


**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/  
« 31 » 05 20 19 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
  
\_\_\_\_\_/Уваров В.А./  
« 31 » 05 20 19 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

Проектирование энергосберегающих систем теплоснабжения

направление подготовки:

08.04.01 «Строительство»

Направленность программы:

Теплогазоснабжение населенных мест и промышленных предприятий

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

**Институт:** инженерно-строительный

**Кафедра:** теплогазоснабжение и вентиляции

Белгород – 2019

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» (уровень магистратура), утвержденного приказом № 482 от 31.05.2017 г.
- учебного плана БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2019 году.

Составитель (составители): асс., к.т.н.



(И.В. Крюков)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
Теплогазоснабжение и вентиляция

Заведующий кафедрой: профессор, д.т.н.



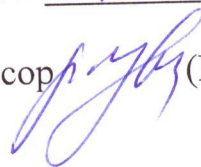
(В.А. Уваров)

« 14 » 05 2019 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » 05 2019 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, профессор



(В.А. Уваров)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 30 » 05 2019 г., протокол № 10

Председатель канд. техн. наук, доцент



(А.Ю. Феокистов)

## 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  |
|--------------------------------|--|---|--|
| <b>Работа с документацией</b>  | ОПК-4 Способен использовать и разрабатывать проектную, распорядительную документацию, а также участвовать в разработке нормативных правовых актов в области строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства | ОПК-4.3 Подготовка и оформление проектов нормативных и распорядительных документов в соответствии с действующими нормами и правилами                          | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> требования и правила подготовки и оформления проектов соответствующих документов</p> <p><b>Уметь:</b> оформлять проекты нормативных и сопроводительных документов в соответствии с действующими нормами</p> <p><b>Владеть:</b> требованиями и правилами подготовки и оформления проектов соответствующих документов</p>                     |
|                                |  | ОПК-4.4 Разработка и оформление проектной документации в области строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства в соответствии с действующими нормами | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> требования по разработке и оформлению проектной документации в области строительной отрасли и ЖКХ</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать и оформлять проектную документацию в области строительной отрасли и ЖКХ</p> <p><b>Владеть:</b> требованиями по разработке и оформлению проектной документации в области строительной отрасли и ЖКХ</p> |
|                                |  | ОПК-4.5 Контроль соответствия проектной документации нормативным требованиям  | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> как осуществляется контроль соответствия проектной документации нормативным требованиям</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять контроль соответствия проектной документации нормативным требованиям</p> <p><b>Владеть:</b> нормативными</p>  |

|                         |  |   |  |
|-------------------------|--|---|--|
|                         |  |   | требованиями для осуществления контроля проектной документации   |
| Экспертно-аналитический | <p>ПКО-2<br/>Способность разрабатывать проектные решения и организовывать работы по проектированию систем теплогазоснабжения, вентиляции</p> | <p>ПКО-2.1<br/>Составление технического задания на разработку проектной документации систем теплогазоснабжения, вентиляции</p>                    | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:<br/><b>Знать:</b> требования и правила по составлению технического задания<br/><b>Уметь:</b> составлять техническое задание на разработку проектной документации систем теплогазоснабжения и вентиляции<br/><b>Владеть:</b> необходимыми знаниями в области составления проектного задания на разработку проектной документации</p>  |
|                         |  | <p>ПКО-2.2<br/>Выбор нормативно-технических документов, устанавливающих требования к проектным решениям систем теплогазоснабжения, вентиляции</p> | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:<br/><b>Знать:</b> действующие нормативно-техническую документацию, устанавливающую требования к проектным решениям систем теплогазоснабжения, вентиляции<br/><b>Уметь:</b> правильно выбирать нормативно-технические для различных проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции<br/><b>Владеть:</b> информацией по актуальной нормативно-техническую документацию, устанавливающей требования к проектным решениям систем теплогазоснабжения, вентиляции</p> |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
|  |  | <p>ПКО-2.3<br/>Составление плана работ по проектированию систем теплогазоснабжения, вентиляции</p>  | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:<br/><b>Знать:</b> требования по составлению плана по проектированию систем теплогазоснабжения и вентиляции<br/><b>Уметь:</b> составлять план работ по проектированию систем теплогазоснабжения и вентиляции<br/><b>Владеть:</b> требованиями по составлению плана по проектированию систем теплогазоснабжения и вентиляции</p>  |
|  |  | <p>ПКО-2.4<br/>Составление и проверка технического задания на подготовку проектной документации систем теплогазоснабжения, вентиляции</p> | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:<br/><b>Знать:</b> требования и владеть информацией по составлению технического задания на подготовку проектной документации систем теплогазоснабжения, вентиляции<br/><b>Уметь:</b> составлять и проводить проверку технического задания на подготовку проектной документации систем теплогазоснабжения, вентиляции<br/><b>Владеть:</b> требованиями и информацией по составлению технического задания на подготовку проектной документации систем теплогазоснабжения, вентиляции</p> |
|  |  | <p>ПКО-2.5<br/>Выбор варианта проектного технического решения систем теплогазоснабжения, вентиляции</p>                                   | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:<br/><b>Знать:</b> методы выбора варианта проектного технического решения<br/><b>Уметь:</b> выбирать вариант проектного технического решения систем теплогазоснабжения, вентиляции<br/><b>Владеть:</b> методами выбора варианта проектного</p>   |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | технического решения   |
|  | <p>ПКО-2.6<br/>Составление требований для разработки смежных разделов проекта систем теплогазоснабжения, вентиляции</p>  | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> необходимые требования для разработки смежных разделов проекта систем теплогазоснабжения, вентиляции</p> <p><b>Уметь:</b> составлять требования для разработки смежных разделов проекта систем теплогазоснабжения, вентиляции</p> <p><b>Владеть:</b> актуальной информацией для разработки смежных разделов проекта систем теплогазоснабжения, вентиляции</p>         |
|  | <p>ПКО-2.7<br/>Проверка проектной и рабочей документации систем теплогазоснабжения, вентиляции на соответствие требованиям нормативно-технических документов</p> | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> нормативно технические документы для осуществления проверки проектной документации</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять проверку проектной и рабочей документации систем теплогазоснабжения, вентиляции на соответствие требованиям нормативно-технических документов</p> <p><b>Владеть:</b> требуемой информацией для осуществления проверки проектной документации</p> |
|  | <p>ПКО-2.8<br/>Оценка соответствия проектных решений требованиям технического задания и требованиям нормативно-технических документов</p>                        | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> правила оценивания 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> правилами</p>  |

