

**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:

Теплогасоснабжение населенных мест и промышленных предприятий

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

**Институт:** инженерно-строительный

**Кафедра:** теплогасоснабжения и вентиляции

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура 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)

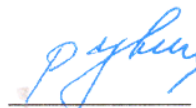


(И.В. Крюков)  
(инициалы, фамилия)

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)

«14» 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 теплогасоснабжения	ПК-1.1. Оценивает комплектность проектной документации по системам теплогасоснабжения	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> основные постановления, нормы, требования, предъявляемые к комплектности проектной документации по системам теплогасоснабжения.</p> <p><b>Уметь:</b> оценивать комплектность проектной документации по системам теплогасоснабжения.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками оценивания комплектности проектной документации по системам теплогасоснабжения.</p>
		ПК-1.2. Выбирает нормативно-правовые и нормативно-технические документы, определяющие требования к системам теплогасоснабжения	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> нормативно-правовые и нормативно-технические документы, определяющие требования к системам теплогасоснабжения.</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать нормативно-правовую и нормативно-техническую документацию, определяющую требования к системам теплогасоснабжения.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками поиска информации в нормативно-правовой и нормативно-технической документации, определяющую требования к системам теплогасоснабжения.</p>
		ПК-1.4. Оценивает соответствие проектной документации систем теплогасоснабжения требованиям нормативно-технических документов	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> проектную документацию систем теплогасоснабжения.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить оценку соответствия проектной документации систем теплогасоснабжения требованиям</p>

			<p>нормативно-технических 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 теплогазоснабжения	ПК-2.1. Составляет техническое задание на разработку проектной документации систем теплогазоснабжения	<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 теплогазоснабжения	<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 теплогазоснабжения	<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 систем теплоснабжения, работать с техническим заданием на проектирование.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками составления плана работ по проектированию систем теплоснабжения.</p>
		ПК-2.4. Проверяет техническое задание на подготовку проектной документации систем теплогазоснабжения	<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>
		ПК-2.5. Выбирает вариант проектного технического решения систем теплогазоснабжения	<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>
		ПК-2.6. Составляет требования для разработки смежных разделов проекта систем теплогазоснабжения	<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>

			<b>Владеть:</b> навыками составления требований для разработки смежных разделов проекта систем теплоснабжения.
		ПК-2.7. Проверяет проектную и рабочую документацию систем теплогаснабжения 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> нормативное-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</p>

			<p>и защиты проектной документации.</p> <p><b>Уметь:</b> составлять план согласования, представлять и защищать проектную документацию.</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 конструктивных решений систем теплогасоснабжения, документирование результатов расчётного обоснования</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> порядок и правила проведения расчетного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплоснабжения.</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять и производить контроль проведения расчетного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплоснабжения, составлять отчет.</p> <p><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 теплогасоснабжения на основе технико-экономического сравнения вариантов</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> типовые конструктивные, технические и технологические решения систем теплоснабжения, порядок проведения технико-экономического сравнения различных вариантов систем теплоснабжения.</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать различные и обоснованные варианты технологических, технических и конструктивных решений систем теплоснабжения на основе технико-экономического сравнения вариантов.</p> <p><b>Владеть:</b> методами сравнения и технико-экономического обоснования вариантов технологических, технических и конструктивных решений систем теплоснабжения.</p>



Контрольно-надзорный	ПК-4 Способность осуществлять строительный контроль в сфере теплогазоснабжения	ПК-4.2. Проверяет комплектность документов в проекте производства работ при выполнении строительного контроля	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> состав и комплектность проектной документации в проекте производства работ при выполнении строительного контроля.</p> <p><b>Уметь:</b> определять и проверять комплектность документов в проекте производства работ при выполнении строительного контроля.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками проверки комплектности документов в проекте производства работ при выполнении строительного контроля.</p>
		ПК-4.3. Контролирует выполнение строительного-монтажных работ и осуществляет технический осмотр результатов проведения работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> порядок проведения строительного-монтажных работ, порядок проведения технического осмотра результатов проведения работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения, основные контролируемые параметры.</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять контроль выполнения строительного-монтажных работ и технический осмотр результатов проведения работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками и методами контроля выполнения строительного-монтажных работ и осуществления технического осмотра результатов проведения работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения.</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:</p> <p><b>Знать:</b> требования по эксплуатации систем теплоснабжения, нормативные документы по эксплуатации.</p> <p><b>Уметь:</b> составлять нормативно-технические документы организации, эксплуатирующей системы теплоснабжения.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками по составлению нормативно-технических документов организации, эксплуатирующей системы теплоснабжения.</p>
		ПКО-5.4. Выбирает метод, порядок и состав проведения аварийно-восстановительных работ при выявлении технических неисправностей элементов систем теплогазоснабжения	<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>
		ПКО-5.5. Осуществляет технический и технологический контроль выполнения работ по эксплуатации и ремонту элементов систем теплогазоснабжения	<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</p>

			теплоснабжения. <b>Владеть:</b> методами проведения технического и технологического контроля выполнения работ по эксплуатации и ремонту элементов систем теплоснабжения.
--	--	--	---

