

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

СОГЛАСОВАНО

Директор института магистратуры

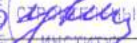


И.В. Ярмоленко

« 27 » 05 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор инженерно-  
строительного института



В.А. Уваров

« 27 » 05 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

Проектирование энергосберегающих систем теплоснабжения

направление подготовки (специальность):

08.04.01 «Строительство»

Направленность программы:

Теплогазоснабжение населенных мест и промышленных предприятий

Квалификация

магистр

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 08.04.01 «Строительство», утвержденного приказом Минобрнауки России № 482 от 31.05.2017 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители):

канд. техн. наук, ст. преп.  
(ученая степень и звание, подпись)



(И.В. Крюков)  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
«Теплогасоснабжение и вентиляция»

Заведующий кафедрой:  
д-р техн. наук, профессор  
(ученая степень и звание, подпись)



(В.А. Уваров)  
(инициалы, фамилия)

«19» 05 2021 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«14» мая 2021 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой:  
д-р техн. наук, профессор  
(ученая степень и звание, подпись)



(В.А. Уваров)  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«27» мая 2021 г., протокол № 10

Председатель:  
канд. техн. наук, доцент  
(ученая степень и звание, подпись)



(А.Ю. Феоктистов)  
(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 при прохождении практики
Экспертно-аналитический	ПК-1 Способность проводить экспертизу технических решений систем теплогаснабжения	ПК-1.1. Оценивает комплектность проектной документации по системам теплогаснабжения	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> основные постановления, нормы, требования, предъявляемые к комплектности проектной документации по системам теплогаснабжения.</p> <p><b>Уметь:</b> оценивать комплектность проектной документации по системам теплогаснабжения.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками оценивания комплектности проектной документации по системам теплогаснабжения.</p>
		ПК-1.2. Выбирает нормативно-правовые и нормативно-технические документы, определяющие требования к системам теплогаснабжения	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> нормативно-правовые и нормативно-технические документы, определяющие требования к системам теплогаснабжения.</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать нормативно-правовую и нормативно-техническую документацию, определяющую требования к системам теплогаснабжения.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками поиска информации в нормативно-правовой и нормативно-технической документации, определяющую требования к системам теплогаснабжения.</p>
		ПК-1.4. Оценивает соответствие проектной документации систем теплогаснабжения требованиям нормативно-технических документов	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> проектную документацию систем теплогаснабжения.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить оценку соответствия проектной документации систем теплогаснабжения требованиям нормативно-технических</p>

			<p>документов.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с проектной документацией, оценивания соответствия проектной документации систем теплоснабжения требованиям нормативно-технических документов.</p>
Проектный	ПК-2 Способность разрабатывать проектные решения и организовывать работы по проектированию систем теплогасоснабжения	ПК-2.1. Составляет техническое задание на разработку проектной документации систем теплогасоснабжения	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> состав технического задания на разработку проектной документации систем теплоснабжения, требования и правила его оформления.</p> <p><b>Уметь:</b> составлять техническое задание на разработку проектной документации систем теплоснабжения.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками составления технического задания на разработку проектной документации систем теплоснабжения</p>
		ПК-2.2. Выбирает нормативно-технические документы, устанавливающие требования к проектным решениям систем теплогасоснабжения	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> основные действующие нормативно-технические документы для проектирования систем теплоснабжения.</p> <p><b>Уметь:</b> работать и выбирать нормативно-технические документы для проектирования систем теплоснабжения.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками поиска информации в нормативно-технических документах, устанавливающих требования к проектным решениям систем теплоснабжения.</p>
		ПК-2.3. Составляет план работ по проектированию систем теплогасоснабжения	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> порядок и правила составления плана работ по проектированию систем теплоснабжения.</p> <p><b>Уметь:</b> составлять план работ по проектированию си-</p>

			<p>стем теплоснабжения, работать с техническим заданием на проектирование.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками составления плана работ по проектированию систем теплоснабжения.</p>
		<p>ПК-2.4. Проверяет техническое задание на подготовку проектной документации систем теплогазоснабжения</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> порядок составления технического задания на подготовку проектной документации систем теплоснабжения.</p> <p><b>Уметь:</b> составлять и проводить проверку технического задания на подготовку проектной документации систем теплоснабжения.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками проверки технического задания на подготовку проектной документации систем теплоснабжения.</p>
		<p>ПК-2.5. Выбирает вариант проектного технического решения систем теплогазоснабжения</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> типовые проектные решения систем теплоснабжения.</p> <p><b>Уметь:</b> производить выбор технического решения систем теплоснабжения, работать с исходными данными на проектирование.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками анализа при выборе варианта проектного технического решения систем теплоснабжения.</p>
		<p>ПК-2.6. Составляет требования для разработки смежных разделов проекта систем теплогазоснабжения</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> основные требования для разработки смежных разделов проекта систем теплоснабжения.</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать разделы проекта систем теплоснабжения, работать с нормативной документацией.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками составления требований для разработки смежных разделов</p>

			проекта систем теплоснабжения.
		ПК-2.7. Проверяет проектную и рабочую документацию систем теплогазоснабжения на соответствие требованиям нормативно-технических документов	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> состав проектной и рабочей документации систем теплоснабжения, требования нормативно-технических документов.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить проверку проектной и рабочей документации систем теплоснабжения на соответствие требованиям нормативно-технических документов.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками проверки проектной и рабочей документации систем теплоснабжения на соответствие требованиям нормативно-технических документов.</p>
		ПК-2.8. Оценивает соответствие проектных решений требованиям технического задания и требованиям нормативно-технических документов	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> нормативно-технические документы, порядок оценивания соответствия проектных решений требованиям технического задания и нормативно-технических документов.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить оценку соответствия проектных решений требованиям технического задания и требованиям нормативно-технических документов.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками оценивания проектных решений требованиям технического задания и нормативно-технических документов.</p>
		ПК-2.9. Составляет план согласования, представления и защиты проектной документации	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> требования и порядок составления плана согласования, представления и защиты проектной документации.</p> <p><b>Уметь:</b> составлять план согласования, представлять и защищать проектную доку-</p>

			<p>ментацию.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками составлению плана согласования, представления и защиты проектной документации.</p>
Проектный	ПК-3. Способность осуществлять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения	<p>ПК-3.1. Выбирает данные для выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> порядок выбора исходных данных для выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплоснабжения.</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать данные для выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплоснабжения.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками анализа и сбора данных для выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплоснабжения.</p>
		<p>ПК-3.2. Выбирает метод и методику выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> методы и методики выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплоснабжения.</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять расчётное обоснование технологических, технических и конструктивных решений систем теплоснабжения.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками выбора методов и методик выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплоснабжения.</p>
		<p>ПК-3.3. Выполняет и контролирует проведение расчетного обоснования технологических, технических и кон-</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> порядок и правила проведения расчетного</p>

