

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
Проф. д.т.н. В.А. Уваров  
« 27 » марта 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**

**Способы и средства энерго- и ресурсосбережения при тепло-  
и газоснабжении населенных мест и производств**

направление подготовки:  
**08.03.01 «Строительство»**

профиль подготовки:  
**Теплогазоснабжение и вентиляция**

Квалификация  
**бакалавр**

Форма обучения  
**очная**



Институт: инженерно-строительный

Кафедра: теплогазоснабжения и вентиляции

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерством образования и науки Российской Федерации № 481 от 31 мая 2017 года
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 г.

Составитель: канд. техн. наук, доцент  (А.С. Семиненко)  
канд. техн. наук, доцент  (Е.О. Шеремет)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

теплогазоснабжения и вентиляции

14.05.2021 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (В.А. Уваров)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института  
«инженерно-строительного»

27.05.2021 г., протокол № 10

Председатель канд. техн. наук, доцент  (А.Ю. Феоктистов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные	ПК-3 Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогасоснабжения и вентиляции	ПК-3.2 Выбирает вариант системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции) на основе сравнения типовых решений отдельных элементов и узлов	Знать возможности применения типовых технических решений элементов и узлов систем теплоснабжения. Уметь производить сравнения типовых решений отдельных элементов систем теплоснабжения. Владеть навыками технико-экономической проработки проектно-монтажных решений.
		ПК-3.3 Рассчитывает теплотехнические и гидравлические параметры системы теплоснабжения (газоснабжения)	Знать порядок гидравлического расчета систем теплоснабжения. Уметь производить гидравлический расчет систем теплоснабжения. Владеть опытом проведения гидравлического расчета систем теплоснабжения
	ПК-4 Способность организовывать технологические процессы работы систем и оборудования теплогасоснабжения и вентиляции	ПКО-4.1 Выбор нормативно-технических и нормативно-методических документов, определяющих технологические параметры работы систем и оборудования теплогасоснабжения и вентиляции	Знать нормативно-технические и нормативно-методические документы, определяющие технологические параметры работы систем теплоснабжения Уметь производить выбор нормативно-технических и нормативно-методических документов для проектирования Владеть опытом проектной работы
		ПК-4.3 Контроль и разработка мер по оптимизации технологических процессов работы систем и оборудования теплоснабжения	Знать методы контроля технологических процессов работы систем и оборудования теплоснабжения. Уметь производить оптимизацию технологических процессов теплоснабжения Владеть опытом контроля работы систем теплоснабжения
		ПК-4.6 Контроль и разработка мер по оптимизации технологических процессов работы систем и оборудования газоснабжения	Знать методы контроля технологических процессов работы систем и оборудования теплоснабжения. Уметь производить оптимизацию технологических процессов теплоснабжения Владеть опытом контроля работы систем теплоснабжения
		ПКО-4.7 Контроль и разработка мер по оптимизации технологических процессов работы оборудования теплогенерирующих	Знать перечень и рабочие диапазоны процессов работы систем теплоснабжения. Уметь производить оптимизацию технологических процессов работы систем теплоснабжения Владеть опытом контроля работы

	установок вспомогательного оборудования котельных	и	систем теплоснабжения
--	------------------------------------------------------------	---	-----------------------

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### 1. Компетенция ПК-3. Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименование дисциплины
1	Теоретические основы создания микроклимата и строительная теплофизика
2	Вентиляция. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение
3	Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции
4	Оборудование и энергосберегающие технологии систем обеспечения микроклимата
5	Основы проектирования и конструирования обеспыливающих систем
6	Тепловоздушный режим зданий
7	Основы автоматизированного проектирования внутренних климатических систем
8	Системы теплогазоснабжения предприятий
9	Способы и средства энерго- и ресурсосбережения при тепло- и газоснабжении населенных мест и производств
10	Основы автоматизированного проектирования сетей тепло- и газоснабжения
11	Проектное обучение
12	Производственная исполнительская практика (4 нед.4 дн.)
13	Производственная преддипломная практика (4 нед.)
14	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (2 нед.)
15	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (4 нед.)