|           |   |   |   |
|-----------|---|---|---|
|           |   |   | оценивания проектных решений требованиям технического задания и нормативно-технических документов   |
|           |   | ПКО-2.9 Составление плана согласования, представления и защиты проектной документации   | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:<br><b>Знать:</b> требования по составлению плана согласования, представления и защиты проектной документации<br><b>Уметь:</b> составлять план согласования, представлять и защищать проектную документацию<br><b>Владеть:</b> правилами по составлению плана согласования, представления и защиты проектной документации   |
| Проектный | ПКО-3<br>Способность осуществлять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции | ПКО-3.1 Выбор данных для выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции        | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:<br><b>Знать:</b> нормативные документы и необходимые методы для выполнения проектных расчетов систем теплогазоснабжения и вентиляции<br><b>Уметь:</b> выбирать данные для проведения расчетов различных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции<br><b>Владеть:</b> необходимыми методами для выполнения проектных расчетов систем теплогазоснабжения и вентиляции |
|           |   | ПКО 3.2 Выбор метода и методики выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:<br><b>Знать:</b> методы и методики необходимые для выполнения требуемых расчетов<br><b>Уметь:</b> проводить расчетное обоснование предлагаемых им конструктивных и технических решений<br><b>Владеть:</b> методиками для проведения требуемых  |

|                                |   |  |   |
|--------------------------------|---|--|---|
|                                |   |  | <p>расчетов</p> <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> нормативные методы и способы, направленные на выполнение и контроль проведения расчетного обоснования различных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции</p> <p><b>Уметь:</b> составлять документацию результатов расчетного обоснования различных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции</p> <p><b>Владеть:</b> необходимой информацией для проведения и контроля выполнения расчетного обоснования различных решений систем теплогазоснабжения</p> |
|                                |   | <p>ПКО-3.3</p> <p>Выполнение и контроль проведения расчетного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции, документирование результатов расчётного обоснования</p> | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> методы сравнения и технико-экономические требования, предъявляемые к системам теплогазоснабжения, вентиляции</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать различные и обоснованные варианты различных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции на основе технико-экономического сравнения вариантов</p> <p><b>Владеть:</b> методами сравнения и технико-экономические требованиями, предъявляемые к системам теплогазоснабжения, вентиляции</p>  |
| <p>Экспертно-аналитический</p> | <p>ПКО-1</p> <p>Способность проводить экспертизу технических решений систем</p> | <p>ПКО-1.1</p> <p>Оценка комплектности проектной документации по системам теплогазоснабжения,</p>  | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> нормы и требования по комплектности проектной документации по системам</p>   |