## 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 теплогасоснабжения
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 теплогасоснабжения

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 теплогасоснабжения

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	Семестр № 1	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	117	99
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	74	36	38
лекции	34	17	17
лабораторные	-	-	-
практические	34	17	17
консультации	6	2	4
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	142	81	61
Курсовой проект	54	54	-
Курсовая работа	-	-	-
Расчетно-графическое задания	-	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	52	27	25
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.	4	4	-	6
2	Тепловые нагрузки и виды неравномерностей теплоснабжения. Регулирование отпуска тепла в системах теплоснабжения.	3	3		6
3	Гидравлический расчет тепловых сетей. Гидравлические режимы тепловых сетей.	4	4	-	6
4	Тепловой расчет изоляции тепловых сетей	2	2		3
5	Проектирование и подбор энергосберегающего оборудования центральных и индивидуальных тепловых пунктов	2	2	-	3
6	Энергосберегающие системы теплоснабжения на базе вторичных энергоресурсов	2	2	-	3
<b>ВСЕГО</b>		<b>17</b>	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>27</b>

#### 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	6	6	-	9
2	Энергосберегающие системы теплоснабжения на базе альтернативных возобновляемых тепловых источников. Системы геотермального теплоснабжения от геотермальных вод. Системы солнечного теплоснабжения	6	6	-	9

3	Методы проведения изысканий, подготовки исходных данных и разработки комплексного задания на проектирование энергосберегающих систем теплоснабжения	5	5	-	7
<b>ИТОГО</b>		<b>17</b>	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>25</b>
<b>ВСЕГО</b>		<b>34</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>52</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
<b>Семестр № 1</b>				
1	Энергосберегающие системы теплоснабжения: основные характеристики, классификация. Источники тепла.	Схемы и оборудование паротурбинных и газотурбинных ТЭЦ.	2	2
		Схемы и оборудование газотурбинных и газопоршневых мини-ТЭЦ по когенерационному и тригенерационному циклам	2	2
2	Тепловые нагрузки и виды неравномерностей теплотребления. Регулирование отпуска тепла в системах теплоснабжения.	Расчет тепловых нагрузок жилых, общественных и промышленных зданий	1,5	1,5
		Построение графиков регулирования отпуска тепла	1,5	1,5
3	Гидравлический расчет тепловых сетей. Гидравлические режимы тепловых сетей.	Гидравлический расчет водяных тепловых сетей	2	2
		Гидравлический расчет паровых тепловых сетей	2	2
4	Тепловой расчет изоляции тепловых сетей	Расчет и подбор тепловой изоляции при подземной и надземной прокладке теплопроводов	2	2
5	Проектирование и подбор энергосберегающего оборудования центральных и индивидуальных тепловых пунктов	Подбор оборудования тепловых пунктов	1	1
		Тепловой и гидравлический расчет пластинчатых водоподогревателей	0,5	0,5
		Тепловой и гидравлический расчет скоростного секционного водоподогревателя	0,5	0,5
6	Энергосберегающие системы теплоснабжения на базе вторичных энергоресурсов	Схемы систем теплоснабжения на базе вторичных энергоресурсов	2	2
<b>ИТОГО</b>			<b>17</b>	<b>17</b>
<b>Семестр №2</b>				

1	Надежность тепловых сетей	Расчет показателей надежности водяных тепловых сетей	6	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	3	3
		Схемы систем солнечного теплоснабжения. Методика расчета	3	3
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	5	5
ИТОГО			17	17
<b>ИТОГО</b>			<b>34</b>	<b>34</b>

### 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. Компоновочные 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 теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, 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 результатов проведения работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения, вентиляции	Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, 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 теплопотребления. 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 комплекс тепло-сеть-абонент.</li> <li>4. Виды регулирования отпуска тепла.</li> </ol>