### 2. Компетенция ПКО-3. Способность организовывать технологические процессы работы систем и оборудования теплогазоснабжения и вентиляции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименование дисциплины
1	Вентиляция. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение
2	Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции
3	Основы проектирования и конструирования обеспыливающих систем
4	Тепловоздушный режим зданий
5	Основы автоматизированного проектирования внутренних климатических систем
6	
7	Способы и средства энерго- и ресурсосбережения при тепло- и газоснабжении населенных мест и производств
8	Основы автоматизированного проектирования сетей тепло- и газоснабжения
9	Производственная технологическая практика (4 нед.)
10	Производственная преддипломная практика (4 нед.)

11	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (2 нед.)
12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (4 нед.)

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часа.

Форма промежуточной аттестации зачет, зачет

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы <sup>1</sup>	Всего часов	Семестр № 7	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	73	71
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	70	31	30
лекции	33	11	22
лабораторные	17	17	
практические	16		16
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации <sup>2</sup>	4		
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	74	43	41
Курсовой проект			
Курсовая работа			
Расчетно-графическое задание	18		18
Индивидуальное домашнее задание	9	9	
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	47	34	13
Экзамен		зачет	зачет

<sup>1</sup> в соответствии с ЛНА предусматривать

- не менее 0,5 академического часа самостоятельной работы на 1 час лекций,
- не менее 1 академического часа самостоятельной работы на 1 час лабораторных и практических занятий,
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 экзамен
- 54 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовой проект, включая подготовку проекта, индивидуальные консультации и защиту
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 18 академических часов самостоятельной работы на 1 расчетно-графическую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 9 академических часов самостоятельной работы на 1 индивидуальное домашнее задание, включая подготовку задания, индивидуальные консультации и защиту
- не менее 2 академических часов самостоятельной работы на консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации

<sup>2</sup> включают предэкзаменационные консультации (при наличии), а также текущие консультации из расчета 10% от лекционных часов (приводятся к целому числу)

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Основные проблемы, требующие решения при тепло- и газоснабжении населенных мест и производств.					
	Общие сведения. Характеристика предприятия	2		2	5
2. Теплогенерирующие установки					
	Паровые и водогрейные котлы Тепловой баланс котельного агрегата КПД котельного агрегата ТЭЦ на базе газовых турбин и газопоршневых двигателей. Применение мини-ТЭЦ	2		4	5
3. Геотермальные ТЭЦ					
	Общая геотермальная характеристика ТЭЦ Физико-химические параметры геотермальной воды Проблемы борьбы с коррозией	2		2	5
4. Теплонасосные установки					
	Использование ТНУ на ТЭЦ для утилизации сбросной воды и в системах централизованного теплоснабжения	2		2	5
5. Современные ИТП и ЦТП					
	Назначение ИТП и ЦТП Применение в системах теплоснабжения	1		4	5
6. Теплообменники для ИТП и ЦТП					
	Кожухотрубные и пластинчатые Принцип подбора теплообменных аппаратов	2		2	4
	Всего:	14		17	34

## Курс 4 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Децентрализованные и автономные системы теплоснабжения</b>					
	Автономные, крышные, модульные котельные.	5	3	-	3
<b>2. Местное регулирование режимов подачи тепла потребителю</b>					
	Способы и средства регулирования	5	3	-	3
<b>3. Уменьшение теплотерь при транспортировке теплоносителя</b>					
	Теплотехнический расчет теплоизоляции, расчет оптимальных толщин теплоизоляции, развитие современных высокоэффективных конструкций теплоизоляции, развитие бесканальной прокладки тепловых сетей	4	4	-	3
<b>4. Сжиженный, сжатый природный газ</b>					
	Средства и способы получения. Применение, расчет основных параметров Трубопроводы и теплоизоляция	4	3	-	2
<b>5. Альтернативные виды газового топлива</b>					
	Сланцевый газ, биогаз, свалочный газ Способы и средства получения	4	3	-	2
	<b>Всего:</b>	<b>22</b>	<b>18</b>		<b>13</b>

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во лекц. часов	К-во часов СРС
семестр №8				
1	Децентрализованные и автономные системы теплоснабжения	Крышные и модульные котельные. Расчет основных параметров.	4	4
2	Местное регулирование режимов подачи тепла потребителю	Способы и средства регулирования	3	3
3	Уменьшение теплотеря при транспортировке теплоносителя	Теплотехнический расчет теплоизоляции, расчет оптимальных толщин теплоизоляции	3	3
4	Сжиженный, сжатый природный газ	Трубопроводы и теплоизоляция транспортных систем сжиженного природного газа	3	3
5	Альтернативные виды газового топлива (сланцевый, биогаз, свалочный газ)	Способы и средства получения	3	3
ИТОГО:			16	16