		<p>структивных решений систем теплогаснабжения, документирование результатов расчётного обоснования</p>	<p>обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплоснабжения.  <b>Уметь:</b> выполнять и производить контроль проведения расчетного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплоснабжения, составлять отчет.  <b>Владеть:</b> навыками контроля проведения расчетного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплоснабжения, документирования результатов расчётного обоснования.</p>
		<p>ПК-3.4. Выбирает вариант технологических, технических и конструктивных решений систем теплогаснабжения на основе технико-экономического сравнения вариантов</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:  <b>Знать:</b> типовые конструктивные, технические и технологические решения систем теплоснабжения, порядок проведения технико-экономического сравнения различных вариантов систем теплоснабжения.  <b>Уметь:</b> выбирать различные и обоснованные варианты технологических, технических и конструктивных решений систем теплоснабжения на основе технико-экономического сравнения вариантов.  <b>Владеть:</b> методами сравнения и технико-экономического обоснования вариантов технологических, технических и конструктивных решений систем теплоснабжения.</p>
<p>Контрольно-надзорный</p>	<p>ПК-4 Способность осуществлять строительный контроль в сфере теплогаснабжения</p>	<p>ПК-4.2. Проверяет комплектность документов в проекте производства работ при выполнении строительного контроля</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:  <b>Знать:</b> состав и комплектность проектной документации в проекте производства работ при выполнении строительного контроля.  <b>Уметь:</b> определять и прове-</p>



		<p>ПК-4.3. Контролирует выполнение строительно-монтажных работ и осуществляет технический осмотр результатов проведения работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения</p>	<p>рять комплектность документов в проекте производства работ при выполнении строительного контроля.  <b>Владеть:</b> навыками проверки комплектности документов в проекте производства работ при выполнении строительного контроля.</p> <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:  <b>Знать:</b> порядок проведения строительно-монтажных работ, порядок проведения технического осмотра результатов проведения работ при строительстве и реконструкции систем теплоснабжения, основные контролируемые параметры.  <b>Уметь:</b> осуществлять контроль выполнения строительно-монтажных работ и технический осмотр результатов проведения работ при строительстве и реконструкции систем теплоснабжения.  <b>Владеть:</b> навыками и методами контроля выполнения строительно-монтажных работ и осуществления технического осмотра результатов проведения работ при строительстве и реконструкции систем теплоснабжения.</p>
Сервисно-эксплуатационный	ПК-5 Способность организовывать работы по техническому обслуживанию, эксплуатации и ремонту систем теплогазоснабжения	ПК-5.2. Составляет нормативно-технические документы организации, эксплуатирующей системы теплогазоснабжения	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:  <b>Знать:</b> требования по эксплуатации систем теплоснабжения, нормативные документы по эксплуатации.  <b>Уметь:</b> составлять нормативно-технические документы организации, эксплуатирующей системы теплоснабжения.  <b>Владеть:</b> навыками по составлению нормативно-технических документов организации, эксплуатирующей системы теплоснаб-</p>

			жения.
		<p>ПКО-5.4. Выбирает метод, порядок и состав проведения аварийно-восстановительных работ при выявлении технических неисправностей элементов систем теплогаснабжения</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> правила, методы, порядок выполнения и виды аварийно-восстановительных работ при выявлении технических неисправностей элементов систем теплоснабжения.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить аварийно-восстановительные работы при выявлении технических неисправностей элементов систем теплоснабжения.</p> <p><b>Владеть:</b> методами и навыками проведения аварийно-восстановительных работ при выявлении технических неисправностей элементов систем теплоснабжения.</p>
		<p>ПКО-5.5. Осуществляет технический и технологический контроль выполнения работ по эксплуатации и ремонту элементов систем теплогаснабжения</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> требования и порядок проведения работ по эксплуатации и ремонту элементов систем теплоснабжения, контролируемые параметры.</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять технический и технологический контроль выполнения работ по эксплуатации и ремонту элементов систем теплоснабжения.</p> <p><b>Владеть:</b> методами проведения технического и технологического контроля выполнения работ по эксплуатации и ремонту элементов систем теплоснабжения.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Компетенция ПК-1** Способность проводить экспертизу технических решений систем теплогазоснабжения.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Проектирование теплогенерирующих и теплонасосных установок
2	Проектирование газораспределительных систем
3	Экспертиза и техническая оценка проектных решений сетей и оборудования теплогазоснабжения
4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

**Компетенция ПК-2** Способность разрабатывать проектные решения и организовывать работы по проектированию систем теплогазоснабжения.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Проектирование теплогенерирующих и теплонасосных установок
2	Проектирование газораспределительных систем
3	Автоматизированное проектирование систем теплогазоснабжения
4	Автоматизированное проектирование оборудования теплогазоснабжения
5	Проектное обучение
6	Производственная преддипломная практика
7	Производственная научно-исследовательская работа
8	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

**Компетенция ПК-3** Способность осуществлять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Проектирование теплогенерирующих и теплонасосных установок
2	Проектирование газораспределительных систем
3	Теплогидродинамические процессы в технологическом оборудовании систем теплогазоснабжения
4	Математическое моделирование процессов теплогазоснабжения
5	Численные методы решения задач теплогазоснабжения
6	Вычислительный эксперимент в научных исследованиях
7	Процессы горения и горелочные устройства
8	Сжигание топлива и контроль процессов горения
9	Автоматизированное проектирование систем теплогазоснабжения
10	Автоматизированное проектирование оборудования теплогазоснабжения
11	Проектное обучение
12	Производственная преддипломная практика
13	Производственная научно-исследовательская работа
14	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
15	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

**Компетенция ПК-4** Способность осуществлять строительный контроль в сфере теплогазоснабжения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Проектирование теплогенерирующих и теплонасосных установок
2	Проектирование газораспределительных систем
3	Экспертиза и техническая оценка проектных решений сетей и оборудования теплогазоснабжения
4	Производственная научно-исследовательская работа
5	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

**Компетенция ПК-5** Способность организовывать работы по техническому обслуживанию, эксплуатации и ремонту систем теплогазоснабжения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Проектирование теплогенерирующих и теплонасосных установок
2	Проектирование газораспределительных систем
3	Организация эксплуатации, ремонта и обслуживания оборудования теплогазоснабжения
4	Испытания и анализ экспериментальных данных систем теплогазоснабжения
5	Процессы горения и горелочные устройства
6	Сжигание топлива и контроль процессов горения
7	Производственная исполнительская практика
8	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
9	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Форма промежуточной аттестации – зачет, экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Установочная сессия	Семестр № 1	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	2	70	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	18	2	6	10
лекции	8	2	2	4
лабораторные	-	-	-	-
практические	8	-	4	4
консультации	2	-	-	2
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	198	-	64	134
Курсовой проект	54	-	-	54
Курсовая работа	-	-	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	108	-	64	44
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	Зачет Экзамен (36)	-	Зачет	Экзамен (36)

