

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



УТВЕРЖДЕНО
Директор института
заочного обучения
Е. Спесивцева



УТВЕРЖДАЮ
Директор института
Проф. д.т.н. В.А. Уваров
«27» мая 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
заочная



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. Шерemet)

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	ПКО-2 Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогасоснабжения и вентиляции	ПКО-2.2 Выбор варианта 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.
		ПКО-2.3 Расчет теплотехнических и гидравлических параметров системы теплоснабжения (газоснабжения)	Знать порядок гидравлического расчета систем теплоснабжения. Уметь производить гидравлический расчет систем теплоснабжения. Владеть опытом проведения гидравлического расчета систем теплоснабжения
	ПКО-3 Способность организовывать технологические процессы работы систем и оборудования теплогасоснабжения и вентиляции	ПКО-3.1 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
		ПКО-3.3 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
		ПКО-3.6 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-3.7 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
	ПКР-3 Способность организовывать работы по техническому обслуживанию и ремонту систем теплогазоснабжения, вентиляции	ПКР-3.3 Выбор энергоэффективных технологий и составление плана по их внедрению	Знать пути повышения энергоэффективности систем теплоснабжения Уметь производить выбор энергоэффективных технологий и составление плана по их внедрению Владеть опытом технико-экономического сравнения

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПКО-2. 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	Отопление. Теплоснабжение
3	Вентиляция. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение
4	Газоснабжение. Теплогенерирующие установки
5	Математическое моделирование систем теплогазоснабжения и вентиляции
6	Оборудование и энергосберегающие технологии систем обеспечения микроклимата
7	Основы проектирования и конструирования обеспыливающих систем
8	Тепловоздушный режим зданий
9	Основы автоматизированного проектирования внутренних климатических систем
10	Системы теплогазоснабжения предприятий
11	Основы проектирования магистральных газопроводов
12	Способы и средства энерго- и ресурсосбережения при тепло- и газоснабжении населенных мест и производств
13	Основы автоматизированного проектирования сетей тепло- и газоснабжения
14	Производственная исполнительская практика (6)
15	Производственная преддипломная практика (4)

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

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименование дисциплины
1	Отопление. Теплоснабжение
2	Вентиляция. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение
3	Газоснабжение. Теплогенерирующие установки
4	Оборудование и энергосберегающие технологии систем обеспечения микроклимата

5	Основы проектирования и конструирования обеспыливающих систем
6	Тепловоздушный режим зданий
7	Системы теплогасоснабжения предприятий
8	Основы проектирования магистральных газопроводов
9	Способы и средства энерго- и ресурсосбережения при тепло- и газоснабжении населенных мест и производств
10	Производственная технологическая практика (4)

3. Компетенция ПКР-3. Способность организовывать работы по техническому обслуживанию и ремонту систем теплогасоснабжения, вентиляции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименование дисциплины
1	Аэрогидродинамика и нагнетатели инженерных систем
2	Отопление. Теплоснабжение
3	Вентиляция. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение
4	Газоснабжение. Теплогенерирующие установки
5	Эксплуатация и наладка систем теплогасоснабжения и вентиляции
6	Оборудование и энергосберегающие технологии систем обеспечения микроклимата
7	Основы проектирования и конструирования обеспыливающих систем
8	Системы теплогасоснабжения предприятий
9	Основы проектирования магистральных газопроводов
10	Способы и средства энерго- и ресурсосбережения при тепло- и газоснабжении населенных мест и производств
11	Производственная технологическая практика (4)

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Форма промежуточной аттестации зачет, зачет

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы ¹	Всего часов	Семестр №8	Семестр № 9	Семестр № 10
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	2		
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	10	2		
лекции	2	2		
лабораторные	4		4	
практические	4			4
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ²	2	2		
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	134		75	59
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)	107		57	50
Экзамен			зачет	зачет

¹ 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

² 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 5 Семестр 9

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	Семестр 8 (установочная сессия)	2			
	1. Основные проблемы, требующие решения при тепло- и газоснабжении населенных мест и производств.				
	Общие сведения. Характеристика предприятия			0,5	10
	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			1	10
	3. Геотермальные ТЭЦ				
	Общая геотермальная характеристика ТЭЦ Физико-химические параметры геотермальной воды Проблемы борьбы с коррозией			0,5	10
	4. Теплонасосные установки				
	Использование ТНУ на ТЭЦ для утилизации сбросной воды и в системах централизованного теплоснабжения			0,5	10
	5. Современные ИТП и ЦТП				
	Назначение ИТП и ЦТП Применение в системах теплоснабжения			1	10
	6. Теплообменники для ИТП и ЦТП				
	Кожухотрубные и пластинчатые Принцип подбора теплообменных аппаратов			0,5	7
	Всего:			4	57