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование лабораторной работы	К-во часов	К-во часов СРС
1	Определение параметров теплового насоса.	8	8
2	Изучение принципа действия автоматизированного индивидуального теплового пункта.	9	9
ИТОГО:		17	17



#### 4.4. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий<sup>3</sup>

В процессе выполнения расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

##### **Индивидуальное домашнее задание**

На выполнение индивидуального домашнего задания (ИДЗ) предусмотрено 9 часов самостоятельной работы студента

**Цель задания:** Приобретение практических навыков по расчету и подбору тепловой изоляции для тепло- и паропроводов

**Структура работы.** Практическое задание – это решение задач по рассматриваемым разделам (исходные данные; расчет требуемых сопротивлений теплопередаче теплоизолирующих конструкций; подбор теплоизолирующих и покровных материалов; расчет требуемой толщины теплоизолирующих материалов).

**Оформление индивидуального домашнего задания.** ИДЗ предоставляется преподавателю для проверки в двух видах: отчет, на бумажных листах в формате А4, и в виде файлов, содержащих решение практических заданий. Отчет расчетно-графического задания должен иметь следующую структуру: титульный лист; содержание; практическая часть задания; список использованной литературы. Решение задач ИДЗ должно сопровождаться необходимыми комментариями, т.е. все основные моменты процесса решения задачи должны быть раскрыты и обоснованы на основе соответствующих теоретических положений. Срок сдачи ИДЗ определяется преподавателем

##### ***Пример индивидуального домашнего задания***

Подбор тепловой изоляции для паро- и теплопроводов. Техно-экономический расчет тепловой изоляции

##### **Исходные данные**

№ тепло- и паропровода	Транспортируемая среда (вода, пар, конденсат)	Диаметр, мм	Проектная температура теплоносителя, °С	Продолжительность работы в течении года, час
T1	Вода	125	150	5989
T2	Вода	125	70	5989
T3	Вода	70	60	8760
T7	Пар	500	255	8760
T8	Конденсат	50	70	8760

<sup>3</sup> Если выполнение расчетно-графического задания/индивидуального домашнего задания нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

## Расчетно-графическое задание

На выполнение расчетно-графического задания (РГЗ) предусмотрено 18 часов самостоятельной работы студента

**Цель задания:** Приобретение практических навыков по расчету и подбору оборудования энергоэффективной коммунальной котельной

**Структура работы.** Практическое задание – это решение задач по рассматриваемым разделам (расчет основных тепловых показателей котельной, Подбор пароводяных водоподогревателей, подбор сетевых насосов, подбор подпиточных насосов).

**Оформление расчетно-графического задания.** РГЗ предоставляется преподавателю для проверки в двух видах: отчет, на бумажных листах в формате А4, и в виде файлов, содержащих решение практических заданий. Отчет расчетно-графического задания должен иметь следующую структуру: титульный лист; содержание; практическая часть задания; список использованной литературы. Решение задач РГЗ должно сопровождаться необходимыми комментариями, т.е. все основные моменты процесса решения задачи должны быть раскрыты и обоснованы на основе соответствующих теоретических положений. Срок сдачи РГЗ определяется преподавателем

### *Пример расчетно-графического задания*

1. Расчет и подбор оборудования энергоэффективной коммунальной котельной с паровыми котлами ДЕ и ДКВР.

#### Исходные данные

##### Технологические исходные данные работы котельной

Величина	Обозначение	Единица измерения	Значение
Абсолютное давление пара после котлов	$P_p$	МПа	2,4
Температура перегретого пара	$t_{п.п.}$	°С	250
Расход теплоты на нужды отопления и вентиляции	$Q_{ОВ макс}$	МВт	14,7
Расход теплоты на нужды ГВС	$Q_{г.в.}^{гр}$	МВт	6,9
Расход пара на технологические нужды	$D'_T$	т/ч	4,7
Продувка непрерывная котлоагрегатов	P	%	2
Температура сетевой воды в подающем трубопроводе	$T_1$	°С	150
Температура сетевой воды в обратном трубопроводе	$T_2$	°С	70