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 1 Семестр №1

№ п/п	Наименование раздела (краткая характеристика)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
1	Энергосберегающие системы теплоснабжения: основные характеристики, классификация. Источники тепла.	0,5	0,5	-	8
2	Тепловые нагрузки и виды неравномерностей теплоснабжения. Регулирование отпуска тепла в системах теплоснабжения.	0,5	0,5		8
3	Гидравлический расчет тепловых сетей. Гидравлические режимы тепловых сетей.	1	1	-	16
4	Тепловой расчет изоляции тепловых сетей	0,5	0,5		8
5	Проектирование и подбор энергосберегающего оборудования центральных и индивидуальных тепловых пунктов	1	1	-	16
6	Энергосберегающие системы теплоснабжения на базе вторичных энергоресурсов	0,5	0,5	-	8
ВСЕГО		4	4	-	64

#### Курс 1 Семестр №2

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
1	Надежность тепловых сетей	1	1	-	12
2	Энергосберегающие системы теплоснабжения на базе альтернативных возобновляемых тепловых источников. Системы геотермального теплоснабжения от геотермальных вод. Системы солнечного теплоснабжения	2	2	-	20

3	Методы проведения изысканий, подготовки исходных данных и разработки комплексного задания на проектирование энергосберегающих систем теплоснабжения	1	1	-	12
ИТОГО		4	4	-	44
<b>ВСЕГО</b>		<b>8</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>108</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
Семестр № 1				
1	Энергосберегающие системы теплоснабжения: основные характеристики, классификация. Источники тепла.	Схемы и оборудование паротурбинных и газотурбинных ТЭЦ	0,25	2
		Схемы и оборудование газотурбинных и газопоршневых мини-ТЭЦ по когенерационному и тригенерационному циклам	0,25	2
2	Тепловые нагрузки и виды неравномерностей теплоснабжения. Регулирование отпуска тепла в системах теплоснабжения.	Расчет тепловых нагрузок жилых, общественных и промышленных зданий	0,25	2
		Построение графиков регулирования отпуска тепла	0,25	2
3	Гидравлический расчет тепловых сетей. Гидравлические режимы тепловых сетей.	Гидравлический расчет водяных тепловых сетей	0,5	4
		Гидравлический расчет паровых тепловых сетей	0,5	4
4	Тепловой расчет изоляции тепловых сетей	Расчет и подбор тепловой изоляции при подземной и надземной прокладке теплопроводов	0,5	4
5	Проектирование и подбор энергосберегающего оборудования центральных и индивидуальных тепловых пунктов	Подбор оборудования тепловых пунктов	0,2	2
		Тепловой и гидравлический расчет пластинчатых водоподогревателей	0,4	4
		Тепловой и гидравлический расчет скоростного секционного водоподогревателя	0,4	4
6	Энергосберегающие системы теплоснабжения на базе вторичных энергоресурсов	Схемы систем теплоснабжения на базе вторичных энергоресурсов	0,5	4
ИТОГО			4	34
Семестр №2				

1	Надежность тепловых сетей	Расчет показателей надежности водяных тепловых сетей	1	6
2	Энергосберегающие системы теплоснабжения на базе альтернативных возобновляемых тепловых источников. Системы геотермального теплоснабжения от геотермальных вод. Системы солнечного теплоснабжения	Схемы систем геотермального теплоснабжения. Методика расчета	1	5
		Схемы систем солнечного теплоснабжения. Методика расчета	1	5
3	Методы проведения изысканий, подготовки исходных данных и разработки комплексного задания на проектирование энергосберегающих систем теплоснабжения	Нормативные документы, состав конструкторско-расчетной документации проекта энергосберегающего оборудования и сетей системы теплоснабжения	1	6
ИТОГО			4	22
ИТОГО			8	56

### 4.3. Содержание лабораторных занятий и объем в часах

Не предусмотрено учебным планом

### 4.4. Содержание курсового проекта

В соответствии с учебным планом предусмотрено выполнение курсового проекта.

Целью курсового проекта является приобретение студентами навыков и умений в области расчета и проектирования энергосберегающих сетей теплоснабжения. Тема курсового проекта: «Центральный тепловой пункт с пластинчатыми водоподогревателями».

Курсовой проект включает пояснительную записку (15-20 стр.) и графическую часть (1 лист формата А1)

Пояснительная записка включает следующие разделы:

Введение.

1.Задание на проектирование.

2.Исходные данные.

3.Назначение и принцип действия центральных тепловых пунктов (ЦТП).

4.Виды схем ЦТП систем теплоснабжения.

5.Водоподогревательное оборудование ЦТП.

6.Разработка принципиальной схемы проектируемого ЦТП.

7.Тепловой и гидравлический расчет водоподогревательной установки горячего водоснабжения с пластинчатыми теплообменниками (ПТО).

8.Подбор ПТО по программе автоматизированного компьютерного расчета.

9. Разработка системы автоматизированного регулирования работы ЦТП.

Заключение

Список использованной литературы.

Состав графической части:



1. Принципиальная схема центрального теплового пункта (ЦТП).
2. Компонентные чертежи ЦТП.
3. Конструкция и схема движения теплоносителей в пластинчатом теплообменнике (ПТО).
4. Спецификация оборудования ЦТП.

#### **4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуального домашнего задания**

Не предусмотрено учебным планом

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

#### **5.1. Реализация компетенций**

**Компетенция ПК-1** Способность проводить экспертизу технических решений систем теплогазоснабжения.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1. Оценивает комплектность проектной документации по системам теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен
ПК-1.2. Выбирает нормативно-правовые и нормативно-технические документы, определяющие требования к системам теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен
ПК-1.4. Оценивает соответствие проектной документации систем теплогазоснабжения требованиям нормативно-технических документов	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен

**Компетенция ПК-2** Способность разрабатывать проектные решения и организовывать работы по проектированию систем теплогазоснабжения.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1. Составляет техническое задание на разработку проектной документации систем теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен
ПК-2.2. Выбирает нормативно-технические документы, устанавливающие требования к проектным решениям систем теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен
ПК-2.3. Составляет план работ по проектированию систем теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен
ПКО-2.4. Проверяет техническое задание на подготовку проектной документации систем	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта,

