	40
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	41
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	41
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	41
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	41
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	42
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	42
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ</b> .....	42
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	43
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ. ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ</b> .....	45
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	45

## Аннотация

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.01.04 «Источники и системы теплоснабжения предприятий» для подготовки бакалавров по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленности «Энергообеспечение предприятий»**

**Цель освоения дисциплины:** формирование у обучающихся компетенций, позволяющих участвовать в проектировании систем энергообеспечения предприятий и осуществлять технические решения, направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий, с применением современных цифровых технологий и инструментов, официальных интернет-сайтов для выполнения производственно-технологического вида профессиональной деятельности.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», формируемую участниками образовательных отношений, профессиональный модуль Б1.В.01, дисциплина осваивается в 6,7 семестрах.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): ПКос-1 (ПКос-1.4), ПКос-2 (ПКос-2.3).

### **Краткое содержание дисциплины:**

Назначение, структура, классификация систем теплоснабжения. Методы определения потребности производственных потребителей в паре и горячей воде. Методы регулирования отпуска тепла из систем централизованного теплоснабжения.

Источники тепловой энергии систем теплоснабжения. Принципиальные схемы производства тепловой энергии. Топливо. Физико-химические основы процесса горения топлива. Тепловой расчет котельного агрегата. Котельные установки. Тепловые станции, их оборудование. Паровые и водогрейные котлы. Топочные и горелочные устройства. Водное и топливное хозяйство, тягодутьевые устройства, контрольно-измерительная приборы и арматура источников тепловой энергии.

Тепловые схемы котельных и их расчет. Тепловые сети. Гидравлический расчет тепловых сетей. Тепловой и прочностной расчеты элементов тепловых сетей. Тепловые пункты предприятий, расчет и выбор оборудования тепловых пунктов (элеваторов и подогревателей). Основы эксплуатации систем теплоснабжения. Основы цифровой трансформации тепловой энергетики. Контроль за техническим состоянием ТЭС посредством автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). Основные компоненты АСУ ТП на примере тепловой сети.

**Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка:** 288/8 часа (8 зач. ед.)

**Промежуточный контроль:** зачет с оценкой, экзамен, КР.

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Источники и системы теплоснабжения предприятий» является формирование у обучающихся компетенций, позволяющих участвовать в проектировании систем энергообеспечения предприятий и осуществлять технические решения, направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий, с применением современных цифровых технологий и инструментов, официальных интернет-сайтов для выполнения производственно-технологического вида профессиональной деятельности.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Источники и системы теплоснабжения предприятий» включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», формируемую участниками образовательных отношений. Дисциплина «Источники и системы теплоснабжения предприятий» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность «Энергообеспечение предприятий».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Источники и системы теплоснабжения предприятий», являются дисциплины «Основы энергетики» (1 курс, 2 семестр), «Техническая термодинамика» (3 курс, 5 семестр), «Тепломассообмен» (3 курс, 6 семестр), «Гидрогазодинамика» (3 курс, 5 семестр), «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» (3 курс, 5 семестр), «Основы водоподготовки» (3 курс, 5 семестр).

Дисциплина «Источники и системы теплоснабжения предприятий» является основой при подготовке студентами выпускных квалификационных работ, для активного участия в научных исследованиях и практической работе по профилю подготовки «Энергообеспечение предприятий».

Рабочая программа дисциплины «Источники и системы теплоснабжения предприятий» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся представлены в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Код и содержание индикатора достижения компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ПКос-1	способен осуществлять технические решения, направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий	ПКос-1.4. Участвует в проектировании систем энергообеспечения предприятий с применением современных цифровых технологий и инструментов.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- исходные данные и типовые методики расчета и проектирования технологического оборудования систем теплоснабжения с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;</li> <li>- возможности Интернет-ресурсов и программных продуктов при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева LMS «Moodle»..</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать типовые методики расчета и проектирования технологического оборудования систем теплоснабжения, направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий ;</li> <li>- применять в коммуникационном процессе для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Zoom, Битрикс24, Skype.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками расчета и проектирования технологического оборудования систем теплоснабжения, направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий;</li> <li>- навыками поиска информации посредством электронных ресурсов Яндекс, Mail, осуществлять обмен информацией с применением системы Google;</li> <li>- навыками визуализации данных с применением Microsoft Power.</li> </ul>

2	ПКос-2	способен организовать монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и теплотехнологического оборудования	ПКос-2.3. Организует монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и тепло-технологического оборудования с применением современных цифровых технологий и инструментов.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основы монтажа, наладки, эксплуатации энергетического и теплотехнологического оборудования;</li> <li>- методы и технические средства получения информации, методы и приемы систематизации информации;</li> <li>- возможности Интернет-ресурсов и программных продуктов при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева LMS «Moodle».</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать методы и технические средства при монтаже, наладке, эксплуатации энергетического и теплотехнологического оборудования;</li> <li>- применять в коммуникационном процессе для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Zoom, Битрикс24, Skype.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой выбора технических средств при монтаже, наладке, эксплуатации энергетического и теплотехнологического оборудования;</li> <li>- навыками работы с источниками информации, способностью систематизировать знания;</li> <li>- навыками поиска информации посредством электронных ресурсов Яндекс, Mail, осуществлять обмен информацией с применением системы Google;</li> <li>- навыками визуализации данных с применением Microsoft Power.</li> </ul>
---	--------	--	--	---	---	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в 6,7 семестрах

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 зач.ед. (288 часов), их распределение по видам работ в 6, 7 семестрах представлено в таблице 2.

Таблица 2

##### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в 6,7 семестрах

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час./*	семестр	
		№ 6	№ 7
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>288/8</b>	<b>108/4</b>	<b>180/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>150,75/8</b>	<b>80,35/4</b>	<b>70,4/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>150,75/8</b>	<b>80,35/4</b>	<b>70,4/4</b>
<i>в том числе:</i>			
лекции (Л)	48	32	16
практические занятия (ПЗ)	32/4	16/2	16/2
лабораторные работы (ЛР)	66/4	32/2	34/2
курсовая работа (КР) (консультация, защита)	2		2
консультации перед экзаменом	2		2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,75	0,35	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>137,25</b>	<b>27,65</b>	<b>109,6</b>
<i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>	10,65	10,65	-
<i>курсовая работа (КР) (подготовка)</i>	36	-	36
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям и т.д.)</i>	48	8	40
<i>Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)</i>	9	9	-
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	33,6	-	33,6
Вид промежуточного контроля:		Зачет с оценкой	Экзамен, КР

##### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

##### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа				Внеауд. работа (СР)
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
<b>Раздел 1. «Источники тепловой энергии систем теплоснабжения»</b>	<b>44</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>16</b>		<b>4</b>
Тема 1. Место и роль тепловой энергии в системах энергообеспечения предприятий. Энергетические ресурсы.	5	2	2			1
Тема 2. Принципиальные схемы производства тепловой энергии.	9	4		4		1
Тема 3. Топливо и физико-химические основы процесса горения.	15	4	4	6		1
Тема 4. Теплогенерирующие	17/2	6	4/2	6		1



Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа				Внеауд. работа (СР)
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
установки систем теплоснабжения предприятий и их тепловой расчет.						
<b>Раздел 2. «Тепловые станции и их оборудование»</b>	<b>42</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>16</b>		<b>4</b>
Тема 5. Котельные установки на органическом топливе. Паровые и водогрейные котлы.	13/2	4	2	6/2		1
Тема 6. Топочные и горелочные устройства. Конвективные поверхности нагрева.	13	4	2	6		1
Тема 7. Топливное и водное хозяйство источников тепловой энергии.	11	4	2	2		1
Тема 8. Тягодутьевые устройства. Контрольно-измерительные приборы и арматура котельного агрегата.	11	4	2	2		1
<b>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</b>	<b>0,35</b>				0,35	
<b>Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</b>	<b>10,65</b>					10,65
<b>Подготовка к зачету с оценкой (контроль)</b>	<b>9</b>					9
<b>Всего за 6 семестр</b>	<b>108/4</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>32/4</b>	<b>0,35</b>	<b>27,65</b>
<b>Раздел 3. «Системы теплоснабжения, тепловые сети, тепловые подстанции»</b>	<b>56</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>20</b>		<b>20</b>
Тема 9. Системы теплоснабжения, классификация, выбор, регулирование.	13	2	4	2		5
Тема 10. Методы определения потребности в теплоте производственных потребителей.	13	2	4	2		5
Тема 11. Тепловые сети. Гидравлический и тепловой расчет тепловых сетей.	17/2	2		10/2		5
Тема 12. Тепловые подстанции, назначение, оборудование и расчет.	13	2		6		5
<b>Раздел 4. «Тепловые схемы котельных установок. Эксплуатация, экология и экономика систем теплоснабжения»</b>	<b>50</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>14</b>		<b>20</b>
Тема 13. Тепловые схемы котельных и их расчет.	15/2	2	6/2	2		5
Тема 14. Эксплуатация систем теплоснабжения.	13	2		6		5
Тема 15. Охрана окружающей среды при производстве тепловой энергии.	13	2		6		5
Тема 16. Техничко-экономические показатели систем теплоснабжения. Основы цифровой трансформации	9	2	2			5

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа				Внеауд. работа (СР)
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
тепловой энергетики.						
Курсовая работа (КР) (консультация, защита)	2				2	
Консультации перед экзаменом	2				2	
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4				0,4	
Курсовая работа (КР) (подготовка)	36					36
Подготовка к экзамену (контроль)	33,6					33,6
<b>Всего за 7 семестр</b>	<b>180/4</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>34/4</b>	<b>4,4</b>	<b>109,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>288/8</b>	<b>48</b>	<b>32</b>	<b>66/8</b>	<b>4,75</b>	<b>137,25</b>

## **Раздел 1. Источники тепловой энергии систем теплоснабжения**

### **Тема № 1. Место и роль тепловой энергии в системах энергообеспечения предприятий. Энергетические ресурсы**

Место и роль источников тепловой энергии в системах энергообеспечения предприятий. Источники тепловой энергии систем теплоснабжения, термины и общие понятия. Системы теплоснабжения, структура, термины и общие понятия. Энергетические ресурсы для производства тепловой энергии. Классификация энергетических ресурсов. Невозобновляемые энергетические ресурсы. Возобновляемые энергетические ресурсы. Запасы энергетических ресурсов. Структура мирового энергопотребления. Динамика роста потребления энергоресурсов и развития энергетического хозяйства, экологические проблемы энергетики. Эффективность использования энергетических ресурсов, пути ее повышения.