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

#### 1. Компетенция ПК-3. Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогасоснабжения и вентиляции.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.2 Выбор варианта системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции) на основе сравнения типовых решений отдельных элементов и узлов	Защита РГЗ, зачет
ПК-3.3 Расчет теплотехнических и гидравлических параметров системы теплоснабжения (газоснабжения)	Защита РГЗ, зачет

#### 2. Компетенция ПКО-3. Способность организовывать технологические процессы работы систем и оборудования теплогасоснабжения и вентиляции.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-4.1 Выбор нормативно-технических и нормативно-методических документов, определяющих технологические параметры работы систем и оборудования теплогасоснабжения и вентиляции	Зачет, решение задач по определению тепловой изоляции систем теплоснабжения, тестовый контроль, собеседование.
ПК-4.3 Контроль и разработка мер по оптимизации технологических процессов работы систем и оборудования теплоснабжения	Зачет, решение задач по оптимизации работы систем теплоснабжения, тестовый контроль, собеседование.
ПК-4.6 Контроль и разработка мер по оптимизации технологических процессов работы систем и оборудования газоснабжения	Решение задач по оптимизации процессов работы оборудования систем газоснабжения., собеседование, защита РГЗ, экзамен
ПК-4.7 Контроль и разработка мер по оптимизации технологических процессов работы оборудования теплогенерирующих установок и вспомогательного оборудования котельных	Решение задач по контролю и разработки мер по оптимизации технологических процессов работы оборудования теплогенерирующих установок., собеседование, защита РГЗ, экзамен

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Обеспечение энергией потребителей	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Теплоснабжения населенных мест и производств</li><li>2. Газоснабжение населенных мест и производств</li><li>3. Альтернативные виды топлива</li><li>4. «Зеленая энергетика»</li></ol>
2	ТЭЦ и их назначение	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Мини-ТЭЦ на базе газовых турбин</li><li>2. Мини-ТЭЦ на базе газопоршневых двигателей</li><li>3. Проблемы применения геотермальных источников тепловой энергии</li><li>4. Использование теплонасосных установок на ТЭЦ</li><li>5. Использование теплонасосных установок в системах теплоснабжения</li></ol>
3	Автономные системы теплоснабжения	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Децентрализованные системы теплоснабжения</li><li>2. Автономные системы теплоснабжения</li><li>3. Развитие децентрализованных и автономных систем теплоснабжения.</li><li>4. Крышные котельные.</li><li>5. Модульные котельные</li></ol>
4	Теплоизоляционные материалы	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Технические решения по уменьшению теплопотерь при транспортировке теплоносителя</li><li>2. Современные высокоэффективные конструкции теплоизоляции</li><li>3. Теплотехнический расчет теплоизоляции</li><li>4. Расчет оптимальных толщин теплоизоляции.</li></ol>
5	ИТП и ЦТП	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Современные автоматизированные индивидуальные тепловые пункты (ИТП) зданий.</li><li>2. Современные центральные тепловые пункты (ЦТП).</li><li>3. Конструкции и расчет высокоэффективных пластинчатых теплообменников для ИТП и ЦТП.</li><li>4. Теплообменные аппараты для ИТП и ЦТП</li></ol>
6	Регулирование режимов подачи тепла потребителям	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Способы и средства местного регулирования режимов подачи тепла в зданиях потребителей</li><li>2. График регулирования отпуска тепловой энергии</li></ol>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>3. Местное регулирование теплоснабжения</li> <li>4. Теплоаккумулирующие установки</li> </ul>
7	Сжатый и сжиженный газ	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Сжатый (компримированный) природный газ (СПГ) и его применение</li> <li>2. Сжиженный углеводородный газ (СУГ)</li> <li>3. Использование сжиженного природного газа в качестве моторного топлива</li> <li>4. Трубопроводы и теплоизоляция транспортных систем сжиженного природного газа</li> <li>5. Использование перепада давления при дросселировании газа на ГРС (детандерные теплоэнергетические установки)</li> </ul>
8	Коммерческий учет потребления газа	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Счетчики газа. Классификация</li> <li>2. Энергоаудит</li> <li>3. Хранилище газа</li> </ul>
9	Расчет параметров Мини-ТЭЦ	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет параметров мини-ТЭЦ на базе газовой турбины</li> <li>2. Расчет параметров мини-ТЭЦ на базе газопоршневого двигателя</li> <li>3. Расчет параметров геотермальной ТЭЦ</li> </ul>
10	Теплонасосные установки	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация ТНУ</li> <li>2. Источники тепловой энергии для ТНУ</li> </ul>
10	Расчет параметров котельной	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Выполнить расчет параметров автономной котельной применительно к схеме децентрализованного теплоснабжения</li> <li>2. Выполнить расчет параметров крышной котельной</li> <li>3. Выполнить расчет параметров модульной котельной</li> </ul>

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты лабораторных работ, выполнения курсового проекта.