теплогазоснабжения	зачет, экзамен
ПК-2.5. Выбирает вариант проектного технического решения систем теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен
ПК-2.6. Составляет требования для разработки смежных разделов проекта систем теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен
ПК-2.7. Проверяет проектную и рабочую документацию систем теплогазоснабжения на соответствие требованиям нормативно-технических документов	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен
ПК-2.8. Оценивает соответствие проектных решений требованиям технического задания и требованиям нормативно-технических документов	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен
ПК-2.9. Составляет план согласования, представления и защиты проектной документации	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен

**Компетенция ПК-3** Способность осуществлять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.1. Выбирает данные для выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен
ПК-3.2. Выбирает метод и методику выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен
ПК-3.3. Выполняет и контролирует проведение расчетного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, документирование результатов расчётного обоснования	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен
ПК-3.4. Выбирает вариант технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения на основе технико-экономического сравнения вариантов	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен

**Компетенция ПК-4** Способность осуществлять строительный контроль в сфере теплогазоснабжения.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПКО-4.2 Проверка комплектности документов в проекте производства работ при выполнении строительного контроля	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен
ПКО-4.3 Контроль выполнения строительно-монтажных работ и технический осмотр ре-	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта,

результатов проведения работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения, вентиляции	зачет, экзамен
--	----------------

**Компетенция ПК-5** Способность организовывать работы по техническому обслуживанию, эксплуатации и ремонту систем теплогазоснабжения

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПКО-5.2 Составление нормативно-технических документов организации, эксплуатирующей системы теплогазоснабжения, вентиляции	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен
ПКО-5.4 Выбор метода, порядка и состава проведения аварийно-восстановительных работ при выявлении технических неисправностей элементов систем теплогазоснабжения, вентиляции	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен
ПКО-5.5 Технический и технологический контроль выполнения работ по эксплуатации и ремонту элементов систем теплогазоснабжения, вентиляции	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Энергосберегающие системы теплоснабжения: основные характеристики, классификация. Источники тепла.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем технологическая сущность когенерации?</li> <li>2. Принципиальная схема и основное оборудование газотурбинной ТЭЦ.</li> <li>3. Охарактеризуйте принципиальную схему и оборудование когенерационной газотурбинной мини-ТЭЦ.</li> <li>4. Область применения и технико-экономические преимущества газотурбинных мини-ТЭЦ.</li> <li>5. В чем техническая сущность тригенерации?</li> <li>6. Функциональные задачи систем и потребители тепла.</li> <li>7. Требования к свойствам и параметрам теплоносителей.</li> <li>8. Теплофикация, принципы построения схем ТЭЦ.</li> <li>9. Районные котельные и их связь со схемами теплоснабжения.</li> <li>10. Водяные системы теплоснабжения.</li> <li>11. Паровые системы теплоснабжения.</li> </ol>
2	Тепловые нагрузки и виды неравномерностей теплотребления. Регулирование отпуска тепла в системах теплоснабжения.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Постановка задачи расчета переменных режимов отпуска тепла.</li> <li>2. Центральное регулирование отпуска тепла.</li> <li>3. Система уравнений теплового баланса комплекса тепло-сеть-абонент.</li> <li>4. Виды регулирования отпуска тепла.</li> <li>5. Отопительный график качественного регулирования.</li> <li>6. Отопительный график количественного регулирования.</li> </ol>

		<p>7. Отопительный график качественно-количественного регулирования.</p> <p>8. Совместное регулирование отпуска тепла на отопление и горячее водоснабжение.</p> <p>9. Классификация потребителей теплоты и методы определения ее расходов.</p> <p>10. Общие и удельные расходы теплоты жилыми и общественными зданиями.</p> <p>11. Часовые, суточные и годовые графики потребления тепла. Понятие о коэффициентах неравномерности потребления теплоты.</p> <p>12. Определение расходов теплоты промышленными потребителями</p>
3	Гидравлический расчет тепловых сетей. Гидравлические режимы тепловых сетей.	<p>1. Схемы тепловых сетей и их структура.</p> <p>2. Схема теплоподготовительной установки ТЭЦ.</p> <p>3. Циркуляционные и подпиточные насосы.</p> <p>4. Насосные подстанции.</p> <p>5. Районные, центральные и индивидуальные тепловые пункты.</p> <p>6. Гидравлический расчет теплопроводов.</p> <p>7. Гидравлический расчет паропроводов</p> <p>8. Гидравлический расчет разветвленной сети.</p> <p>9. Расчет закольцованных сетей.</p> <p>10. Влияние давления в тепловой сети на способ присоединения абонентских систем.</p> <p>11. Гидравлические режимы тепловых сетей.</p> <p>12. Варианты подключения потребителей.</p> <p>13. Расчёт гидравлического режима.</p>
4	Тепловой расчет изоляции тепловых сетей	<p>1. Требования, предъявляемые к теплоизоляционным материалам</p> <p>2. Виды теплоизоляционных материалов</p> <p>3. Виды теплоизоляционных конструкций</p> <p>4. Тепловой расчет изоляции при надземной прокладке</p> <p>5. Тепловой расчет при подземной прокладке</p>
5	Проектирование и подбор энергосберегающего оборудования центральных и индивидуальных тепловых пунктов	<p>6. Схемы применяемых автоматизированных энергоэффективных центральных (ЦТП) и индивидуальных (ИТП) тепловых пунктов.</p> <p>7. Виды и конструктивные особенности водоподогревательного оборудования тепловых пунктов.</p> <p>8. Техничко-экономические преимущества пластинчатых водонагревателей</p> <p>9. Принципы теплотехнического и гидродинамического расчета водоподогревателей.</p> <p>10. Теплотехнический расчет 2х-ступенчатой схемы водоподогревательной установки ЦТП.</p> <p>11. Подбор насосного оборудования тепловых пунктов</p> <p>12. Схемы автоматизированного регулирования режимных параметров тепловых пунктов.</p> <p>13. Принципы конструирования тепловых пунктов с пластинчатыми водонагревателями.</p>
6	Энергосберегающие системы теплоснабжения	<p>1. Виды вторичных энергоресурсов</p> <p>2. Использование низкопотенциальных источников тепло-</p>