### **Тема № 2. Принципиальные схемы производства тепловой энергии**

Принципиальные схемы производства тепловой энергии из органического топлива. Теплофикация и теплоэлектроцентрали. Принципиальные схемы производства тепловой энергии из ядерного горючего. Принципиальные схемы производства тепловой энергии за счет солнечной энергии. Принципиальные схемы производства тепловой энергии за счет геотермальной энергии. Принципиальные схемы производства тепловой энергии из сельскохозяйственных и городских отходов.

### **Тема № 3. Топливо и физико-химические основы процесса горения**

Топливо, классификация и основные характеристики. Основные определения, классификация и стандартные параметры углеводородных топлив. Органическое топливо. Твердое топливо. Жидкое топливо. Газообразное топливо. Искусственное топливо. Расщепляющееся (ядерное) топливо. Элементарный и технический состав углеводородных топлив. Теплота сгорания топлива. Условное топливо. Физико-химические основы процесса горения органического топлива. Горение твердого топлива. Горение жидкого топлива. Горение газообразного топлива в потоке воздуха. Способы сжигания органического топлива. Расчет горения органического топлива. Коэффициент избытка воздуха.

## **Тема № 4. Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения и их тепловой расчет**

Теплогенерирующие установки (котельные агрегаты) на органическом топливе. Общие положения и схема теплового расчета котельного агрегата. Конструктивный и поверочный тепловой расчет, расчетная схема котельного агрегата. Материальный баланс теплогенерирующей установки. Объем кислорода, необходимого для обеспечения выгорания горючих компонентов топлива. Коэффициент избытка воздуха. Объемы образующихся продуктов сгорания при горении топлива. Энтальпии воздуха и продуктов сгорания. Тепловой баланс и энергетический баланс котельного агрегата. Теплообмен в топке и в конвективных поверхностях нагрева котельного агрегата.

## **Раздел 2. Тепловые станции и их оборудование**

### **Тема № 5. Котельные установки на органическом топливе. Паровые и водогрейные котлы**

Теплогенерирующие установки (котельные установки) на органическом топливе. Классификация котельных установок. Энергетические, производственно-отопительные и отопительные котельные. Местные, групповые, районные отопительные котельные. Паровые и водогрейные котлы. Паро- и теплогенераторы атомных станций теплоснабжения. Паро- и теплогенераторы гелио- и геотермальных установок.

### **Тема № 6. Топочные и горелочные устройства. Конвективные поверхности нагрева**

Топочные устройства. Слоевые топочные устройства. Камерные топки. Вихревые (циклонные) топки. Горелочные устройства. Горелочные устройства для камерного сжигания твердого топлива. Горелочные устройства для сжигания жидкого и газообразного топлива. Конвективные поверхности нагрева теплогенератора. Пароперегреватели. Экономайзеры. Воздухоподогреватели. Компоновка низкотемпературных поверхностей нагрева. Загрязнение поверхностей нагрева котлов продуктами сгорания топлив. Способы борьбы с загрязнениями поверхностей нагрева. Износ поверхностей нагрева под действием золы. Коррозия поверхностей нагрева со стороны греющих газов.

### **Тема № 7. Топливное и водное хозяйство источников тепловой энергии**

Топливное хозяйство теплогенерирующих установок на органическом топливе. Топливное хозяйство ТГУ на твердом, жидком и газообразном топливе. Системы топливоприготовления. Шлакозолоудаление. Водное хозяйство теплогенерирующих установок. Показатели качества исходной, подпиточной, питательной и котловой воды. Способы обработки воды: удаление взвешенных частиц; снижение жесткости; поддержание определенной величины щелочности; снижение общего солесодержания; удаление коррозионно-активных газов. Умягчение воды. Современные способы очистки воды: электродиализ и обратный осмос. Деаэрация воды.

### **Тема № 8. Тягодутьевые устройства. Контрольно-измерительные приборы и арматура котельного агрегата**

Тягодутьевые устройства источников тепловой энергии. Естественная тяга в газовоздушном тракте котельной установки. Искусственная тяга в газовоздушном тракте котельной установки. Дымососы, выбор дымососов и вентиляторов и их компоновка. Дымовые трубы. Контрольно-измерительные приборы и арматура котельного агрегата.

### **Раздел 3. Системы теплоснабжения, тепловые сети, тепловые подстанции**

#### **Тема № 9. Системы теплоснабжения, классификация, выбор, регулирование**

Системы теплоснабжения. Классификация систем теплоснабжения. Водяные и паровые системы теплоснабжения. Область применения открытых и закрытых систем теплоснабжения. Оборудование систем теплоснабжения. Теплоносители систем теплоснабжения. Основные свойства и параметры теплоносителей систем теплоснабжения предприятий. Выбор системы теплоснабжения предприятия. Тепловые схемы децентрализованной и централизованной систем теплоснабжения. Область применения паровых и водяных систем теплоснабжения. Основные преимущества водяных систем теплоснабжения. Обоснование основных параметров теплоносителей в системе теплоснабжения предприятия.

**Тема № 10.** Методы определения тепловых нагрузок производственных потребителей. Регулирование тепловой нагрузки.

Классификация тепловых нагрузок. Сезонные и круглогодичные нагрузки. Определение расчетного расхода теплоты на отопление предприятий и района. Тепловой баланс производственных помещений. Методика определения тепловых потерь здания. Определение потребности в теплоте на вентиляцию. Нормы и параметры микроклимата производственных и общественных помещений. Методы определения расчетной потребности в теплоте на горячее водоснабжение. Технологическое потребление пара и горячей воды. Методы определения расчетной потребности в паре и горячей воде для технологических нужд. Регулирование отпуска теплоты в системах теплоснабжения.

#### **Тема № 11. Тепловые сети. Гидравлический и тепловой расчет тепловых сетей**

Тепловые сети. Схемы, конфигурации и оборудование тепловых сетей. Гидравлический расчет тепловых сетей. Основные уравнения определения гидравлических потерь. Порядок гидравлического расчета тепловых сетей. Пьезометрический график тепловой сети. Особенности гидравлического расчета паропроводов и конденсатопроводов. Гидравлический режим тепловых сетей. Гидравлическая характеристика системы. Гидравлический режим закрытых систем теплоснабжения. Гидравлическая устойчивость. Сопrotивление сети. Гидравлический режим открытых систем теплоснабжения. Тепловой расчет трубопроводов тепловых сетей. Способы прокладки тепловых сетей. Тепловые потери трубопровода. Основные уравнения определения толщины тепловой изоляции. Теплоизоляция тепловых сетей водяных и паровых систем теплоснабжения.

#### **Тема № 12. Тепловые подстанции, тепловые пункты**

Назначение, схемы и оборудование тепловых подстанций. Связь тепловых подстанций с системами потребителей и источниками теплоты. Тепловые пункты микрорайонов и предприятий. Основное назначение и классификация тепловых пунктов. Регулирование температурного режима тепловых пунктов. Основные способы повышения надежности тепловых пунктов. Аккумулирование теплоты. Коэффициент резервирования. Способы определения необходимого резерва в системе теплоснабжения предприятия. Расчет и выбор оборудования тепловых пунктов (элеваторов, насосов, подогревателей). Автоматизация тепловых подстанций.

#### **Раздел 4. Тепловые схемы котельных установок. Эксплуатация, экология и экономика систем теплоснабжения**

##### **Тема № 13. Тепловые схемы котельных и их расчет**

Тепловые схемы источников тепловой энергии. Виды тепловых схем источников тепловой энергии. Принципиальная тепловая схема. Развернутая тепловая схема. Рабочая (монтажная) схема. Расчет принципиальной тепловой схемы источников тепловой энергии. Расчет тепловой схемы производственной котельной. Расчет тепловой схемы водогрейной котельной.

##### **Тема № 14. Эксплуатация систем теплоснабжения предприятий**

Организация эксплуатации. Основные требования к эксплуатационному персоналу энергопредприятий. Должностные обязанности за состояние и безопасную эксплуатацию элементов энергоустановок. Прием оборудования в эксплуатацию. Основные правила приемки оборудования в эксплуатацию после ремонта. Эксплуатация теплотехнического оборудования энергопредприятия. Эксплуатация топливного хозяйства, котлов, паровых турбин, тягодутьевых устройств, теплоиспользующих установок, тепловых сетей. Пусковая и режимная наладка теплотехнического оборудования и тепловых сетей. Пуск тягодутьевых машин. Повышение надежности теплоснабжения. Испытание котельной установки и теплопотребляющих систем. Методы обнаружения и ликвидации разрывов и неплотностей в тепловых сетях.

##### **Тема № 15. Охрана окружающей среды от вредных выбросов при производстве тепловой энергии**

Источники и виды загрязнения атмосферного воздуха. Охрана окружающей среды от вредных газообразных и жидких выбросов при производстве тепловой энергии. Методы снижения и подавления газообразных выбросов. Способы улавливания твердых частиц из продуктов сгорания. Методика расчета рассеивания вредных примесей и выбор высоты дымовых труб.

##### **Тема № 16. Техничко-экономические показатели систем теплоснабжения. Основы цифровой трансформации тепловой энергетики**

Количественные и качественные показатели работы тепловых станций. Капитальные затраты и эксплуатационные расходы. Себестоимость производства тепловой энергии и особенности ее расчета. Укрупненная оценка капитальных вложений в теплогенерирующие источники, тепловые сети и теплопотребляющие системы. Структура и составляющие себестоимости продукции в системах теплоснабжения. Экономия топливно-энергетических ресурсов.

Основы цифровой трансформации тепловой энергетики. Контроль за техническим состоянием ТЭС посредством автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). Основные компоненты АСУ ТП на примере тепловой сети.