**Лабораторные работы.** В методических указаниях к лабораторным работам по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и необходимые методические указания к работе.

Допуск к выполнению лабораторных работ проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме работы после оформления работы в тетради. Выполнение работ проходит на лабораторных установках специализированной лаборатории гидравлики и гидромашин и действующей лабораторно-производственной установке автоматизированного теплового пункта комплексного теплоснабжения учебного корпуса №4 БГТУ им. В.Г.Шухова. Защита лабораторных работ производится после проверки правильности выполнения задания и оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования по теме лабораторной работы. Примерный перечень контрольных вопросов для допуска и защиты лабораторных работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Лабораторная работа №1. Определение параметров теплового насоса	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Что такое тепловой насос?</li><li>2. Принцип работы теплового насоса</li><li>3. Назовите основные элементы теплового насоса?</li><li>4. Какое рабочее вещество используется в тепловых насосах?</li><li>5. Низкотемпературные источники тепловой энергии</li><li>6. Коэффициент трансформации теплового насоса</li><li>7. Методы повышения коэффициента трансформации</li><li>8. Изобразите графически цикл теплового насоса</li><li>9. Что происходит с рабочим телом в течение всего цикла работы теплового насоса?</li><li>10. Назовите достоинства и недостатки теплового насоса</li></ol>
2.	Лабораторная работа №2. Изучение принципа действия автоматизированного индивидуального теплового пункта	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Назначение и принцип действия узлов учета тепла в ИТП</li><li>2. Перечислите основное оборудование изучаемого ИТП</li><li>3. Какие вы знаете типы теплосчетчиков?</li><li>4. Принципиальная схема установки и методика производства измерений</li><li>5. Принцип действия теплового счетчика</li><li>6. Технические характеристики теплосчетчика.</li><li>7. По какому уравнению и по каким параметрам определяется количество тела, подаваемого на нужды теплопотребляющих систем здания?</li><li>8. Дайте классификацию систем отопления по преобразованию теплоносителя по температурному параметру</li><li>9. Какие вы знаете приборы для регулировки подачи тепловой энергии?</li></ol>

### Критерии оценивания лабораторной работы.

Оценка	Критерии оценивания
5	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.
4	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
3	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, присутствуют незначительные ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
2	Работа выполнена не полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по существу рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

### Задачи к практическим занятиям

**Задача 1.** В течение отопительного периода в г. Белгороде производился учет потребленного газового топлива на пяти котельных

№	Мощность котельной, Гкал/ч	Потребление газового топлива за месяц, измеренное счетчиком				
		январь	февраль	март	ноябрь	декабрь
1	0,5	11 800	11 621	9708	7 800	9 479
2	0,774	41 083	36 520	32 805	22 000	38 900
3	0,654	20 233	21 551	15 948	12 429	14 226
4	0,44	11 405	11 410	8 092	8 034	9 746
5	0,43	17 960	15 853	15 271	11 700	16 600

Определить: среднеарифметическое и среднеквадратичное значение потребление газового топлива

**Задача 2.** Протяженность тепловых сетей (тепловая энергия – для систем отопления) от котельной составляет:

- Ду 250 мм – 250 м;
- Ду 200 мм – 310 м;
- Ду 150 мм – 290 м;
- Ду 80 мм – 190 м;
- Ду 65 – 200 м.

Подключенная тепловая нагрузка составляет 2,55 Гкал/ч (отопление и вентиляция). Определить необходимый объем бака-запаса (баков-запаса) подпиточной воды для нормативной подпитки тепловой сети, если в котельной установлены теплообменные аппараты (контур теплоснабжения: теплообменный аппарат – тепловая сеть - потребитель).