	на базе вторичных энергоресурсов	ты 3. Принципиальные схемы оборудования, использующие вторичные энергоресурсы 4. Расчет эффективности использования вторичных энергоресурсов
7	Надежность тепловых сетей	1. Основные понятия надежности теплоснабжения. 2. Надежность элементов тепловых сетей. 3. Поток отказов. 4. Расчет надежности тепловых сетей. 5. Резервирование и секционирование
8	Энергосберегающие системы теплоснабжения на базе альтернативных возобновляемых тепловых источников. Системы геотермального теплоснабжения от геотермальных вод. Системы солнечного теплоснабжения	1. Источники тепла в недрах Земли и закономерности его передачи 2. Виды ресурсов и запасов геотермальной энергии 3. Условия залегания термальных подземных вод 4. Физико-химические свойства подземных вод 5. Технологии добычи и использования геотермальной энергии. 6. Состояние и перспективы развития геотермальной энергетики. 7. Принципиальные схемы геотермального теплоснабжения 8. Комплексные геотермальные системы теплоснабжения 9. Расчет теплового потенциала геотермальных вод 10. Классификация и основные элементы гелиосистем 11. Концентрирующие гелиоприемники 12. Плоские солнечные коллекторы 13. Использование солнечных систем теплоснабжения 14. Эффективное использование солнечной энергии 15. Экономические характеристики солнечных коллекторов 16. Расчет эффективности использования солнечных коллекторов
9	Методы проведения изысканий, подготовки исходных данных и разработки комплексного задания на проектирование энергосберегающих систем теплоснабжения	1. Назовите виды изысканий по оценке геолого-геодезических параметров и характеристик территории и объекта теплоснабжения. 2. Какова характеристика и состав исходных данных для проектирования, расчетного обоснования и мониторинга проектируемой системы теплоснабжения? 3. Охарактеризуйте состав задания на проектирование и мониторинг энергосберегающего оборудования и сетей системы теплоснабжения. 4. Какие нормативные документы используются при разработке проектов энергосберегающих систем теплоснабжения? 5. Назовите состав конструкторско-расчетной документации при разработке эскизных технических и рабочих проектов сложных объектов энергосберегающих сетей и оборудования систем теплоснабжения.

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта / курсовой работы

В соответствии с учебным планом предусмотрено выполнение курсового проекта (КП). На выполнение КП предусмотрено 54 часа самостоятельной работы студента.

Целью курсового проекта является приобретение студентами навыков и умений в области расчета и конструирования энергосберегающих систем теплоснабжения.

Тема курсового проекта: «Центральный тепловой пункт с пластинчатыми водоподогревателями». Тематикой проектирования предусмотрено выполнение курсовых проектов на базе 15 вариантов исходных данных.

### **Типовые контрольные вопросы для защиты курсового проекта**

1. В чем преимущества и недостатки пластинчатых водоподогревателей?
2. Как определялся расход теплоносителя для системы отопления и горячего водоснабжения?
3. Какие типы пластин используются в пластинчатых водоподогревателях?
4. Как определяется требуемая поверхность нагрева водоподогревателя?
5. Чему равны допустимые потери давления 2-х ступеней по нагреваемой воде?
6. Основное оборудование центрального теплового пункта.
7. От чего зависит выбор схемы движения теплоносителя?

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

Текущий контроль в течение семестра осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты курсового проекта, решения задач на практических занятиях.

#### **Примеры практических заданий**

##### **Задача №1**

Произвести расчет энергетической эффективности комбинированной выработки электрической и тепловой энергии на паротурбинной ТЭЦ при следующих условиях: начальное давление пара перед турбиной  $P_0 = 13$  МПа,  $t_0 = 565^\circ\text{C}$ ; давление пара в промышленном отборе  $P_n = 0,7$  МПа, среднее давление пара в теплофикационном отборе  $P_m = 0,09$  МПа и давление пара в конденсаторе  $P_c = 0,005$  МПа, Температура питательной воды  $t_{п.в.} = 230^\circ\text{C}$ . Годовая выработка электроэнергии на ТЭЦ составляет  $\mathcal{E} = 750 \cdot 10^6$  кВт\*ч/год; Годовой отпуск тепла  $Q = 1600000$  Гкал/год.

Рассчитать:

1. Годовой расход топлива на ТЭЦ на выработку электроэнергии  $B_{тэ}$ , на выработку тепла  $B_{тт}$  и суммарный  $B_{т}$ .
2. Годовой расход топлива при отдельной выработке электроэнергии и тепла  $B_{р}$ .
3. Коэффициент неиспользования топлива при теплофикационном цикле  $\eta_{ит}$ .
4. Относительную экономию топлива при термодинамическом цикле

$$(B_p - B_{\tau}) / B_p.$$

## Задача №2

Произвести тепловой и гидравлический расчет скоростного секционного водоподогревателя при следующих условиях

Расчетная тепловая нагрузка  $Q$ , МВт, температура первичного потока на входе в теплообменник и выходе из него  $t_1$  и  $t_2$ , температура вторичного потока на входе в теплообменник и выходе из него  $t_2$  и  $t_1$ . Располагаемые напоры перед теплообменником: первичного потока  $\Delta H_{\text{п}}$ , вторичного потока  $\Delta H_{\text{в}}$ .

Расчет выполнить методом удельных тепловых характеристик.

Рассчитать:

1. Эквивалент расхода первичного  $W_{\text{п}}$  и вторичного  $W_{\text{в}}$  теплоносителя.
2. Параметр теплообменника  $\Phi$ .
3. Суммарную длину секций подогревателя  $L$ , количество последовательно соединенных секций  $n$ , поверхность нагрева  $F$ , коэффициент теплопередачи  $K$ .
4. Потери напора в подогревателе выбранных размеров для потоков теплоносителя, приходящих внутри трубок  $H_{\text{тр}}$  и в межтрубном пространстве  $H_{\text{мтр}}$ .

## Задача №3

Произвести тепловой и гидравлический расчет пластичатого теплообменника в водоподогревательной установке системы горячего водоснабжения на ЦТП.

Теплообменники присоединены к тепловым сетям по двухступенчатой смешанной схеме.

Заданы:

Максимальный тепловой поток на отоплении потребителей  $Q^{\text{max}}_0$ , МВт. Расчетная тепловая производительность водоподогревателей  $Q_{\text{h}}^{\text{SP}}$ , МВт, расчетные температуры: наружного воздуха  $t_{\text{но}}$ , в подающем трубопроводе теплосети  $\tau_1$ ; в обратном трубопроводе теплосети  $\tau_2$ ; в точке излома температурного графика ( $\tau_1$ )' и ( $\tau_2$ )' исходной водопроводной воды  $t_c$ ; после подогревателя II ступени  $t_{\text{h}}$ .

Расчет выполнить для водоподогревателя  $h$  Т ступени по методике, изложенной в СП41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов».

В процессе расчёта определить:

1. Максимальный расход нагреваемой воды  $G_{\text{h}}^{\text{max}}$ , кг/ч.
2. Расчетную теплопроизводительность водоподогревателя I ступени  $Q_{\text{h}}^{\text{SP1}}$ .
3. Среднеарифметическую разность температур  $\Delta t_{\text{ср}}$ , °С
4. Требуемое количество каналов  $m_{\text{h}}$  и число ходов в теплообменнике  $x$ .
5. Коэффициент теплопередачи  $K$ , Вт/м<sup>2</sup>. °С.
6. Требуемую поверхность нагрева аппарата  $F$ , м<sup>2</sup>, и его типоразмер.
7. Потери давления в водонагревателе  $\Delta p$ , кПа.