### 4.3 Лекции/лабораторные/практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела, темы	№ и название лекции/лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1 «Источники тепловой энергии систем теплоснабжения»</b>				<b>40</b>
	Тема 1. Место и роль тепловой энергии в системах энергообеспечения предприятий. Энергетические ресурсы.	Лекция № 1. Введение. Общие сведения о тепловой энергии и системах теплоснабжения.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2
		Практическое занятие № 1. Энергетические ресурсы, энергетический баланс. Представление ответов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Устный опрос Power Point	2
	Тема 2. Принципиальные схемы производства тепловой энергии	Лекция № 2. Принципиальные схемы производства тепловой энергии путем сжигания органического топлива.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2
		Лабораторная работа № 1. Изучение технологической схемы производства тепловой энергии на ТЭС. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Лекция № 3. Принципиальные схемы производства тепловой энергии на АЭС.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2
		Лабораторная работа № 2. Изучение технологической схемы производства тепловой энергии на ТЭЦ. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Лабораторная работа № 3. Изучение технологической схемы производства тепловой энергии в котельных установках. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2

№ п/п	№ раздела, темы	№ и название лекции/лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 3. Топливо и физико-химические основы процесса горения	Лекция № 4. Топливо, свойства топлив применяемых на тепловых станциях.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2
		Лабораторная работа № 4. Определение состава рабочей и горючей массы топлива. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Лекция № 5. Физико-химические основы процесса горения топлива.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2
		Лабораторная работа № 5. Определение теплоты сгорания углеводородного топлива. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Практическое занятие № 2. Способы сжигания топлива в котельных агрегатах. Представление ответов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Устный опрос Power Point	2
	Тема 4. Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения предприятий и их тепловой расчет.	Лекция № 6. Теплогенерирующие установки (котельные агрегаты) на органическом топливе. Общие положения и схема теплового расчета котельного агрегата.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2
		Практическое занятие № 3. Материальный баланс котельного агрегата. Представление ответов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Устный опрос Power Point	2
		Лекция № 7. Тепловой баланс котельного агрегата.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2
		Лабораторная работа № 6. Исследование структуры тепловых потерь котельного агрегата. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Лабораторная работа № 7. Определение расхода топлива и КПД теплогенератора. Представление результатов в виде пре-	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2

№ п/п	№ раздела, темы	№ и название лекции/лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		зентации.			
		Лекция № 8. Основы расчета теплообмена в топке и конвективных поверхностях нагрева.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2
		Практическое занятие № 4. Тепловой расчет теплогенератора на твердом топливе. Представление ответов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Устный опрос Power Point	2
		Лабораторная работа № 8. Определение конвективных поверхностей нагрева ТГУ. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
2	<b>Раздел 2 «Тепловые станции и их оборудование»</b>				<b>40</b>
	Тема 5. Котельные установки на органическом топливе. Паровые и водогрейные котлы.	Лекция № 9. Основное и вспомогательное оборудование котельных. Классификация котельных установок.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2
		Лабораторная работа № 9. Изучение технологических схем и основного оборудования котельных установок. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Лекция № 10. Паровые и водогрейные котлы, направления их развития.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2
		Лабораторная работа № 10. Изучение устройства и работы котельных агрегатов. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	4
		Практическое занятие № 5. Определение характеристик парового котла. Представление ответов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Устный опрос Power Point	2
	Тема 6. Топочные и горелочные устройства.	Лекция № 11. Топочные и горелочные устройства.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2



№ п/п	№ раздела, темы	№ и название лекции/лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Конвективные поверхности нагрева.	Практическое занятие № 6. Определение характеристик топки. Представление ответов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Устный опрос Power Point	2
		Лекция № 12. Конвективные поверхности нагрева.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2
		Лабораторная работа № 11. Изучение работы пароперегревателя. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Лабораторная работа № 12. Изучение работы экономайзера. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Лабораторная работа № 13. Изучение работы воздухоподогревателя. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
Тема 7. Топливное и водное хозяйство источников тепловой энергии	Лекция №13. Топливное хозяйство источников тепловой энергии	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2	
	Практическое занятие № 7. Изучение схем топливного хозяйства котельных установок. Представление ответов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Устный опрос Power Point	2	
	Лекция №14. Водное хозяйство источников тепловой энергии	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2	
	Лабораторная работа № 14. Методы и схемы водоподготовки котельных установок Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2	
Тема 8. Тягодутьевые устройства. Контрольно-измерительные приборы и арматура котельного агрегата.	Лекция № 15. Тягодутьевые устройства котельных установок.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2	
	Лабораторная работа № 15. Определение характеристик тягодутьевого оборудования. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2	

№ п/п	№ раздела, темы	№ и название лекции/лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Лекция № 16. Аэродинамический расчет газозвоздушного тракта котла, работающего на искусственной тяге.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2
		Практическое занятие № 8. Контрольно-измерительные приборы и арматура котельного агрегата. Представление ответов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Устный опрос Power Point	2
3	<b>Раздел 3 «Системы теплоснабжения, тепловые сети, тепловые подстанции»</b>				<b>36</b>
	Тема 9. Системы теплоснабжения, классификация, выбор.	Лекция № 17. Классификация систем теплоснабжения. Области применения паровых и водяных систем теплоснабжения.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2
		Лабораторная работа № 16. Системы теплоснабжения с водяным теплоносителем. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Практическое занятие №9. Паровые системы теплоснабжения. Представление ответов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Устный опрос Power Point	2
		Практическое занятие № 10. Выбор системы теплоснабжения. Представление ответов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Устный опрос Power Point	2
		Тема 10. Методы определения тепловых нагрузок производственных потребителей. Регулирование тепловой нагрузки.	Лекция № 18. Методы определения тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, технологические нужды.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.
		Практическое занятие № 11. Расчет тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование. Представление ответов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Устный опрос Power Point	2
		Практическое занятие № 12. Методы регулирования	ПКос-1.4	Устный опрос Power Point	2

№ п/п	№ раздела, темы	№ и название лекции/лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		тепловой нагрузки. Тепловые характеристики ТООА Представление ответов в виде презентации.	ПКос-2.3		
		Лабораторная работа № 17. Выбор метода центрального регулирования отпуски теплоты. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
	Тема № 11. Тепловые сети. Гидравлический и тепловой расчет тепловых сетей.	Лекция № 19. Тепловые сети, схемы и конфигурация тепловых сетей. Способы прокладки и оборудование тепловых сетей.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2
		Лабораторная работа № 18. Гидравлический расчет тепловых сетей. Построение пьезометрического графика давления тепловой сети. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Лабораторная работа № 19. Гидравлический режим тепловых сетей. Исследование гидродинамического и статического режимов тепловой сети. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Лабораторная работа № 20. Тепловой расчет элементов тепловых сетей. Расчёт П-образного компенсатора теплосети. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Лабораторная работа № 21. Определение теплотерьер теплопроводами при бесканальной прокладке. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Лабораторная работа № 22. Определение коэффициента эффективности изоляционной конструкции трубопровода тепловой сети. Представление	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2

№ п/п	№ раздела, темы	№ и название лекции/лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		результатов в виде презентации.			
	Тема № 12. Тепловые подстанции, тепловые пункты.	Лекция № 20. Тепловые пункты, оборудование тепловых пунктов.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2
		Лабораторная работа № 23. Определение коэффициента смещения и КПД элеватора абонентского ввода. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Лабораторная работа № 24. Определение коэффициента теплопередачи и КПД скоростного водоводяного подогревателя. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Лабораторная работа № 25. Определение теплопроизводительности водоводяного подогревателя при нерасчетных условиях. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
4	<b>Раздел 4 «Тепловые схемы котельных установок. Эксплуатация, экология и экономика систем теплоснабжения»</b>				<b>30</b>
	Тема 13. Тепловые схемы котельных и их расчет.	Лекция № 21. Тепловые схемы источников теплоты систем теплоснабжения. Методика расчета тепловых схем.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2
		Лабораторная работа № 26. Составление материального и теплового балансов элементов тепловой схемы. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Практическое занятие № 13. Расчет тепловой схемы отопительной, производственной и производственно-отопительных котельных. Представление ответов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Устный опрос Power Point	6
	Тема 14. Эксплуатация систем тепло-	Лекция № 22. Эксплуатация систем теплоснабжения предприя-	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2

№ п/п	№ раздела, темы	№ и название лекции/лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	снабжения.	тий.			
		Лабораторная работа № 27. Определение тепловых потерь транзитного участка изолированного теплопровода тепловой сети. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Лабораторная работа № 28. Определение разрегулировки системы теплоснабжения. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Лабораторная работа № 29. Исследование тепловизора при использовании его применительно к задачам теплоснабжения. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
	Тема 15. Охрана окружающей среды при производстве тепловой энергии.	Лекция № 23. Охрана окружающей среды от вредных выбросов при производстве тепловой энергии. Методы очистки сточных вод ТЭС.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2
		Лабораторная работа № 30. Выбор дымососов для котельной установки. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Лабораторная работа № 31. Выбор и расчет золоуловительной установки с циклонами. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Лабораторная работа № 32. Методы очистки дымовых газов от оксидов азота и серы. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Защита лабораторной работы Power Point	2
	Тема 16. Технико-экономические показатели систем теплоснабжения. Основы цифровой трансформации	Лекция № 24. Технико-экономические показатели систем теплоснабжения. Основы цифровой трансформации	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Webinar, Zoom, Moodle.	2

№ п/п	№ раздела, темы	№ и название лекции/лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	новы цифровой трансформации тепловой энергетики.	тепловой энергетики.			
		Практическое занятие № 14. Способы экономии топливно-энергетических ресурсов. Вторичные энергоресурсы. Представление ответов в виде презентации.	ПКос-1.4 ПКос-2.3	Устный опрос, Power Point тест № 2	2

#### 4.4 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Таблица 5

##### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1 «Источники тепловой энергии систем теплоснабжения»</b>		
1.	Тема 1. Место и роль тепловой энергии в системах энергообеспечения предприятий. Энергетические ресурсы.	Энергетические ресурсы и энергетический баланс. Динамика роста потребления энергоресурсов и развития энергетического хозяйства, экологические проблемы энергетики. (ПКос-1.4), (ПКос-2.3)
2.	Тема 2. Принципиальные схемы производства тепловой энергии.	Принципиальные схемы производства тепловой энергии на основе использования солнечной и геотермальной энергии, сельскохозяйственных и городских отходов. (ПКос-1.4), (ПКос-2.3)
3.	Тема 3. Топливо и физико-химические основы процесса горения	Физико- химические основы процесса горения органического топлива. Горение твердого топлива. Горение жидкого топлива. Горение газообразного топлива в потоке воздуха. Способы сжигания органического топлива. (ПКос-1.4), (ПКос-2.3)
4.	Тема 4. Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения предприятий и их тепловой расчет.	Объемы образующихся продуктов сгорания при горении топлива. Энтальпии воздуха и продуктов сгорания. Энергетический баланс теплогенератора. (ПКос-1.4), (ПКос-2.3)
<b>Раздел 2 «Тепловые станции и их оборудование»</b>		
5.	Тема 5. Котельные установки на органическом топливе. Паровые и водогрейные котлы.	Паро- и теплогенераторы атомных станций теплоснабжения. Паро- и теплогенераторы гелио- и геотермальных установок. (ПКос-1.4), (ПКос-2.3)
6.	Тема 6. Топочные и горелочные устройства. Конвективные поверхности нагрева.	Компоновка низкотемпературных поверхностей нагрева. Загрязнение поверхностей нагрева котлов продуктами сгорания топлив. Способы борьбы с загрязнениями поверхностей нагрева. Износ поверхностей нагрева под действием золы. Коррозия поверхностей нагрева со стороны греющих газов. (ПКос-1.4), (ПКос-2.3)