**Задача 3.** Выполнить технико-экономический расчет тепловой изоляции тепловых сетей

№ п/п	Параметр	Значение
1	2	3
1	Общая длина проектируемой трассы, м	1150
2	Теплопроводность грунта, $\lambda$ , Вт/(м °С)	1,5
3	Внутренний диаметр трубопровода, мм	170
4	Толщина теплоизоляционного слоя, мм	9
5	Толщина покровного слоя, мм	4
6	Диаметр теплоизоляционного слоя, мм	185
7	Диаметр покровного слоя, мм	191
8	Глубина заложения, м	3,3
9	Коэффициент теплоотдачи от поверхности земли к воздуху, Вт/(м <sup>2</sup> К)	30
10	Межосевое расстояние между трубами, м	0,75
1	2	3
11	Эквивалентная глубина заложения, м	3,20
12	Температура теплоносителя в подающем трубопроводе, °С	150
13	Температура теплоносителя в обратном трубопроводе, °С	70
14	Температура наружного воздуха, °С	-28
15	Коэффициент теплопроводности изоляции, Вт/(м °С)	0,048
16	Коэффициент теплопроводности покровного слоя, Вт/(м °С)	0,3
17	Объем тепловой изоляции, м <sup>3</sup> /м	0,0052
18	Стоимость 1 м <sup>3</sup> изоляции, руб/ м <sup>3</sup>	3500
19	Площадь покровного слоя, м <sup>2</sup> / м	0,668
20	Стоимость 1 м <sup>2</sup> покровного слоя изоляции, руб/ м <sup>2</sup>	85
21	Стоимость тепловой энергии в год, руб/ГДж	56,16
22	Число дней отопительного периода в году	189

### Расчетно-графическое задание

На выполнение расчетно-графического задания (РГЗ) предусмотрено 18 часов самостоятельной работы студента

**Цель задания:** Приобретение практических навыков по расчету и подбору оборудования энергоэффективной коммунальной котельной



**Структура работы.** Практическое задание – это решение задач по рассматриваемым разделам (расчет основных тепловых показателей котельной, Подбор пароводяных водоподогревателей, подбор сетевых насосов, подбор подпиточных насосов).

**Оформление расчетно-графического задания.** РГЗ предоставляется преподавателю для проверки в двух видах: отчет, на бумажных листах в формате А4, и в виде файлов, содержащих решение практических заданий. Отчет расчетно-графического задания должен иметь следующую структуру: титульный лист; содержание; практическая часть задания; список использованной литературы. Решение задач РГЗ должно сопровождаться необходимыми комментариями, т.е. все основные моменты процесса решения задачи должны быть раскрыты и обоснованы на основе соответствующих теоретических положений. Срок сдачи РГЗ определяется преподавателем

### *Типовые варианты заданий*

2. Расчет и подбор оборудования энергоэффективной коммунальной котельной с паровыми котлами ДЕ и ДКВР.

#### Исходные данные

##### Технологические исходные данные работы котельной

Величина	Обозначение	Единица измерения	Значение
Абсолютное давление пара после котлов	$P_{п}$	МПа	2,4
Температура перегретого пара	$t_{п.п.}$	°С	250
Расход теплоты на нужды отопления и вентиляции	$Q_{ОВ макс}$	МВт	14,7
Расход теплоты на нужды ГВС	$Q_{с.в.}^{сп}$	МВт	6,9
Расход пара на технологические нужды	$D'_{т}$	т/ч	4,7
Продувка непрерывная котлоагрегатов	$P$	%	2
Температура сетевой воды в подающем трубопроводе	$T_1$	°С	150
Температура сетевой воды в обратном трубопроводе	$T_2$	°С	70

##### Критерии оценивания расчетно-графического задания.

Оценка	Критерии оценивания
5	Работа выполнена полностью. Практическая часть выполнена в полном объеме, для каждой задачи получены правильные ответы и студентом сформулированы полные, обоснованные и аргументированные выводы. Оформление заданий полностью соответствует предъявляемым требованиям.
4	Работа выполнена полностью. Практическая часть выполнена в полном объеме, для каждой задачи получены правильные ответы и студентом сформулированы выводы. Оформление заданий в целом соответствует предъявляемым требованиям.
3	Работа выполнена полностью. Практическая часть выполнена в полном объеме с незначительными ошибками и студентом сформулированы выводы. Оформление

Оценка	Критерии оценивания
	заданий в целом соответствует предъявляемым требованиям.
2	Работа выполнена не полностью. Практическая часть не выполнена в полном объеме, не сформулированы выводы. Оформление заданий не соответствует предъявляемым требованиям.