Курс 5 Семестр 10

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Децентрализованные и автономные системы теплоснабжения					
	Автономные, крышные, модульные котельные.		1		10
2. Местное регулирование режимов подачи тепла потребителю					
	Способы и средства регулирования		1		10
3. Уменьшение теплопотерь при транспортировке теплоносителя					
	Теплотехнический расчет теплоизоляции, расчет оптимальных толщин теплоизоляции, развитие современных высокоэффективных конструкций теплоизоляции, развитие бесканальной прокладки тепловых сетей		1		10
4. Сжиженный, сжатый природный газ					
	Средства и способы получения. Применение, расчет основных параметров Трубопроводы и теплоизоляция		0,5		10
5. Альтернативные виды газового топлива					
	Сланцевый газ, биогаз, свалочный газ Способы и средства получения		0,5		10
	Всего:		4		50

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.	1	4
2	Местное регулирование режимов подачи тепла потребителю	Способы и средства регулирования	1	4
3	Уменьшение теплотеря при транспортировке теплоносителя	Теплотехнический расчет теплоизоляции, расчет оптимальных толщин теплоизоляции	1	4
4	Сжиженный, сжатый природный газ	Трубопроводы и теплоизоляция транспортных систем сжиженного природного газа	0,5	3
5	Альтернативные виды газового топлива (сланцевый, биогаз, свалочный газ)	Способы и средства получения	0,5	3
ИТОГО:			4	18

4.3. Содержание лабораторных занятий

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

4.4. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий³

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. 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

³ 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 ПКО-2. Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПКО-2.2 Выбор варианта системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции) на основе сравнения типовых решений отдельных элементов и узлов	Защита РГЗ, зачет
ПКО-2.3 Расчет теплотехнических и гидравлических параметров системы теплоснабжения (газоснабжения)	Защита РГЗ, зачет

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

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПКО-3.1 Выбор нормативно-технических и нормативно-методических документов, определяющих технологические параметры работы систем и оборудования теплогазоснабжения и вентиляции	Зачет, решение задач по определению тепловой изоляции систем теплоснабжения, тестовый контроль, собеседование.
ПКО-3.3 Контроль и разработка мер по оптимизации технологических процессов работы систем и оборудования теплоснабжения	Зачет, решение задач по оптимизации работы систем теплоснабжения, тестовый контроль, собеседование.
ПКО-3.6 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
ПКО-3.7 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

3. Компетенция ПКР-3. Способность организовывать работы по техническому обслуживанию и ремонту систем теплогазоснабжения, вентиляции

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПКР-3.3 Выбор энергоэффективных технологий и составление плана по их внедрению	Зачет, решение задач по выбору энергоэффективных технологий систем теплоснабжения., тестовый контроль, собеседование.

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"> 1. Теплоснабжения населенных мест и производств 2. Газоснабжение населенных мест и производств 3. Альтернативные виды топлива 4. «Зеленая энергетика»
2	ТЭЦ и их назначение	<ol style="list-style-type: none"> 1. Мини-ТЭЦ на базе газовых турбин 2. Мини-ТЭЦ на базе газопоршневых двигателей 3. Проблемы применения геотермальных источников тепловой энергии 4. Использование теплонасосных установок на ТЭЦ 5. Использование теплонасосных установок в системах теплоснабжения
3	Автономные системы теплоснабжения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Децентрализованные системы теплоснабжения 2. Автономные системы теплоснабжения 3. Развитие децентрализованных и автономных систем теплоснабжения. 4. Крышные котельные. 5. Модульные котельные
4	Теплоизоляционные материалы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технические решения по уменьшению теплопотерь при транспортировке теплоносителя 2. Современные высокоэффективные конструкции теплоизоляции 3. Теплотехнический расчет теплоизоляции 4. Расчет оптимальных толщин теплоизоляции.
5	ИТП и ЦТП	<ol style="list-style-type: none"> 1. Современные автоматизированные индивидуальные тепловые пункты (ИТП) зданий. 2. Современные центральные тепловые пункты (ЦТП). 3. Конструкции и расчет высокоэффективных пластинчатых теплообменников для ИТП и ЦТП. 4. Теплообменные аппараты для ИТП и ЦТП
6	Регулирование режимов подачи тепла потребителям	<ol style="list-style-type: none"> 1. Способы и средства местного регулирования режимов подачи тепла в зданиях потребителей 2. График регулирования отпуска тепловой энергии 3. Местное регулирование теплоснабжения 4. Теплоаккумулирующие установки

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

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

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, λ , 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 ² 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 ³ /м	0,0052
18	Стоимость 1 м ³ изоляции, руб/ м ³	3500
19	Площадь покровного слоя, м ² / м	0,668
20	Стоимость 1 м ² покровного слоя изоляции, руб/ м ²	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. Сканапи, 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>