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
7.	Топливное и водное хозяйство источников тепловой энергии.	Топливное хозяйство ТГУ на твердом, жидком и газообразном топливе. Системы топливоприготовления. Шлакозолоудаление. Водное хозяйство теплогенерирующих установок. Показатели качества исходной, подпиточной, питательной и котловой воды. Современные способы очистки воды: электродиализ и обратный осмос. Деаэрация воды. (ПКос-1.4), (ПКос-2.3)
8.	Тема 8. Тягодутьевые устройства. Контрольно-измерительные приборы и арматура котельного агрегата.	Естественная тяга в газоздушном тракте котельной установки. Искусственная тяга в газоздушном тракте котельной установки. Дымососы, выбор дымососов и вентиляторов и их компоновка. (ПКос-1.4), (ПКос-2.3)
6.	Тема 6. Выбор системы теплоснабжения	Тепловые схемы децентрализованной и централизованной систем теплоснабжения. Область применения паровых и водяных систем теплоснабжения. (ПКос-1.4), (ПКос-2.3)
7.	Тема 7. Теплофикационные установки систем теплоснабжения	Паро- и теплогенераторы атомных станций теплоснабжения. Паро- и теплогенераторы гелио- и геотермальных установок. Компоновка низкотемпературных поверхностей нагрева. Загрязнение поверхностей нагрева котлов продуктами сгорания топлив. Способы борьбы с загрязнениями поверхностей нагрева. Износ поверхностей нагрева под действием золы. Коррозия поверхностей нагрева со стороны греющих газов. (ПКос-1.4), (ПКос-2.3)
<b>Раздел 3 «Системы теплоснабжения, тепловые сети, тепловые подстанции»</b>		
9.	Тема 9. Системы теплоснабжения, классификация, выбор, регулирование.	Водяные и паровые системы теплоснабжения. Область применения открытых и закрытых систем теплоснабжения. Оборудование систем теплоснабжения. (ПКос-1.4), (ПКос-2.3)
10.	Тема 10. Методы определения тепловых нагрузок производственных потребителей.	Тепловой баланс производственных помещений. Методика определения тепловых потерь здания. Определение потребности в теплоте на вентиляцию. Нормы и параметры микроклимата производственных и общественных помещений. (ПКос-1.4), (ПКос-2.3)
11.	Тема 11. Тепловые сети. Гидравлический и тепловой расчет тепловых сетей.	Основные уравнения определения гидравлических потерь. Тепловой расчет тепловых сетей. Основные уравнения определения толщины тепловой изоляции. Теплоизоляция тепловых сетей водяных и паровых систем теплоснабжения. (ПКос-1.4), (ПКос-2.3)
12.	Тема 12. Тепловые подстанции, тепловые пункты.	Регулирование температурного режима тепловых пунктов. Основные способы повышения надежности тепловых пунктов. Тепловой контроль и автоматизация процессов генерирования тепловой энергии. (ПКос-1.4), (ПКос-2.3)
<b>Раздел 4 «Тепловые схемы котельных установок. Эксплуатация, экология и экономика систем теплоснабжения»</b>		
13.	Тема 13. Тепловые схемы котельных и их расчет.	Расчет тепловой схемы ТЭЦ, производственной и водогрейной котельной. (ПКос-1.4), (ПКос-2.3)
14.	Тема 14. Эксплуатация систем теплоснабжения.	Пусковая и режимная наладка теплотехнического оборудования и тепловых сетей. Пуск тягодутьевых машин. Повышение надежности теплоснабжения. Испытание котельной

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		установки и теплопотребляющих систем. Методы обнаружения и ликвидации разрывов и неплотностей в тепловых сетях. (ПКос-1.4), (ПКос-2.3)
15.	Тема 15. Охрана окружающей среды при производстве тепловой энергии.	Методы снижения и подавления газообразных выбросов. Способы улавливания твердых частиц из продуктов сгорания. Методика расчета рассеивания вредных примесей и выбор высоты дымовых труб. (ПКос-1.4), (ПКос-2.3)
16.	Тема 16. Технико-экономические показатели систем теплоснабжения. Основы цифровой трансформации тепловой энергетики.	Экономия топливно-энергетических ресурсов. Основные виды потерь топлива в теплостанции и мероприятия по их снижению. Оценка эффективности мероприятий по экономии топлива. Контроль за техническим состоянием ТЭС посредством автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). Основные компоненты АСУ ТП на примере тепловой сети (ПКос-1.4), (ПКос-2.3)

### 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Источники и системы теплоснабжения предприятий» в основном используется традиционная объяснительно-иллюстративная технология обучения, в случае вынужденного перехода на онлайн обучение используется технология дистанционного обучения.

Таблица 6

#### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 1. Место и роль тепловой энергии в системах энергообеспечения предприятий. Энергетические ресурсы.	Л Проблемная технология
		ПЗ Информационно-коммуникационная технология
2.	Тема 2. Принципиальные схемы производства тепловой энергии	Л Проблемная технология
		ЛР Бригадно-лабораторный метод; информационно-коммуникационная технология
3.	Тема 3. Топливо и физико-химические основы процесса горения	Л Проблемная технология
		ЛР Бригадно-лабораторный метод; информационно-коммуникационная технология
		ПЗ Информационно-коммуникационная технология
4.	Тема 4. Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения предприятий и их тепловой расчет.	Л Проблемная технология
		ЛР Бригадно-лабораторный метод; информационно-коммуникационная технология
		ПЗ Информационно-коммуникационная технология
5.	Тема 5. Котельные установки на органическом топливе. Паровые и водо-	Л Проблемная технология
		ЛР Бригадно-лабораторный метод; информационно-коммуникационная технология
		ПЗ Информационно-коммуникационная технология



№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	грейные котлы.		
6.	Тема 6. Топочные и горелочные устройства. Конвективные поверхности нагрева.	Л	Проблемная технология
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод; информационно-коммуникационная технология
		ПЗ	Информационно-коммуникационная технология
7.	Тема 7. Топливное и водное хозяйство источников тепловой энергии	Л	Проблемная технология
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод; информационно-коммуникационная технология
		ПЗ	Информационно-коммуникационная технология
8.	Тема 8. Тягодутьевые устройства. Контрольно-измерительные приборы и арматура котельного агрегата.	Л	Проблемная технология
		ПЗ	Информационно-коммуникационная технология
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод; информационно-коммуникационная технология
9.	Тема 9. Системы теплоснабжения, классификация, выбор, регулирование.	Л	Проблемная технология
		ПЗ	Информационно-коммуникационная технология
10.	Тема 10. Методы определения тепловых нагрузок производственных потребителей	Л	Проблемная технология
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод; информационно-коммуникационная технология
		ПЗ	Информационно-коммуникационная технология
11.	Тема № 11. Тепловые сети. Гидравлический и тепловой расчет тепловых сетей.	Л	Проблемная технология
		ПЗ	Информационно-коммуникационная технология
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод; информационно-коммуникационная технология
12.	Тема № 12. Тепловые подстанции, тепловые пункты.	Л	Проблемная технология
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод; информационно-коммуникационная технология
13.	Тема 13. Тепловые схемы котельных и их расчет.	Л	Проблемная технология
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод; информационно-коммуникационная технология
		ПЗ	Информационно-коммуникационная технология
14.	Тема 14. Эксплуатация систем теплоснабжения.	Л	Проблемная технология
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод; информационно-коммуникационная технология
15.	Тема 15. Охрана окружающей среды при производстве тепловой энергии.	Л	Проблемная технология
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод; информационно-коммуникационная технология
16.	Тема 16. Технико-экономические показатели систем теплоснабжения. Основы цифровой трансформации тепловой энергетики.	Л	Проблемная технология
		ПЗ	Информационно-коммуникационная технология

## **6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

### **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

#### **6.1.1. Расчетно-графическая работа (РГР)**

При изучении дисциплины «Источники и системы теплоснабжения предприятий» учебным планом предусмотрено выполнение в 6 семестре расчетно-графической работы.

Задачей расчетно-графической работы является закрепление теоретических знаний, развитие практических навыков самостоятельного решения конкретных инженерных задач по энергообеспечению сельскохозяйственных предприятий с применением источников тепловой энергии. Формируемые при выполнении расчетно-графической работы компетенции (индикаторы достижения компетенции): ПКос-1 (ПКос-1.4), ПКос-2 (ПКос-2.3).

Расчетно-графической работа выполняется студентом во внеурочное время с использованием информационных и программных материалов, оформляется в виде расчетно-пояснительной записки и сдается на проверку.

Примерная тема расчетно-графической работы: «Тепловой расчет теплогенератора с естественной циркуляцией, работающего на твердом топливе».

В расчетно-графической работе рассматриваются следующий перечень тем изучаемых по дисциплине: определение основных характеристик используемого вида топлива; расчетная схема и материальный баланс теплогенератора; объем кислорода, необходимого для обеспечения полного сгорания горючих компонентов топлива; коэффициент избытка воздуха; объемы образующихся продуктов сгорания при горении топлива; энтальпии воздуха и продуктов сгорания; тепловой баланс теплогенератора; определение тепловых потерь, расхода топлива и КПД теплогенератора; теплообмен в топке и в конвективных поверхностях нагрева (конвективной части пароперегревателя, водяного экономайзера, воздухоподогревателя) теплогенератора.

Исходные данные для расчета выбираются в соответствии с индивидуальным заданием на выполнение расчетно-графической работы.

Контроль за выполнением расчетно-графической работы осуществляется ее проверкой с индивидуальным опросом при защите.

При оценке расчетно-графической работы во время защиты учитывается:

- степень самостоятельности выполнения работы;
- актуальность и глубина разработки темы;
- знание современных подходов на исследуемую проблему;
- качество оформления;
- четкость изложения доклада на защите;
- правильность ответов на вопросы.

### 6.1.2. Курсовая работа (КР)

При изучении дисциплины «Источники и системы теплоснабжения предприятий» учебным планом предусмотрено выполнение в 7 семестре курсовой работы.

Задачей курсовой работы является закрепление теоретических знаний, развитие практических навыков самостоятельного решения конкретных инженерных задач по энергообеспечению сельскохозяйственных предприятий с применением источников тепловой энергии. Формируемые при выполнении КР компетенции (индикаторы достижения компетенции): ПКос-1 (ПКос-1.4) , ПКос-2 (ПКос-2.3).

Курсовая работа выполняется студентом во внеурочное время с использованием информационных и программных материалов, оформляется в виде расчетно-пояснительной записки и сдается на проверку не позднее даты указанной в задании на курсовую работу.

Контроль за выполнением курсовой работы осуществляется ее проверкой с индивидуальным опросом при защите.