### **Индивидуальное домашнее задание**

На выполнение индивидуального домашнего задания (ИДЗ) предусмотрено 9 часов самостоятельной работы студента

**Цель задания:** Приобретение практических навыков по расчету и подбору тепловой изоляции для тепло- и паропроводов

**Структура работы.** Практическое задание – это решение задач по рассматриваемым разделам (исходные данные; расчет требуемых сопротивлений теплопередаче теплоизолирующих конструкций; подбор теплоизолирующих и покровных материалов; расчет требуемой толщины теплоизолирующих материалов).

**Оформление индивидуального домашнего задания.** ИДЗ предоставляется преподавателю для проверки в двух видах: отчет, на бумажных листах в формате А4, и в виде файлов, содержащих решение практических заданий. Отчет расчетно-графического задания должен иметь следующую структуру: титульный лист; содержание; практическая часть задания; список использованной литературы. Решение задач ИДЗ должно сопровождаться необходимыми комментариями, т.е. все основные моменты процесса решения задачи должны быть раскрыты и обоснованы на основе соответствующих теоретических положений. Срок сдачи ИДЗ определяется преподавателем

#### *Типовые варианты заданий*

Подбор тепловой изоляции для паро- и теплопроводов. Технико-экономический расчет тепловой изоляции

#### **Исходные данные**

№ тепло- и паропровода	Транспортируемая среда (вода, пар, конденсат)	Диаметр, мм	Проектная температура теплоносителя, °С	Продолжительность работы в течении года, час
T1	Вода	125	150	5989
T2	Вода	125	70	5989
T3	Вода	70	60	8760
T7	Пар	500	255	8760
T8	Конденсат	50	70	8760

#### **Критерии оценивания индивидуального домашнего задания.**

Оценка	Критерии оценивания
--------	---------------------

Оценка	Критерии оценивания
5	Работа выполнена полностью. Практическая часть выполнена в полном объеме, для каждой задачи получены правильные ответы и студентом сформулированы полные, обоснованные и аргументированные выводы. Оформление заданий полностью соответствует предъявляемым требованиям.
4	Работа выполнена полностью. Практическая часть выполнена в полном объеме, для каждой задачи получены правильные ответы и студентом сформулированы выводы. Оформление заданий в целом соответствует предъявляемым требованиям.
3	Работа выполнена полностью. Практическая часть выполнена в полном объеме с незначительными ошибками и студентом сформулированы выводы. Оформление заданий в целом соответствует предъявляемым требованиям.
2	Работа выполнена не полностью. Практическая часть не выполнена в полном объеме, не сформулированы выводы. Оформление заданий не соответствует предъявляемым требованиям.

**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце 7 и 8 семестра в форме зачета.

**Зачет** проходит в форме собеседования и включает два вопроса теоретической части по темам лекционных и практических занятий

### **Перечень вопросов для подготовки к зачету Семестр 7**

#### **Компетенция ПК0-2**

1. Основные функции теплоснабжающих организаций
2. Характеристика предприятий для производства тепловой энергии
3. Ресурсы для производства тепловой энергии
4. Общая геотермальная характеристика ТЭЦ
5. Физико-химические параметры геотермальной воды

#### **Компетенция ПК0-3**

1. Классификация паровых котлов
2. Классификация водогрейных котлов
3. Тепловой баланс котельного агрегата
4. КПД котельного агрегата
5. ТЭЦ на базе газовых турбин и газопоршневых двигателей.
6. Применение мини-ТЭЦ
7. Проблемы борьбы с коррозией
8. Использование ТНУ на ТЭЦ для утилизации сбросной воды и в системах централизованного теплоснабжения
9. Источники тепловой энергии для ТНУ

#### **Компетенция ПКР-2:**

1. Применение ЦТП и ИТП в теплоснабжении
2. Регулирование тепловой энергии в ЦТП и ИТП

3. Основное оборудование ЦТП и ИТП
4. Устройство кожухотрубных теплообменных аппаратов
5. Устройство пластинчатых теплообменных аппаратов
6. Принцип подбора теплообменных аппаратов