## Задание №4

1. Объяснить принцип действия, технологическую схему (см. рис. 1) и состав оборудования когенерационной установки с газопоршневым агрегатом (ГПА).

2. Обосновать технико-экономические преимущества применения газопоршневых мини-ТЭЦ.

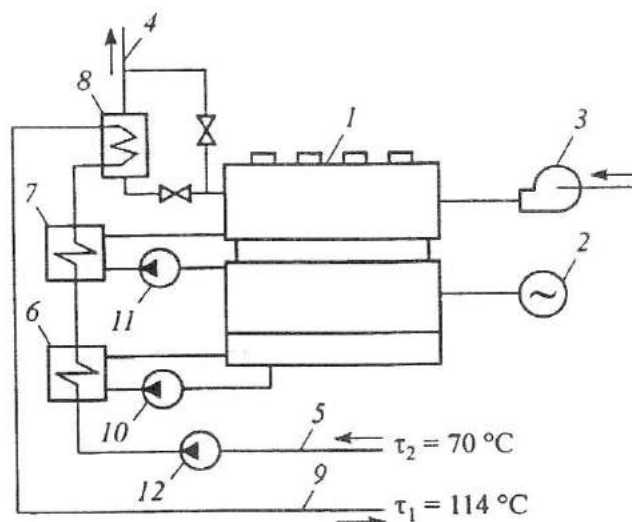


Рис. 1. Принципиальная схема когенерационной системы с газопоршневым агрегатом (ГПА)

### Задание №5

Определить целесообразность применения теплонасосной установки (ТНУ) для утилизации производственной нагретой воды с целью обеспечения предприятия и рабочего поселка горячей водой вместо действующей котельной при следующих условиях: температура бросовой воды  $t$ , °С, тепловая нагрузка  $Q_{\text{ТН}}$ , кВт; продолжительность работы  $\tau$ , ч/год. Для ТНУ использовать парокомпрессорные тепловые насосы (ТН).

Рассчитать:

1. Теоретический  $\varphi_{\text{т}}$  и действительный  $\varphi_{\text{д}}$  коэффициент преобразования.
2. Мощность электропривода теплового насоса  $N_{\text{э}}$ , кВт.
3. Тепловую мощность эквивалентную выработке электроэнергии на районной КЭС  $Q_{\text{кэс}}$ , кВт.
4. Расход топлива на КЭС для выработки электроэнергии для привода компрессора теплового насоса  $B_{\text{н}}$ .
5. Расход топлива  $B_{\text{т}}$ , кг. у т/ч в котельной для выработки требуемого расхода теплоты  $Q_{\text{т.н}}$ .
6. Годовую экономию топлива  $\Delta B$ , т у т./год.
7. Сделать вывод о целесообразности использования ТНУ.

**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце семестра, в 1 семестре в форме зачета.

**Зачет** проходит в форме собеседования по темам лекционных и практических занятий, изучаемых в 1 семестре.

### Перечень вопросов для подготовки к зачету

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Энергосберегающие системы теплоснабжения: основные характеристики, классификация. Ис-	В чем технологическая сущность когенерации? Принципиальная схема и основное оборудование газотурбинной ТЭЦ. Охарактеризуйте принципиальную схему и оборудование



	точники тепла.	<p>когенерационной газотурбинной мини-ТЭЦ.          Область применения и технико-экономические преимущества газотурбинных мини-ТЭЦ.          В чем техническая сущность тригенерации?          Функциональные задачи систем и потребители тепла.          Требования к свойствам и параметрам теплоносителей.          Теплофикация, принципы построения схем ТЭЦ.          Районные котельные и их связь со схемами теплоснабжения.          Водяные системы теплоснабжения.          Паровые системы теплоснабжения.</p>
2	Тепловые нагрузки и виды неравномерностей теплоснабжения. Регулирование отпуска тепла в системах теплоснабжения.	<p>Постановка задачи расчета переменных режимов отпуска тепла.          Центральное регулирование отпуска тепла.          Система уравнений теплового баланса комплекса тепло-сеть-абонент.          Виды регулирования отпуска тепла.          Отопительный график качественного регулирования.          Отопительный график количественного регулирования.          Отопительный график качественно-количественного регулирования.          Совместное регулирование отпуска тепла на отопление и горячее водоснабжение.          Классификация потребителей теплоты и методы определения ее расходов.          Общие и удельные расходы теплоты жилыми и общественными зданиями.          Часовые, суточные и годовые графики потребления тепла.          Понятие о коэффициентах неравномерности потребления теплоты.          Определение расходов теплоты промышленными потребителями</p>
3	Гидравлический расчет тепловых сетей. Гидравлические режимы тепловых сетей.	<p>Схемы тепловых сетей и их структура.          Схема теплоподготовительной установки ТЭЦ.          Циркуляционные и подпиточные насосы.          Насосные подстанции.          Районные, центральные и индивидуальные тепловые пункты.          Гидравлический расчет теплопроводов.          Гидравлический расчет паропроводов          Гидравлический расчет разветвленной сети.          Расчет закольцованных сетей.          Влияние давления в тепловой сети на способ присоединения абонентских систем.          Гидравлические режимы тепловых сетей.          Варианты подключения потребителей.          Расчёт гидравлического режима.</p>
4	Тепловой расчет изоляции тепловых сетей	<p>Требования, предъявляемые к теплоизоляционным материалам          Виды теплоизоляционных материалов          Виды теплоизоляционных конструкций          Тепловой расчет изоляции при надземной прокладке          Тепловой расчет при подземной прокладке</p>
5	Проектирование и под-	Схемы применяемых автоматизированных энергоэффек-

	бор энергосберегающего оборудования центральных и индивидуальных тепловых пунктов	<p>тивных центральных (ЦТП) и индивидуальных (ИТП) тепловых пунктов.</p> <p>Виды и конструктивные особенности водоподогревательного оборудования тепловых пунктов.</p> <p>Технико-экономические преимущества пластинчатых водонагревателей</p> <p>Принципы теплотехнического и гидродинамического расчета водоподогревателей.</p> <p>Теплотехнический расчет 2х-ступенчатой схемы водоподогревательной установки ЦТП.</p> <p>Подбор насосного оборудования тепловых пунктов</p> <p>Схемы автоматизированного регулирования режимных параметров тепловых пунктов.</p> <p>Принципы конструирования тепловых пунктов с пластинчатыми водонагревателями.</p>
6	Энергосберегающие системы теплоснабжения на базе вторичных энергоресурсов	<p>Виды вторичных энергоресурсов</p> <p>Использование низкопотенциальных источников теплоты</p> <p>Принципиальные схемы оборудования, использующие вторичные энергоресурсы</p> <p>Расчет эффективности использования вторичных энергоресурсов</p>