При оценке курсовой работы во время защиты учитывается:

- степень самостоятельности выполнения работы;
- актуальность и глубина разработки темы;
- знание современных подходов на исследуемую проблему;
- качество оформления;
- четкость изложения доклада на защите;
- правильность ответов на вопросы.

Тема курсовой работы должна соответствовать содержанию дисциплины, быть комплексной, направленной на решение взаимосвязанных задач, объединенных общностью объекта. Вместе с тем один из частных вопросов темы должен быть разработан более подробно. Тема курсовой работы может быть предложена студентом при условии обоснования им её целесообразности.

Тематика курсовой работы обсуждается и утверждается на заседании кафедры до начала выдачи студентам заданий на курсовую работу. В случае необходимости, тема может быть уточнена по согласованию с руководителем.

Выбор темы курсовой работы регистрируется в журнале регистрации курсовых работ на кафедре.

#### **Пример тем на курсовую работу:**

1. Расчет тепловой схемы промышленно-отопительной котельной мощностью 290 МВт
2. Расчет тепловой схемы промышленно-отопительной котельной мощностью 308 МВт
3. Расчет тепловой схемы отопительной котельной мощностью 63 МВт
4. Тепловой расчет районной станции (РТС) теплично-овощного комплекса г. Москвы
5. Расчет тепловой схемы отопительной котельной мощностью 80 МВт
6. Тепловой расчет промышленно-отопительной котельной суммарной мощностью 305,6 МВт
7. Расчет тепловой схемы промышленной котельной мощностью 41 МВт

8. Расчет тепловой схемы промышленно-отопительной котельной мощностью 248 МВт

9. Расчет тепловой схемы промышленно-отопительной котельной мощностью 36 МВт

10. Расчет тепловой схемы отопительной котельной мощностью 125 МВт

Пример условия нескольких из типовых вариантов курсовой работы :

**Тема 1:** Определить расход топлива для подогрева сетевой воды с 70°C до 150°C в отопительной котельной.

**Варианты:**

1. Мощность котельной 5 МВт, топливо природный газ, газопровод Саратов-Москва.

2. Мощность котельной 10 МВт, топливо природный газ, газопровод Ставрополь-Москва.

3. Мощность котельной 15 МВт, топливо природный газ, газопровод Бухара-Урал.

4. Мощность котельной 20 МВт, топливо природный газ, газопровод Уренгой-Помары-Ужгород.

5. Мощность котельной 25 МВт, топливо природный газ, газопровод Брянск-Москва.

6. Мощность котельной 30 МВт, топливо природный газ, газопровод Серпухов-Москва.

7. Мощность котельной 35 МВт, топливо природный газ, газопровод Серпухов-Ленинград.

8. Мощность котельной 40 МВт, топливо природный газ, газопровод Ставрополь-Невинномыск.

9. Мощность котельной 45 МВт, топливо природный газ, газопровод Саратов-Горький.

10. Мощность котельной 50 МВт, топливо природный газ, газопровод Кумертау-Магниторск.

**Тема 2.** Определить расход топлива для выработки перегретого пара с параметрами 250 градусов; 1,4 МПа:

**Варианты:**

1. Мощность котельной 5 т/ч, топливо Челябинский бурый уголь.

2. Мощность котельной 10 т/ч, топливо Ирша-Бородинский уголь.

3. Мощность котельной 15 т/ч, топливо каменный уголь Кузнецкого месторождения.

4. Мощность котельной 20 т/ч, топливо каменный уголь Экибастузского месторождения.

5. Мощность котельной 25 т/ч, топливо Подмосковный бурый уголь.

6. Мощность котельной 30 т/ч, топливо Кизеловский каменный уголь.

7. Мощность котельной 35 т/ч, топливо Печорский каменный уголь.

8. Мощность котельной 50 т/ч, топливо сернистый мазут.

9. Мощность котельной 55 т/ч, топливо малосернистый мазут.

10. Мощность котельной 60 т/ч, топливо высокосернистый мазут.

**Примечание.** Принять значение температуры уходящих газов при сжигании твердого топлива 160°C; мазута- 150°C: природного газа-140°C.

### 6.1.3. Текущее тестирование

Текущее тестирование необходимо для оценки текущей успеваемости и усвояемости изучаемого студентами материала разделов дисциплины.

Примеры тестовых заданий для текущего контроля знаний:

Раздел 1. «Источники тепловой энергии систем теплоснабжения». Вариант 1

Вопросы	Ответы
1. Что называется теплофикацией ?	A – выработка тепловой энергии B – потребление тепловой энергии C – передача тепловой энергии на большие расстояния D – централизованное теплоснабжение на базе комбинированной выработки тепловой и электрической энергии
2. Какой газ образуется при неполном сгорании углерода топлива?	A – углекислый газ $\text{CO}_2$ B – угарный газ $\text{CO}$ C – метан $\text{CH}_4$ D – сероводород $\text{H}_2\text{S}$

### Вариант 2

Вопросы	Ответы
1. Какой термодинамический цикл используется в ТЭЦ?	A – цикл Карно на насыщенном паре B – цикл Дизеля с подводом теплоты при $p = \text{const}$ C – цикл Ренкина на перегретом паре D – цикл Отто с подводом теплоты при $v = \text{const}$
2. Какой вид тепловых потерь является характерным только при сжигании в котельной твердого топлива?	A – потери теплоты с уходящими газами B – потери теплоты с физической теплотой шлаков C – потери теплоты от химической неполноты сгорания D – потери теплоты от механической неполноты сгорания

### 6.1.4. Выполнение и защита лабораторных и практических работ.

Примеры вопросов устного опроса:

Вопросы устного опроса по практическому занятию № 1. «Энергетические ресурсы, энергетический баланс»:

1. Что называют энергетическими ресурсами?
2. Какие вы знаете невозобновляемые и возобновляемые источники энергии?
3. Какие возобновляемые источники энергии относят к числу традиционных источников энергии?
4. Какая структура современного энергетического хозяйства в мире и стране (по видам электростанций для производства электрической энергии)?

5. Каковы потенциальные запасы органических углеводородных видов топлива?
6. Какая динамика роста энергопотребления в мире к настоящему времени?
7. Какие глобальные проблемы современной энергетики вы знаете?
8. Что такое «парниковый эффект» и какие парниковые газы вы знаете?
9. Что называют энергетическим балансом?
10. Каково влияние современной энергетики на процессы глобального изменения климата на Земле?

**Вопросы устного опроса по практическому занятию № 2. «Способы сжигания топлива в котельных агрегатах»:**

1. Какие виды топлива используются в котельных?
2. Какие вы знаете способы сжигания топлива в котельных агрегатах?
3. Для сжигания какого вида топлива используются слоевые топки?
4. Какие виды камерных топок вы знаете?
5. Что такое горение, какие горючие компоненты в твердом и жидком топливе?
6. Как определяют полноту горения топлива?
7. Каков состав дымовых газов при полном горении топлива?
8. Каков состав дымовых газов при неполном горении топлива?
9. Что называют коэффициентом избытка воздуха?

**Пример вопросов при защите лабораторной работы:**

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы №1 «Изучение технологической схемы производства тепловой энергии на ТЭС»:

1. Как классифицируются тепловые электрические станции в зависимости от вида вырабатываемой энергии?
2. Как классифицируются тепловые электрические станции по виду используемого топлива и по начальным параметрам пара?
3. Какие виды ТЭС различают в соответствии с технологической структурой?
4. Расскажите технологическую схему производства электроэнергии и теплоты на тепловой электрической станции.
5. Что включает в себя основное оборудование ТЭС? Каковы их назначение и особенности работы?
6. Что включает в себя вспомогательное оборудование ТЭС? Каковы их назначение и особенности работы?
7. Какие подогревательные установки используются в тепловой схеме ТЭС? Их назначение.
8. Дайте характеристику используемым на ТЭС схемам их технического водоснабжения, каково назначение и особенности топливного хозяйства ТЭС?
9. Каковы вид и значение графиков электрических и тепловых нагрузок ТЭС?
10. Каково влияние ТЭС на окружающую среду?

**6.1.5. Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой по дисциплине**

**Раздел 1 «Источники тепловой энергии систем теплоснабжения»**

1. Что понимают под «источниками тепловой энергии»? Приведите классификацию источников тепловой энергии.
2. Что называется «системой теплоснабжения», и какое место в системе теплоснабжения занимает источник тепловой энергии?
3. Классификация энергетического топлива. Основные технические характеристики.
4. Элементарный состав органического топлива. Что понимают под составом топлива на рабочую, сухую и горючую массу?
5. Основное уравнение пересчета состава топлива с одной массы топлива на другую.
6. Низшая и высшая теплота сгорания топлива.
7. Классификация влаги твердого топлива. Что понимают под «летучими веществами» и «коксовым остатком».
8. Перечислите виды твердого топлива и дайте их характеристику. Перечислите классы и марки твердого топлива.
9. Жидкое топливо и его классификация. Физические свойства жидких топлив.
10. Газообразное топливо и его классификация.
11. Что понимают под «горением»? Перечислите факторы, влияющие на скорость горения.
12. Охарактеризуйте принципиальные схемы производства тепловой энергии путем сжигания органического топлива.
13. Приведите принципиальную схему комбинированного производства тепловой и электрической энергии на ТЭС, работающей по циклу Ренкина.
14. Приведите принципиальную схему ТЭЦ, содержащей турбину с противодавлением.
15. Принципиальная схема ТЭЦ, содержащей турбину с регулируемым промежуточным отбором пара.
16. Принципиальная схема производства тепловой энергии на основе ядерного топлива.
17. Принципиальные схемы производства тепловой энергии за счет солнечной энергии.
18. Принципиальные схемы производства тепловой энергии за счет геотермальной энергии.
19. Принципиальные схемы производства тепловой энергии из сельскохозяйственных и городских отходов.
20. Перечислите виды тепловых расчетов котельного агрегата и поясните их цель. В каких случаях и для чего выполняют поверочный тепловой расчет котельного агрегата.
21. Приведите последовательность поверочного теплового расчета котельного агрегата. Из каких элементов состоит расчетная схема котельного агрегата (парового и водогрейного котла)?
22. Расходы каких веществ представлены в левой и правой части уравнения материального баланса газовоздушного тракта котельного агрегата?
23. Расходы каких веществ представлены в левой и правой части уравнения материального баланса для пароводяного тракта котельного агрегата?