		<p>5. Отопительный график качественного регулирования.</p> <p>6. Отопительный график количественного регулирования.</p> <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 на базе вторичных энергоресурсов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виды вторичных энергоресурсов</li> <li>2. Использование низкопотенциальных источников теплоты</li> <li>3. Принципиальные схемы оборудования, использующие вторичные энергоресурсы</li> <li>4. Расчет эффективности использования вторичных энергоресурсов</li> </ol>
7	Надежность тепловых сетей	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия надежности теплоснабжения.</li> <li>2. Надежность элементов тепловых сетей.</li> <li>3. Поток отказов.</li> <li>4. Расчет надежности тепловых сетей.</li> <li>5. Резервирование и секционирование</li> </ol>
8	Энергосберегающие системы теплоснабжения на базе альтернативных возобновляемых тепловых источников. Системы геотермального теплоснабжения от геотермальных вод. Системы солнечного теплоснабжения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Источники тепла в недрах Земли и закономерности его передачи</li> <li>2. Виды ресурсов и запасов геотермальной энергии</li> <li>3. Условия залегания термальных подземных вод</li> <li>4. Физико-химические свойства подземных вод</li> <li>5. Технологии добычи и использования геотермальной энергии.</li> <li>6. Состояние и перспективы развития геотермальной энергетики.</li> <li>7. Принципиальные схемы геотермального теплоснабжения</li> <li>8. Комплексные геотермальные системы теплоснабжения</li> <li>9. Расчет теплового потенциала геотермальных вод</li> <li>10. Классификация и основные элементы гелиосистем</li> <li>11. Концентрирующие гелиоприемники</li> <li>12. Плоские солнечные коллекторы</li> <li>13. Использование солнечных систем теплоснабжения</li> <li>14. Эффективное использование солнечной энергии</li> <li>15. Экономические характеристики солнечных коллекторов</li> <li>16. Расчет эффективности использования солнечных коллекторов</li> </ol>
9	Методы проведения изысканий, подготовки исходных данных и разработки комплексного задания на проектирование энергосберегающих систем теплоснабжения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назовите виды изысканий по оценке геолого-геодезических параметров и характеристик территории и объекта теплоснабжения.</li> <li>2. Какова характеристика и состав исходных данных для проектирования, расчетного обоснования и мониторинга проектируемой системы теплоснабжения?</li> <li>3. Охарактеризуйте состав задания на проектирование и мониторинг энергосберегающего оборудования и сетей системы теплоснабжения.</li> <li>4. Какие нормативные документы используются при разработке проектов энергосберегающих систем теплоснабжения?</li> <li>5. Назовите состав конструкторско-расчетной документации при разработке эскизных технических и рабочих проектов сложных объектов энергосберегающих сетей и оборудования систем теплоснабжения.</li> </ol>

## 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  $\eta_{\text{ит}}$ .
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  $\Delta t_{\text{ср}}$ ,  $^{\circ}\text{C}$
4. Требуемое количество каналов  $m_{\text{h}}$  и число ходов в теплообменнике  $x$ .
5. Коэффициент теплопередачи  $K$ , Вт/м<sup>2</sup>.  $^{\circ}\text{C}$ .
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.

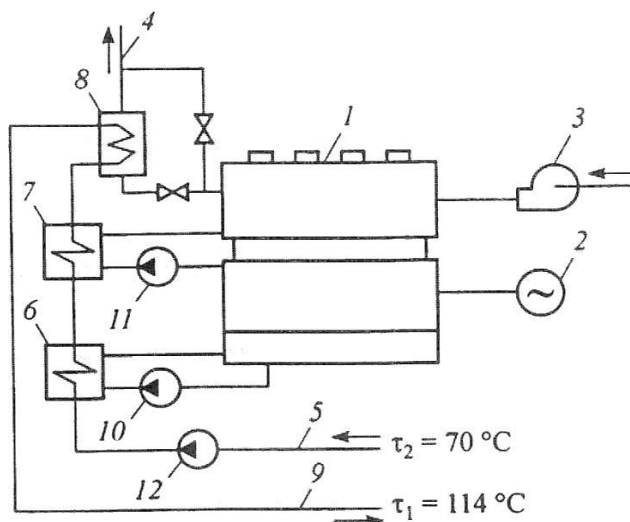


Рис. 1. Принципиальная схема когенерационной системы с газопоршневым агрегатом (ГПА)

### 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 парокomppressorные тепловые насосы (ТН).

Рассчитать:

1. Теоретический  $\phi_{\text{т}}$  и действительный  $\phi_{\text{д}}$  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. Источники тепла.	<p>В чем технологическая сущность когенерации?                      Принципиальная схема и основное оборудование газотурбинной ТЭЦ.                      Охарактеризуйте принципиальную схему и оборудование 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	Требования, предъявляемые к теплоизоляционным материалам Виды теплоизоляционных материалов Виды теплоизоляционных конструкций Тепловой расчет изоляции при надземной прокладке Тепловой расчет при подземной прокладке
5	Проектирование и подбор энергосберегающего оборудования центральных и индивидуальных тепловых пунктов	Схемы применяемых автоматизированных энергоэффективных центральных (ЦТП) и индивидуальных (ИТП) тепловых пунктов. Виды и конструктивные особенности водоподогревательного оборудования тепловых пунктов. Технико-экономические преимущества пластинчатых водонагревателей Принципы теплотехнического и гидродинамического расчета водоподогревателей. Теплотехнический расчет 2х-ступенчатой схемы водоподогревательной установки ЦТП. Подбор насосного оборудования тепловых пунктов Схемы автоматизированного регулирования режимных параметров тепловых пунктов. Принципы конструирования тепловых пунктов с пластинчатыми водонагревателями.
6	Энергосберегающие системы теплоснабжения на базе вторичных энергоресурсов	Виды вторичных энергоресурсов Использование низкопотенциальных источников теплоты Принципиальные схемы оборудования, использующие вторичные энергоресурсы Расчет эффективности использования вторичных энергоресурсов

**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.	В чем технологическая сущность когенерации? Принципиальная схема и основное оборудование газотурбинной ТЭЦ. Охарактеризуйте принципиальную схему и оборудование 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.

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

## 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 интерпретируя 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

				терперируя 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 полностью 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 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 полностью усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует	Допускает не-	Грамотно и	Грамотно и точно излагает знания,

	знания	точности в изложении и интерпретации знаний	по существу 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 учрежд. 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. Хрестоматия 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 теплоснабжение 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>.