**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце семестра, в 2 семестре в форме экзамена.

### Перечень вопросов для подготовки к экзамену

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Энергосберегающие системы теплоснабжения: основные характеристики, классификация. Источники тепла.	<p>В чем технологическая сущность когенерации?</p> <p>Принципиальная схема и основное оборудование газотурбинной ТЭЦ.</p> <p>Охарактеризуйте принципиальную схему и оборудование когенерационной газотурбинной мини-ТЭЦ.</p> <p>Область применения и технико-экономические преимущества газотурбинных мини-ТЭЦ.</p> <p>В чем техническая сущность тригенерации?</p> <p>Функциональные задачи систем и потребители тепла.</p> <p>Требования к свойствам и параметрам теплоносителей.</p> <p>Теплофикация, принципы построения схем ТЭЦ.</p> <p>Районные котельные и их связь со схемами теплоснабжения.</p> <p>Водяные системы теплоснабжения.</p> <p>Паровые системы теплоснабжения.</p>
2	Тепловые нагрузки и виды неравномерностей теплоснабжения. Регулирование отпуска тепла в системах теплоснабжения.	<p>Постановка задачи расчета переменных режимов отпуска тепла.</p> <p>Центральное регулирование отпуска тепла.</p> <p>Система уравнений теплового баланса комплекса тепло-сеть-абонент.</p> <p>Виды регулирования отпуска тепла.</p> <p>Отопительный график качественного регулирования.</p> <p>Отопительный график количественного регулирования.</p>

		<p>Отопительный график качественно-количественного регулирования.</p> <p>Совместное регулирование отпуска тепла на отопление и горячее водоснабжение.</p> <p>Классификация потребителей теплоты и методы определения ее расходов.</p> <p>Общие и удельные расходы теплоты жилыми и общественными зданиями.</p> <p>Часовые, суточные и годовые графики потребления тепла.</p> <p>Понятие о коэффициентах неравномерности потребления теплоты.</p> <p>Определение расходов теплоты промышленными потребителями</p>
3	Гидравлический расчет тепловых сетей. Гидравлические режимы тепловых сетей.	<p>Схемы тепловых сетей и их структура.</p> <p>Схема теплоподготовительной установки ТЭЦ.</p> <p>Циркуляционные и подпиточные насосы.</p> <p>Насосные подстанции.</p> <p>Районные, центральные и индивидуальные тепловые пункты.</p> <p>Гидравлический расчет теплопроводов.</p> <p>Гидравлический расчет паропроводов</p> <p>Гидравлический расчет разветвленной сети.</p> <p>Расчет закольцованных сетей.</p> <p>Влияние давления в тепловой сети на способ присоединения абонентских систем.</p> <p>Гидравлические режимы тепловых сетей.</p> <p>Варианты подключения потребителей.</p> <p>Расчёт гидравлического режима.</p>
4	Тепловой расчет изоляции тепловых сетей	<p>Требования, предъявляемые к теплоизоляционным материалам</p> <p>Виды теплоизоляционных материалов</p> <p>Виды теплоизоляционных конструкций</p> <p>Тепловой расчет изоляции при надземной прокладке</p> <p>Тепловой расчет при подземной прокладке</p>
5	Проектирование и подбор энергосберегающего оборудования центральных и индивидуальных тепловых пунктов	<p>Схемы применяемых автоматизированных энергоэффективных центральных (ЦТП) и индивидуальных (ИТП) тепловых пунктов.</p> <p>Виды и конструктивные особенности водоподогревательного оборудования тепловых пунктов.</p> <p>Технико-экономические преимущества пластинчатых водонагревателей</p> <p>Принципы теплотехнического и гидродинамического расчета водоподогревателей.</p> <p>Теплотехнический расчет 2х-ступенчатой схемы водоподогревательной установки ЦТП.</p> <p>Подбор насосного оборудования тепловых пунктов</p> <p>Схемы автоматизированного регулирования режимных параметров тепловых пунктов.</p> <p>Принципы конструирования тепловых пунктов с пластинчатыми водонагревателями.</p>
6	Энергосберегающие системы теплоснабжения на	<p>Виды вторичных энергоресурсов</p> <p>Использование низкопотенциальных источников теплоты</p>

	базе вторичных энергоресурсов	Принципиальные схемы оборудования, использующие вторичные энергоресурсы Расчет эффективности использования вторичных энергоресурсов
7	Надежность тепловых сетей	Основные понятия надежности теплоснабжения. Надежность элементов тепловых сетей. Поток отказов. Расчет надежности тепловых сетей. Резервирование и секционирование
8	Энергосберегающие системы теплоснабжения на базе альтернативных возобновляемых тепловых источников. Системы геотермального теплоснабжения от геотермальных вод. Системы солнечного теплоснабжения	Источники тепла в недрах Земли и закономерности его передачи Виды ресурсов и запасов геотермальной энергии Условия залегания термальных подземных вод Физико-химические свойства подземных вод Технологии добычи и использования геотермальной энергии. Состояние и перспективы развития геотермальной энергетики. Принципиальные схемы геотермального теплоснабжения Комплексные геотермальные системы теплоснабжения Расчет теплового потенциала геотермальных вод Классификация и основные элементы гелиосистем Концентрирующие гелиоприемники Плоские солнечные коллекторы Использование солнечных систем теплоснабжения Эффективное использование солнечной энергии Экономические характеристики солнечных коллекторов Расчет эффективности использования солнечных коллекторов
9	Методы проведения изысканий, подготовки исходных данных и разработки комплексного задания на проектирование энергосберегающих систем теплоснабжения	Назовите виды изысканий по оценке геолого-геодезических параметров и характеристик территории и объекта теплоснабжения. Какова характеристика и состав исходных данных для проектирования, расчетного обоснования и мониторинга проектируемой системы теплоснабжения? Охарактеризуйте состав задания на проектирование и мониторинг энергосберегающего оборудования и сетей системы теплоснабжения. Какие нормативные документы используются при разработке проектов энергосберегающих систем теплоснабжения? Назовите состав конструкторско-расчетной документации при разработке эскизных технических и рабочих проектов сложных объектов энергосберегающих сетей и оборудования систем теплоснабжения.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