24. Приведите состав продуктов сгорания топлива при полном сгорании горючих компонентов топлива.
25. Приведите состав продуктов сгорания топлива при неполном сгорании горючих компонентов топлива.
26. Приведите определение и уравнение теплового баланса котельного агрегата.
27. Тепловой баланс котла. Определение КПД брутто и расхода топлива для парового котла.
28. Тепловой баланс котла. Определение КПД брутто и расхода топлива для водогрейного котла.
29. Что называется «располагаемой теплотой», и по какой формуле определяется величина располагаемой теплоты?
30. В каких случаях учитывается физическая теплота топлива при определении располагаемой теплоты.
31. В каких случаях учитывается теплота, вносимая в топку с воздухом, при определении располагаемой теплоты.
32. Приведите и поясните уравнение для определения полезно использованной теплоты для водогрейных котельных агрегатов.
33. Приведите и поясните уравнение для определения полезно использованной теплоты для парового котельного агрегата.
34. Какие виды тепловых потерь учитываются в расходной части уравнения теплового баланса?
35. Приведите причины химической и механической неполноты сгорания топлива в топке котельного агрегата.
36. Поясните значения КПД брутто (котлоагрегата) и КПД нетто (котельной установки).
37. Чем отличаются натуральный расход топлива и расчетный расход топлива котельного агрегата?
- Раздел 2 «Тепловые станции и их оборудование»**
38. Классификация котельных агрегатов. Назначение и область применения.
39. Что понимают под прямоточными котлами и котлами с многократной циркуляцией?
40. Что понимают под «жаротрубным» и «водотрубным» котлом? Приведите примеры маркировки котлов.
41. Что понимают под «топочными устройствами»? Перечислите требования, предъявляемые к топочным устройствам.
42. Что понимают под «слоевыми топочными устройствами»? Приведите классификацию топочных устройств.
43. Перечислите конвективные поверхности нагрева котла, и поясните, в чем заключается суть их теплового расчета.
44. Поясните назначение пароперегревателей и приведите их классификацию.
45. Поясните назначение водяных экономайзеров и приведите их классификацию.
46. Назначение воздухоподогревателей и их классификация.



47. Основные уравнения теплового расчета конвективных поверхностей нагрева котла. Пароперегреватели, водяные экономайзеры, воздухоподогреватели.

48. Какие существуют виды загрязнения поверхностей нагрева котла. Перечислите способы борьбы с загрязнениями поверхностей нагрева.

49. Коррозия низкотемпературных поверхностей нагрева котла. Причины и способы защиты. Выбор температуры уходящих газов и температуры предварительного подогрева воздуха.

50. Перечислите виды коррозии поверхностей нагрева со стороны воды и пара, и способы борьбы с данной коррозией.

51. Что понимают под «каркасом котельного агрегата»? Какие существуют типы каркасов?

52. Что понимают под «обмуровкой котла» и какие существуют типы обмуровок?

53. Какие воды различают в котельной установке? Перечислите физико-химические характеристики воды и дайте их краткую характеристику.

54. Деаэрация воды в котельной установке и ее назначение. Перечислите типы деаэраторов и требования, предъявляемые к деаэраторам.

55. Назначение и устройство деаэраторов питательной и сетевой воды.

56. Что понимают под «продувкой котла» и какие существуют типы продувок?

57. Что понимают под «топливным хозяйством котельной установки»? Топливное хозяйство котельной установки на твердом топливе. Склады топлива.

58. Топливное хозяйство котельной установки на жидком топливе.

59. Топливное хозяйство котельной установки на газообразном топливе. ГРП и ГРУ. Назначение и основное оборудование.

60. Перечислите основные способы удаления золы и шлака из котельного агрегата и требования, предъявляемые к системам шлакозолоудаления.

61. Арматура и трубопроводы, применяемые в котельных установках. Назначение и основные технические характеристики.

62. Выбор температуры газов на выходе из топki при сжигании разных видов топлива. Расчет топочной камеры котла при камерном сжигании топлива. Основные уравнения расчета.

63. Выбор тягодутьевых машин для котельных установок.

64. Основные типы тягодутьевых машин. Технические характеристики.

65. Естественная и искусственная тяга. Дымовые трубы.

### **6.1.6. Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине**

#### **Раздел 3 «Системы теплоснабжения, тепловые сети, тепловые подстанции»**

1. Классификация систем теплоснабжения предприятий. Принципиальные схемы систем теплоснабжения.

2. Понятие о централизованном и децентрализованном теплоснабжении. Достоинства, недостатки, область применения. Энергетическая эффективность теплофикации и централизованного теплоснабжения.
3. Открытые и закрытые системы теплоснабжения. Основные схемы присоединения однородной и комбинированной тепловой нагрузки к водяным и паровым тепловым сетям.
4. Принципиальные схемы паровых систем теплоснабжения.
5. Основные теплоносители на системах теплоснабжения. Параметры теплоносителей (пара и горячей воды). Область применения.
6. Принципиальные схемы присоединения абонентских установок в открытых системах теплоснабжения.
7. Принципиальные схемы присоединения абонентских установок в закрытых системах теплоснабжения.
8. Выбор системы теплоснабжения. Область применения трехтрубных водяных систем теплоснабжения.
9. Тепловое потребление. Методы расчета часовых и годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование воздуха.
10. Определение расхода теплоносителя на технологические потребности предприятия.
11. Основные методы и ступени регулирования тепловой нагрузки. Взаимодействие отдельных методов и области их использования. Режимы регулирования систем централизованного теплоснабжения.
12. Графики температур и расходов теплоносителя при центральном регулировании однородной и разнородной тепловой нагрузки в закрытых и открытых системах теплоснабжения.
13. Центральное, групповое и местное регулирование в системах с комбинированной тепловой нагрузкой.
14. Дайте определение понятий «теплогенерирующая установка», «тепловые сети», «тепловые пункты». Перечислите их основные элементы и их назначение.
15. Тепловые сети, назначение и классификация.
16. Оборудование теплосетей систем теплоснабжения. Надземная и подземная прокладка теплопроводов.
17. Гидравлический расчет тепловых сетей. Задачи гидравлического расчета тепловых сетей. Расчет линейных и местных потерь давления в водяных и паровых тепловых сетях.
18. Гидравлическая характеристика тепловых сетей Расчетное определение падения давления теплоносителя в тепловых сетях.
19. Пьезометрический график. Требования к характеру распределения давлений и напоров в статическом и динамическом режимах в тепловых сетях.
20. Тепловой расчет тепловых сетей. Основные цели расчета. Изоляционные конструкции теплосетей: тепловая изоляция, защита теплопроводов от поверхностных и грунтовых вод, обеспечение механической прочности.

21. Порядок расчета тепловых потерь тепловых сетей надземной и подземной прокладки. Расчет падения температуры теплоносителя по длине тепловой сети.

22. Температурные деформации теплопроводов. Методы их компенсации. Неподвижные и подвижные опоры в теплосетях. Расчет нагрузок на опоры

23. Тепловые подстанции, назначение, классификация, основное оборудование.

24. Понятие о групповых, местных и индивидуальных тепловых пунктах.

25. Основное оборудование тепловых пунктов и их назначение.

26. Смесительные узлы и аккумуляторы теплоты тепловых пунктов.

27. Уравнение характеристики водоструйного элеватора теплового пункта.

28. Автоматизация тепловых подстанций.

29. Тепловые характеристики теплообменных аппаратов в тепловых пунктах систем теплоснабжения. Их использование для определения параметров теплоносителей в нерасчетных режимах систем теплоснабжения.

30. Баки-аккумуляторы подпиточной воды тепловых сетей. Уровень заполнения. Предельно-допустимая температура. Периодичность обследования с определением толщины стенок.

#### **Раздел 4 «Тепловые схемы котельных установок. Эксплуатация, экология и экономика систем теплоснабжения»**

31. Классификация котельных установок. Назначение и область применения.

32. Промышленные котельные. Назначение, классификация, параметры, рациональные области использования; тепловые схемы и их расчет.

33. Теплоэлектроцентрали промышленных предприятий. Назначение, классификация, методика определения энергетических показателей теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), методика составления и расчета тепловых схем ТЭЦ.

34. Принципиальная тепловая схема водогрейной отопительной котельной. Основные режимы работы котлов.

35. Принципиальная тепловая схема промышленной паровой котельной. Основное оборудование, назначение и технические характеристики.

36. Назначение и устройство деаэраторов питательной и сетевой воды.

37. Выбор сетевых насосов для работы котельных установок.

38. Выбор сетевых подогревателей и насосов котельной.

39. Выбор типа котельной, количества и мощности котлов. Резерв котельной – явный и скрытый.

40. Поясните, в чем заключается эксплуатация теплогенерирующих установок.

41. Прием оборудования систем теплоснабжения в эксплуатацию. Пусковой комплекс. Предварительные испытания и пробные пуски.

42. Эксплуатация котлов. Операции необходимые (в обязательном порядке) при растопке котла.

43. Эксплуатация котлов. Аварийный останов котла. Основные условия немедленного останова котла.

44. Порядок подготовки к пуску и пуск тягодутьевых машин.
45. Допуск к самостоятельной работе оперативного персонала энергопредприятий. Периодичность противоаварийных и противопожарных тренировок эксплуатационного персонала.
46. Порядок пуска водогрейного котла. Предварительные операции и растопка котла на газе.
47. Порядок пуска парового котла. Подготовительные операции.
48. Приемка в эксплуатацию абонентских тепловых пунктов и систем теплоснабжения после монтажа и ремонта. Заполнение тепловых сетей.
49. Какие параметры водогрейного котла подлежат обязательному контролю?
50. Вредные выбросы от теплостанций. Перечислите способы улавливания твердых частиц из продуктов сгорания.
51. Токсичные выбросы с дымовыми газами котла. Расчетное определение выбросов  $NO_x$ ,  $SO_x$  и золы.
52. Очистка дымовых газов ТЭЦ от вредных выбросов.
53. Выбор тягодутьевых машин для котельных установок.
54. Выбор высоты дымовой трубы по условиям рассеивания вредных выбросов.
55. Ежегодные издержки производства котельных. Основные статьи затрат.
56. Основные проектные показатели котельных и ТЭЦ.
57. Структура капитальных вложений в котельные установки.
58. Экономические показатели котельных. Способы определения.
59. Капитальные затраты и эксплуатационные расходы при производстве тепловой энергии.
60. Перечислите основные требования, которые должны выполняться при проектировании теплогенерирующих установок. Из каких этапов состоит проектирование котельной установки и в чем их суть?
61. Техничко-экономические и экологические показатели систем теплоснабжения.
62. Особенности расчета себестоимости производства тепловой энергии.
63. Приведите основные виды потерь топлива в теплостанции и мероприятий по их снижению.
64. Основные виды гидравлических и тепловых испытания тепловых сетей.
65. Испытания тепловых сетей (тепловые и гидравлические), вопросы подготовки к отопительному сезону.
66. Эксплуатация систем теплоснабжения. Пуск водяных тепловых сетей в эксплуатацию
67. Эксплуатация систем теплоснабжения. Промывка тепловых сетей.
68. Эксплуатация систем теплоснабжения. Пуск паровых тепловых сетей.
69. Эксплуатация систем теплоснабжения. Пуск тепловых пунктов.
70. Виды испытаний тепловых сетей. Опрессовка.