## Семестр 8

### Компетенция ПКО-2

1. Развитие современных высокоэффективных конструкций и материалов теплоизоляции
2. Технологии и материалы бесканальной прокладки тепловых сетей
3. Рабочие параметры сжиженного и сжатого природного газа
4. Особенности добычи сланцевого газа
5. Особенности получения свалочного газа
6. Процесс получения биогаза

### Компетенция ПКО-3

1. Основные элементы децентрализованных и автономных систем теплоснабжения
2. Оборудование для автономных и модульных котельных
3. Оборудование для крышных котельных.
4. Особенности проектирования крышных котельных.
5. Теплотехнический расчет теплоизоляции
6. Расчет оптимальных толщин теплоизоляции

### Компетенция ПКР-3:

1. Способы регулирования тепловой энергии на источнике тепловой энергии
2. Способы регулирования тепловой энергии в ИТП и ЦТП
3. Приборы и оборудования для регулирования тепловой энергии
4. График отпуска тепловой энергии от источника тепловой энергии
5. Причины отклонения температуры теплоносителя от заданной по графику

## 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий, основных закономерностей в области энерго- и ресурсосбережения теплогаснабжения и вентилляции
	Полнота, точность и безошибочность ответов на вопросы
Умения	Умение пользоваться нормативной и справочной литературой
	Умение применять законы физики для расчета систем тепло и газоснабжения
	Умение выполнять графическую часть проектной документации систем тепло и газоснабжения
Навыки	Владеть навыками сбора данных из нормативной и справочной литературы
	Владение навыками проектирования и расчета систем тепло и газоснабжения

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	ГУК 007 Лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа	1. Доска аудиторная – 1 шт. 2. Крепление потолочное для проектора – 1 шт. 3. Проектор – 1 шт. 4. Компьютер – 1 шт. 5. Стенд система вентиляции 6. Стенд кондиционер 7. Стенд приточная камера
2	ГУК 312 Лекции, практические занятия, самостоятельная работа	1. Доска аудиторная – 1 шт. 2. Крепление потолочное для проектора – 1 шт. 3. Проектор – 1 шт. 4. Компьютер – 1 шт.
3	ГУК 313 Лекции, практика, самостоятельная работа	1. Доска аудиторная – 1 шт. 2. Крепление потолочное для проектора – 1 шт. 3. Проектор – 1 шт. 4. Компьютер – 15 шт.

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Операционная система Windows	
2	AutoCAD	

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

- Протасевич А.М. Энергосбережение в системах теплогаснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: Учеб. Пособие / А.М. Протасевич / М.: НИЦ ИНФРАМ; Мн: Нов. Знание, 2013. 286 с.  
Теплогаснабжение и вентиляция : учеб. / ред. О. Н. Брюханов. - М.: Издательский центр "Академия", 2011. - 400 с.
- Отопление : учеб. / А. Н. Сканави, Л. М. Махов. - М. : АСВ, 2002. - 575 с.
- Автономное теплоснабжение : учебное пособие для студ. обуч. спец. 653500 / В. М. Полонский, Г. И. Титов, А. В. Полонский. - М. : АСВ, 2007. - 151 с.
- Отопление и тепловые сети : учеб. / М. Ю. Варфоломеев, О. Я. Кокорин. - М. : Инфра-М, 2005. - 480 с.
- Котельные установки и их эксплуатация : учеб. / Б. А. Соколов. - М. : АСВ, 2005. - 428 с.
- Газовые сети и установки : учеб. пособие / В. А. Жила, М. А. Ушаков, О. Н. Брюханов. - М. : Академия, 2003. - 268 с.

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Зеликов В.В. Справочник инженера по отоплению, вентиляции и кондиционированию [Электронный ресурс]: Справочник // М.: Инфра-Инженерия/2013/<http://www.iprbookshop.ru/13551>
2. Свистунов В.М., Пушняков Н.К. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства [Электронный ресурс]: Учебник // СПб.: Политехника. -2012
3. <http://www.iprbookshop.ru/15906>
4. <http://www.iprbookshop.ru/20797>
5. <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918054605634500008206>
6. <http://www.iprbookshop.ru/22669>
7. <http://www.iprbookshop.ru/16028>
8. <http://www.iprbookshop.ru/16049>
9. <http://www.iprbookshop.ru/6668>
10. <http://www.iprbookshop.ru/16049>