При промежуточно аттестации в форме зачета используется шкала оценивания: зачтено, незачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по практике	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умение	Умение использовать термины, определения, понятия
	Умение использовать основные закономерности, соотношения, принципы
	Объем освоенного материала
	Способность полностью отвечать на вопросы
	Способность четко излагать и интерпретировать знания
Владение	Владение знаниями, терминами, определениями, понятиями
	Владение знаниями основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
<b>Знание терминов, определений, понятий</b>	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
<b>Знание основных закономерностей, соотношений, принципов</b>	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
<b>Объем освоенного материала</b>	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
<b>Полнота ответов на вопросы</b>	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
<b>Четкость изложения и интерпретации знаний</b>	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их ин-

			ности	терпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
<b>Умение использовать термины, определения, понятия</b>	Не умеет использовать термины и определения	Умеет использовать термины и определения, но допускает неточности формулировок	Умеет использовать термины и определения	Умеет использовать термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
<b>Умение использовать основные закономерности, соотношения, принципы</b>	Не умеет использовать основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
<b>Объем освоенного материала</b>	Не способен к освоению значительной части материала дисциплины	Способен к освоению только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Способен к освоению материала дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
<b>Способность полностью отвечать на вопросы</b>	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
<b>Способность четко излагать и интерпретировать знания</b>	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не способен иллюстрировать поясняющими схемами, рисунками и примерами	Способен выполнять поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Способен выполнять поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает	Допускает не-	Грамотно и	Грамотно и точно

	и интерпретирует знания	точности в изложении и интерпретации знаний	по существу излагает знания	излагает знания, делает самостоятельные выводы
--	-------------------------	---	-----------------------------	--

**Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
<b>Владение знаниями, терминами, определениями, понятиями</b>	Не владеет терминами и определениями	Владеет терминами и определениями, но допускает неточности формулировок	Владеет терминами и определениями	Владеет терминами и определениями, может корректно сформулировать их самостоятельно
<b>Владение знаниями основных закономерностей, соотношений, принципов</b>	Не владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний	Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний	Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний, их интерпретирует и использует	Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
<b>Объем освоенного материала</b>	Не владеет значительной частью материала дисциплины	Владеет только основным материалом дисциплины, не усвоил его деталей	Владеет материалом дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
<b>Полнота ответов на вопросы</b>	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
<b>Четкость изложения и интерпретации знаний</b>	Владеет знаниями без логической последовательности	Владеет знаниями с нарушениями в логической последовательности	Владеет знаниями без нарушений в логической последовательности	Владеет знаниями в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не способен иллюстрировать поясняющими схемами, рисунками и примерами	Способен выполнять поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Способен выполнять поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

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

### **6.1. Материально-техническое обеспечение**

Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оснащенных презентационной техникой, комплектом электронных презентаций по каждому разделу дисциплины.

Специализированная лаборатория, установки и стенды для проведения практических работ. Плакаты, атласы, необходимая литература и другой наглядный материал.

### **6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение**

Программные комплексы «Autocad», «MS Word», «MS Exel»

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

1. Сотникова О.А. Теплоснабжение: учеб. пособие/ О.А. Сотникова В.Н. Мелькумов. –М.: Изд-во АСВ,2009.

2. Теплоснабжение: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению «Строительство» по специальности «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана возд. бассейна»/В.М. Копко. 2-е изд., испр. и доп.–М.:Изд-во АСВ, 2014.–334 с.

3. Подпоринов Б.Ф. Теплоснабжение: учебное пособие. Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова 2012. <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918090625339200005704>

4. Магадеев В.Ш. Источники и системы теплоснабжения/ В.Ш. Магадеев.- Москва: «Энергия», 2013.–266с.

5. Протасевич А.М. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: Учеб. Пособие для студентов учреждений Высшего образования по специальности «Теплоснабжения, вентиляция и охрана воздушного бассейна»/А.М. Протасевич.-Минск:Новые знания; Москва:ИНФА-М,2013.-286с.

6. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. 7-е изд., стереотип. М.: Изд-во МЭИ, 2001. -472 с.

7. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование : учеб, пособие / Б. М. Хрусталеv, Ю. Я. Кувшинов. В. М. Копко ; ред. Б. М. Хрусталеv. - 2-е изд., испр. и доп. - М.:Изд-во АСВ, 2005. - 575 с.

8. Кокорин О.Я. Энергосбережения в системах отопления, вентиляции, кондиционирования: Научное издание. – М.: Изд-во АСВ, 2013.

9. Сибикин Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учеб. пособие/ Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин.-2-е изд. стер.- Москва: КНО-РУС,2012.-240с.

10. Лисиенко В.Г. Христоматия энергосбережения: справочник: в 2 кн. Кн. 2/ В.Г. Лисиенко, Я.М. Щелоков, М.Г. Ладыгичев.- Москва: Теплотехник, 2005-760с.

11. Энергетика и энергоэффективные технологии: Межвуз. сб. ст. Выпуск II.



Белгород: Изд-во БГТУ им В.Г. Шухова, 2014. 408 с.

12. Алхасов А.Б. Возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Б. Алхасов. М.: Издательский дом МЭИ, 2016.

13. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети / Госстрой России. - М.: ФГУП ЦПП, 2004.

14. ГОСТ 21.605-82. Тепломеханическая часть. Сети тепловые. Рабочие чертежи.

15. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов. - М.: Минстрой РФ, 1997.

16. ГОСТ 21.206-93 Условные обозначения трубопроводов.

17. СНиП 23-01-99\*. Строительная климатология. - М.: Стройиздат, 2003. - 126с.

18. ВСН 56-87 Геотермальное теплохладоснабжение жилых и общественных зданий и сооружений. Нормы проектирования. М.: ГУП ЦПП, 2000. 60 с.

19. ГОСТ Р 54856-2011 Методика расчета энергопотребности и эффективности системы теплогенерации с солнечными установками, 2011.

20. РД 34.20.115-89 Методические указания по расчету и проектированию систем солнечного теплоснабжения. М. Союзтехэнерго, 1990. 28 с.

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

1. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru>.

2. Электронно-библиотечная система "IPRbooks", <http://www.iprbookshop.ru>.

3. Научная электронная библиотека Elibrary, <https://elibrary.ru>.

4. Электронно-библиотечная система "Book On Lime", <https://bookonlime.ru>.

5. Электронно-библиотечная система издательства "Лань",

6. <https://e.lanbook.com>.

## Утверждение рабочей программы без изменений


Рабочая программа без изменений утверждена на 2022/2023 учебный год.  
Протокол № 12 заседания кафедры от «12» мая 2022 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.А. Уваров  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ В.А. Уваров  
подпись, ФИО

## Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2023/2024 учебный год.  
Протокол № 12 заседания кафедры от «5» мая 2023 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.А. Уваров  
  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ В.А. Уваров  
  
подпись, ФИО