71. Виды испытаний тепловых сетей. Гидравлические испытания.
72. Виды испытаний тепловых сетей. Тепловые испытания.
73. Виды испытаний тепловых сетей. Испытания на максимальную температуру теплоносителя.
74. Наладка систем теплоснабжения. Виды пусковой наладки.
75. Эксплуатация систем теплоснабжения. Техническое обслуживание тепловых сетей.
76. Эксплуатация систем теплоснабжения. Ремонт теплопроводов.
77. Виды внутренней коррозии тепловых сетей. Методы защиты.
78. Виды наружной коррозии тепловых сетей. Методы защиты.
79. Эксплуатация систем теплоснабжения. Обработка подпиточной воды для тепловых сетей.
80. Эксплуатация систем теплоснабжения. Умягчение воды для подпитки тепловых сетей.
81. Эксплуатация систем теплоснабжения. Деаэрация воды для подпитки тепловых сетей.
82. Опишите процесс разработки упрощенных цифровых моделей энергетического оборудования для расчета их параметров работы в зависимости от внешних условий на основе характеристик оборудования.
83. Какой вид имеет в общем случае цифровая имитационная модель парового котла источника теплоснабжения?
84. Какой вид имеет в общем случае цифровая имитационная модель паровой турбины?
85. Какой вид имеет в общем случае цифровая имитационная модель питательного насоса?
86. Назовите основные задачи для создания цифрового двойника тепловой сети.
87. Опишите процесс разработки упрощенных цифровых моделей для расчета изменения гидравлических режимов работы тепловой сети при изменениях в объектах (переключение регулирующих задвижек, отключение потребителей).
88. Опишите процесс разработки упрощенных цифровых моделей для расчета распределения температур и расходов у потребителей в зависимости от текущих климатических параметров.

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для допуска к зачету с оценкой и экзамену по дисциплине «Источники и системы теплоснабжения предприятий» необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, практических занятий, лабораторных работ, выполнение и защиту лабораторных и практических работ, выполнение и защиту расчетно-графической работы и курсовой работы.

Оценка текущей работы и промежуточный контроль студентов осуществляется на основе традиционной системы контроля и оценки успеваемости. Традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов представлена критериями выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### 6.2.1. Критерии оценки выполнения тестов:

При текущем тестировании каждый тест состоит из 15 вопросов и содержит 25 вариантов. Критерии оценивания:

- правильные ответы на 7 и менее заданий – «неудовлетворительно»,
- правильные ответы на 8 – 10 заданий – «удовлетворительно»,
- правильные ответы на 11 – 13 заданий – «хорошо»,
- правильные ответы на 14 – 15 заданий – «отлично».

Основаниями для снижения оценки на 1 балл являются: отсутствие обоснования выбранного ответа, неполный ответ; небрежное выполнение, ошибки в обозначениях и т.п.

### 6.2.2. Критерии оценки выполнения и защиты лабораторных работ и практических занятий:

К защите лабораторной работы и практического занятия представляется отчет с полностью обработанными результатами измерений, графическим материалом, выводами. Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае: отсутствия необходимых расчетных формул, обозначений и т.п.; отсутствия необходимого графического материала; некорректной обработки результатов измерений.

Защита отчета по лабораторной и практической работе проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя по традиционной системе оценки системы. В случае получения при защите лабораторной и практической работы неудовлетворительной оценки, работа подлежит повторной защите.

Таблица 7

#### Критерии оценивания защиты лабораторных и практических работ

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	«отлично» – студент излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; знает, правильно формулирует и применяет основные формулы и расчетные зависимости по теме работы.
Средний уровень «4»	«хорошо» – студент излагает содержание вопроса логически верно и по существу, умеет делать выводы и приводит примеры из

(хорошо)	практики, но допускает некоторые неточности и незначительные ошибки или опiski, что в целом не вызывает сомнений в освоении темы работы.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	«удовлетворительно» – студент не в полной мере владеет навыками логично и аргументировано излагать содержание материала, имеет общие знания основного содержания темы работы без освоения некоторых существенных положений, допускает неточности, однако умеет применять знания и умения по теме работы
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	«неудовлетворительно» – студент не освоил значительную часть содержания материала работы; допускает существенные ошибки в изложении материала; не умеет выделить главное и сделать выводы.

### 6.2.3. Критерии оценки выполнения расчетно-графической работы (РГР) и курсовой работы (КР)

Студенты самостоятельно выполняют РГР и КР и представляют в печатном виде на листах формата А4. Расчетно-графическая работа и курсовая работа не могут быть приняты и подлежат доработке в случае: отсутствия необходимого графического материала или отсутствие в графическом материале необходимых обозначений, используемых в расчете; некорректной обработки результатов расчетов. Выполнение РГР является обязательным элементом, влияющим на допуск, к сдаче зачета с оценкой по дисциплине в 6 семестре. Выполнение КР является обязательным элементом, влияющим на допуск, к сдаче экзамена по дисциплине в 7 семестре. При получении неудовлетворительной оценки по расчетно-графической и курсовой работе они подлежат исправлению и повторной защите.

Таблица 8

#### Критерии оценивания расчетно-графической работы (РГР) и курсовой работы (КР)

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5»	«отлично» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил РГР (КР); логично, последовательно и аргументировано изложил ход решения поставленной перед ним задачи.
Средний уровень «4»	«хорошо» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил РГР (КР); логично, последовательно и аргументировано изложил ход решения поставленной перед ним задачи, но в решении имеются незначительные ошибки и неточности.
Пороговый уровень «3»	«удовлетворительно» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил РГР (КР); однако в решении имеются ошибки и неточности, отсутствует пояснения методики решения, небрежное оформление работы.
Минимальный уровень «2»	«неудовлетворительно» – студент не выполнил РГР (КР).

#### 6.2.4. Критерии оценивания промежуточного контроля

Зачет с оценкой и экзамен проводятся в устной форме в виде доклада студента по каждому вопросу с представлением на листе ответа: уравнений, формул, расчетных схем, графиков и т.п. и ответов (если потребуется) на дополнительные вопросы преподавателя.

Качество освоения дисциплины, уровень сформированности заявленных общекультурных и профессиональных компетенций, знания и умения студента оцениваются в соответствии с традиционной системой оценки знаний:

Таблица 9

#### Критерии оценивания результатов промежуточного контроля

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	<b>«отлично»</b> – студент излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; знает, правильно формулирует и применяет основные формулы и расчетные зависимости; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	<b>«хорошо»</b> – студент излагает содержание вопроса логически верно и по существу, умеет делать выводы и приводит примеры из практики, но допускает некоторые неточности и незначительные ошибки или опiski, что в целом не вызывает сомнений в освоении дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	<b>«удовлетворительно»</b> – студент не в полной мере владеет навыками логично и аргументировано излагать содержание материала, имеет общие знания основного содержания дисциплины без освоения некоторых существенных положений, допускает неточности и затрудняется в теоретических выводах, однако умеет применять знания и умения в практических работах, владеет навыками работы со справочной и учебной литературой, умеет пользоваться нормативными документами. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	<b>«неудовлетворительно»</b> – студент не освоил значительную часть содержания дисциплины; допускает существенные ошибки в изложении материала; практические навыки не сформированы; не умеет выделить главное и сделать выводы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.



## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Рудобашта С.П. Теплотехника. Издание 2-е, дополненное. Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Агроинженерия». М.: Перо. 2015. – 672 с.
2. Магадеев В.Ш. Источники и системы теплоснабжения. М.: ИД Энергия, 2013. – 270 с.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Магадеев В.Ш. Эксплуатация энергетических установок систем теплоснабжения. – М.: Энергоатомиздат, 2011. – 260 с.
2. Магадеев В.Ш. Котельные систем теплоснабжения. – М.: ИД Энергия, 2017. – 320 с.
3. Магадеев В.Ш. Промышленно-отопительные котельные. – М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2016. – 102 с.
4. Магадеев В.Ш. Системы газоснабжения. – М.: Энергия, 2015. – 224 с.
5. Осмонов О.М. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие. – М., Издательство РГАУ-МСХА, 2015. - 98 с.
6. Осмонов О.М. Источники тепловой энергии. Задания для контрольной работы: методические указания. [Электронный ресурс. <http://elib.timacad.ru/dl/lokal/umo182.pdf/info> ]. – М.: РГАУ-МСХА, 2019. – 150 с
7. Рудобашта С.П., Бабичева Е.Л. Теплоснабжение животноводческих помещений: учебное пособие. [Электронный ресурс. <http://elib.timacad.ru/dl/lokal/pdf/info> ]. – М.: РГАУ-МСХА, 2019. – 150 с.
8. Осмонов О.М. Общая энергетика: учебное пособие. М: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. – 102 с.

### Периодические издания

1. Журнал «Новости теплоснабжения», URL – адрес: <http://www.ntsni.ru> ;
2. Журнал «Энергохозяйство за рубежом», URL – адрес: <http://www.prosmi.ru/catalog/3906>.

### 7.3 Нормативные правовые акты

1. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок. -М: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. -208 с.
2. «Правила безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов» (ПБ 10-574-03). Постановление Госгортехнадзора России от 11.06.2003 г. №88.

#### 7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Осмонов О.М., Канатников Ю.А. Тепловые схемы энергетических установок и методы их расчета: Методические указания. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. – 33 с.

2. Осмонов О.М. Расчет системы солнечного горячего водоснабжения: Методические указания. М.: Изд-во ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 61 с.

3. Осмонов О.М. Расчет биоэнергетической установки: Методические указания. – М.: Изд-во ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 68 с.

4. Магадеев В.Ш. Определение тепловой мощности автономного источника теплоснабжения теплогенератора типа ТГ-1.5: методические рекомендации по выполнению лаб. работы. – М.: РГАУ-МСХА, 2017. – 10 с.

5. Магадеев, В.Ш. Определение энергетических показателей котла-парообразователя типа Д-900: методические рекомендации по выполнению лаб. работы. – М.: РГАУ-МСХА, 2017. – 10 с.

#### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1) <http://www.rosteplo.ru/katalog/1> Каталог оборудования. Котлы и оборудование для котельных (открытый доступ).

2) <http://www.rosteplo.ru/katalog> Каталог оборудования. Автономное теплоснабжение. Модульные котельные (открытый доступ).

3) <http://www.rosteplo.ru/katalog> Каталог оборудования. Насосы, вентиляторы и дымососы (открытый доступ).

4) <http://www.rosteplo.ru/katalog> Каталог оборудования. Когенерационные установки (открытый доступ).

#### 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. <http://library.timacad.ru> Электронно-библиотечная система ЦНБ имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

2. <http://rucont.ru> Электронно-библиотечная система «Национальный цифровой ресурс РУКОНТ» (открытый доступ).

3. <http://www2.viniti.ru> Базы данных ВИНТИ РАН (открытый доступ).

4. <http://znanium.ru> Электронно-библиотечная система (открытый доступ).

Таблица 10

#### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 1. «Источники тепловой энергии систем теплоснабжения»	1. Microsoft Office Word 2. MS Power Point	1. Оформительская 2. Презентация	1. Microsoft 2. Microsoft 3. Microsoft	2013 2013 2013

Раздел 2. «Системы теплоснабжения, тепловые станции, их оборудование» Раздел 3 «Тепловые сети и тепловые пункты» Раздел 4 «Технико-экономические и экологические показатели систем теплоснабжения»	3. MS Excel 4. AutoCAD	3. Расчетная 4. Графическая	4. Autodesk	2010
--	---------------------------	--------------------------------	-------------	------

## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 11

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебный корпус № 24, аудитории 201, 214, 314	1. Комплект из интерактивной доски Penbord 77 (стойка. проектор и доска) (Инв.№ 210134000001798). 2. Экран Projecta SlimScreen 200*200 cv Matte White S настенный (Инв.№ 568938). 3. Доска настенная 3-элементная (Инв.№ 210136000003573). 4. Компьютер "Абакус" (Инв.№ 410134000001484)
Учебный корпус № 24, аудитории 201, 214, 314	1. Тепловая завеса КЕН-37В (Инв.№ 210134000002255) 2. Теплообменник (Инв.№ 410134000001780) 3. Измеритель температуры ИТ-4503 (Инв.№ 410134000002535) 4. Электроводонагреватель (Инв.№ 410134600002726) 5. Водонагреватель проточ.-накоп. Etalon МК 15 ком-би (Инв.№ 210136000006685) 6. Теплогенератор ТГ-1,5 (Инв.№ 410134000001866) 7. Котел Д-900-14 (Инв.№ 410134000001421) 8. Компрессор BRAVO 402 М (Инв.№ 210134000002505) 9. Калорифер (Инв.№ 210136000003596) 10. Доска школьная (Инв.№ 210136000004869) 11. Вентилятор ВЦ 14-46-3,15 ПрО ( 1,5*1500) (Инв.№ 210134000002586) 12. Бак расширительный отопления (Инв.№ 210136000004732)
Учебный корпус № 24, аудитории 201, 214, 314	1 Доска школьная (Инв.№ 210136000004868) 2 Экран настенный Projecta SlimScreen (Инв.№ 210134000002855) 3 Лабораторная установка для исследования теплоемкости (Инв.№ 210134000002081) 4 Лабораторная установка для определения отношения теплоемкостей (Инв.№ 210134000002082)

	5 Лабораторная установка (Инв.№ 410134000001548)
	6 Лабораторная установка (Инв.№ 410134000001549)
	Лабораторная установка (Инв.№ 410134000001550)
	Лабораторная установка (Инв.№ 410134000001551) Лабораторная установка (Инв.№ 410134000001552)

Для самостоятельной работы студентов также предусмотрены Читальный зал Центральной научной библиотеки имени Н.И. Железнова РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и комнаты самоподготовки студентов в общежитиях.

### **11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины «Источники и системы теплоснабжения предприятий» студентам необходимо:

- внимательно ознакомиться с содержанием календарно-тематического плана учебной дисциплины, вывешиваемого на кафедре, приводимом в нём списке рекомендуемой литературы, приобрести в библиотеке университета требующиеся учебники и учебные пособия;
- получить консультацию у преподавателей кафедры, ведущих дисциплину «Источники и системы теплоснабжения предприятий», по всем возникающим учебно-методическим вопросам;
- посещать все лекционные, лабораторные и практические занятия по утвержденному расписанию занятий;
- прорабатывать каждую тему сразу после её прочтения на лекции;
- текущие контрольные задания и курсовую работу выполнять после изложения соответствующих тем;
- пройти тестирование, защитить выполненные работы;
- при подготовке к экзамену ознакомиться с вопросами, выносимыми к экзамену, с которыми преподаватель знакомит студентов во время зачётной недели, и посетить проводимую им консультацию перед проведением экзамена.

В конспекте лекций следует избегать подробной записи. Конспект не должен превращаться в единственный источник информации, а должен подводить студента к самостоятельному обдумыванию материала, к работе с учебной книгой. Независимо от того, есть учебник или нет, лекции записывать необходимо.

Последующая работа над лекцией заключается в повторении ее содержания по конспекту (а еще лучше с привлечением дополнительных источников) вскоре после ее прослушивания, т.к. забывание материала, воспринятого любым способом идет особенно интенсивно сразу же после восприятия.

**Самостоятельная работа студентов** предполагает проработку лекционного материала, подготовку к самостоятельным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (курсовая работа).

**Расчетно-графическую и курсовую работу** рекомендуется выполнять последовательно и систематически по мере изучения соответствующего раздела дисциплины. При возникновении трудностей следует обращаться к препода-

вателю.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему (раздел), предоставить преподавателю конспект пропущенной лекции и отчитаться в устной форме, ответив на вопросы преподавателя по теме лекции.

Студент, пропустивший лабораторную и практическую работу, обязан ее отработать в конце семестра в соответствии с установленным кафедрой графиком отработок. Перед отработкой лабораторной и практической работы студент самостоятельно изучает материал по теме работы, порядок ее проведения. Оформленный должным образом отчет о выполнении лабораторной или практической работы предоставляется ведущему преподавателю для защиты.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Наилучшей формой организации учебного процесса по дисциплине «Источники и системы теплоснабжения предприятий» представляется такая, при которой все виды учебных занятий (лекции, лабораторные занятия, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов) образуют единый взаимосвязанный учебный процесс.

Главным звеном учебного процесса являются лекции, на которых излагается основное содержание курса и дается научно-методическая установка в изучении преподаваемой дисциплины. При условии своевременного закрепления лекционного материала на групповых занятиях и в процессе выполнения домашних заданий студенты являются на очередные лекции достаточно подготовленными для их прослушивания и усвоения.

Во время лекций предпочтительным является демонстрация слайдов или презентаций. Применение слайдов и презентаций требует тщательной работы по методическому обеспечению таких занятий: отбор необходимых фрагментов фильмов и слайдов, подбор иллюстраций и чертежей, проверка качества их демонстрации, затрачиваемого времени и т.д.

**Лабораторные работы и практические занятия** являются важнейшим элементом закрепления пройденного материала, а также приобретения практических навыков студентами.

Лабораторные работы целесообразнее проводить с подгруппой. Необходимо заранее известить студентов о теме будущего лабораторного занятия, указать на необходимость самостоятельного ознакомления с: целью лабораторной работы; теоретическим материалом, необходимым для выполнения данной работы; порядком выполнения работы и методикой обработки полученных результатов; подумать о выводах, которые необходимо сделать в конце работы.

При достаточной технической оснащенности учебной лаборатории кафедры студенты выполняют лабораторную работу, предварительно разбившись по «бригадам», включающим в себя по 4-5 студентов. Если же нет такой технической возможности, то лабораторная работа выполняется сразу всей подгруппой или  $\frac{1}{2}$  подгруппы. При этом преподаватель распределяет между студентами

обязанности по выполнению лабораторной работы, стараясь задействовать в работе как можно больше студентов.

Перед проведением лабораторной работы преподаватель или ассистирующий ему инженер (лаборант) учебной лаборатории проводит инструктаж по технике безопасности.

После выполнения лабораторной и практической работы целесообразно проводить ее «защиту». Это позволяет студентам еще раз повторить и осмыслить пройденный материал, а преподавателю оценить степень усвоения изученного студентами материала.

**Текущее тестирование** проводится в течение семестра. С его помощью проверяется усвоение студентами пройденного материала. Эта проверка должна быть достаточно глубокой с тем, чтобы одновременно служить подготовкой к предстоящему зачету с оценкой.

Должно быть разработано несколько вариантов тестовых заданий с тем, чтобы близко сидящие студенты имели разные варианты заданий.

Неудовлетворительно написанные работы по тестированию переписываются студентами повторно по другому варианту. Важным методическим требованием при проведении тестирования является своевременное ознакомление студентов с допущенными в нем ошибками.

**Программу разработал:**

Осмонов О.М., д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_  
(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В. 01.04 «Источники и системы теплоснабжения предприятий» ОПОП ВО по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность «Энергообеспечение предприятий» (квалификация выпускника – бакалавр)

Стушкиной Наталией Алексеевной, зав. кафедрой Электроснабжение и электротехника имени академика И.А.Будзко ФГБОУ ВО г. Москвы «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Источники и системы теплоснабжения предприятий» ОПОП ВО по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность «Энергообеспечение предприятий» разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий (разработчик – Осмонов Орозмамат Мамасалиевич, д.т.н., профессор кафедры ТГ и ЭОП).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Источники и системы теплоснабжения предприятий» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 13.03. 01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.В.01. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.03. 01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

3. В соответствии с Программой за дисциплиной «Источники и системы теплоснабжения предприятий» закреплены следующие индикаторы достижения компетенции: ПКос-1.4, ПКос-2.3. Дисциплина «Источники и системы теплоснабжения предприятий» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

4. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Источники и системы теплоснабжения предприятий» составляет 8 зачётных единиц (288 часов).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Источники и системы теплоснабжения предприятий» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03. 01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов

учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «**Источники и системы теплоснабжения предприятий**» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления **13.03. 01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**.

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (выполнение и защита лабораторных работ, опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления, участие в тестировании, выполнение расчётно-графической работы и аудиторных заданиях - работа с технической литературой), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1.О ФГОС ВО направления **13.03. 01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 10 наименований, источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 8 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления **13.03. 01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «**Источники и системы теплоснабжения предприятий**» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «**Источники и системы теплоснабжения предприятий**».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «**Источники и системы теплоснабжения предприятий**» ОПОП ВО по направлению **13.03. 01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, направленность «**Энергообеспечение предприятий**» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Осмоновым О.М., д.т.н., профессором кафедры ТГ и ЭОП соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Стушкина Наталия Алексеевна, зав. кафедрой Электроснабжение и электротехника имени академика И.А.Будзко ФГБОУ ВО г. Москвы «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат технических наук \_\_\_\_\_  
(подпись)

« 14 » 10 2022 г.