|                             |                                   |  |   |
|-----------------------------|-----------------------------------|--|---|
|                             | теплогазоснабжения, вентиляции    | вентиляции   | теплогазоснабжения, вентиляции<br><b>Уметь:</b> оценивать комплектность проектной документации по системам теплогазоснабжения, вентиляции<br><b>Владеть:</b> нормами и требованиями по комплектности проектной документации по системам теплогазоснабжения, вентиляции  |
|                             |                                   | ПКО-1.2 Выбор нормативно-правовых и нормативно-технических документов, определяющих требования к системам теплогазоснабжения, вентиляции | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:<br><b>Знать:</b> нормативно-правовую и нормативно-техническую документацию<br><b>Уметь:</b> выбирать нормативно-правовую и нормативно-техническую документацию, определяющую требования к системам теплогазоснабжения, вентиляции<br><b>Владеть:</b> знаниями по выбору нормативно-правовой и нормативно-технической документации, определяющую требования к системам теплогазоснабжения, вентиляции |
|                             |                                   | ПКО-1.4 Оценка соответствия проектной документации систем теплогазоснабжения, вентиляции требованиям нормативно-технических документов   | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:<br><b>Знать:</b> требования нормативно-технических документов<br><b>Уметь:</b> проводить оценку соответствия проектной документации систем теплогазоснабжения, вентиляции требованиям нормативно-технических документов<br><b>Владеть:</b> нормами и правилами для оценивания проектной документации   |
| <b>Контрольно-надзорный</b> | ПКО-4<br>Способность осуществлять | ПКО-4.2 Проверка комплектности документов в проекте  | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:  |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|   | <p>строительный контроль в сфере теплогазоснабжения, вентиляции</p>  | <p>производства работ при выполнении строительного контроля</p>   | <p><b>Знать:</b> как составляются проектная документация<br/> <b>Уметь:</b> осуществлять проверку комплектности документов при выполнении строительного контроля<br/> <b>Владеть:</b> нормативной информацией по контролю комплектности проектной документации</p>  |
|   |  | <p>ПКО-4.3<br/> Контроль выполнения строительного-монтажных работ и технический осмотр результатов проведения работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения, вентиляции</p> | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:<br/> <b>Знать:</b> нормативные требования, предъявляемые к строительно-монтажным работам и технический осмотр результатов проведения работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения, вентиляции<br/> <b>Уметь:</b> осуществлять контроль выполнения строительного-монтажных работ и технический осмотр результатов проведения работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения, вентиляции<br/> <b>Владеть:</b> необходимой информацией по контролю строительного-монтажных работ и технический осмотр результатов проведения работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения, вентиляции</p> |
| <p><b>Сервисно-эксплуатационный</b></p> | <p>ПКО-5<br/> Способность организовывать работы по техническому обслуживанию, эксплуатации и ремонту систем теплогазоснабжения, вентиляции</p> | <p>ПКО-5.2<br/> Составление нормативно-технических документов организации, эксплуатирующей системы теплогазоснабжения, вентиляции</p>   | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:<br/> <b>Знать:</b> требования по составлению нормативно-технических документов<br/> <b>Уметь:</b> составлять нормативно-технические документы организации, эксплуатирующей системы теплогазоснабжения, вентиляции<br/> <b>Владеть:</b> требованиями по</p>  |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
|  |  |   | составлению нормативно-технических документов   |
|  |  | <p>ПКО-5.4<br/>Выбор метода, порядка и состава проведения аварийно-восстановительных работ при выявлении технических неисправностей элементов систем теплогазоснабжения, вентиляции</p> | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> методы и требования для проведения аварийно-восстановительных работ при выявлении технических неисправностей элементов систем теплогазоснабжения, вентиляции</p> <p><b>Уметь:</b> проводить аварийно-восстановительные работы при выявлении технических неисправностей элементов систем теплогазоснабжения, вентиляции</p> <p><b>Владеть:</b> методами и требованиями для проведения аварийно-восстановительных работ при выявлении технических неисправностей элементов систем теплогазоснабжения, вентиляции</p> |
|  |  | <p>ПКО-5.5<br/>Технический и технологический контроль выполнения работ по эксплуатации и ремонту элементов систем теплогазоснабжения, вентиляции</p>                                    | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> методы проведения технического и технологического контроля выполнения работ по эксплуатации и ремонту элементов систем теплогазоснабжения, вентиляции</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять технический и технологический контроль выполнения работ по эксплуатации и ремонту элементов систем теплогазоснабжения, вентиляции</p> <p><b>Владеть:</b> методами проведения технического и технологического контроля выполнения работ по эксплуатации и ремонту элементов систем теплогазоснабжения, вентиляции</p>       |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Компетенция ОПК- 4** Способен использовать и разрабатывать проектную, распорядительную документацию, а также участвовать в разработке нормативных правовых актов в области строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками

| Стадия | Наименования дисциплины                                    |
|--------|--|
| 1      | Управление строительной организацией                       |
| 2      | Организация производственной деятельности                  |
| 3      | Организация проектно-изыскательской деятельности           |
| 4      | Проектирование теплогенерирующих и теплонасосных установок |
| 5      | Проектирование газораспределительных систем                |

**Компетенция ПКО-1** Способность проводить экспертизу технических решений систем теплогазоснабжения, вентиляции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками.

| Стадия | Наименования дисциплины <sup>1</sup>  |
|--------|---|
| 1      | Проектирование теплогенерирующих и теплонасосных установок                                |
| 2      | Проектирование газораспределительных систем   |
| 3      | Экспертиза и техническая оценка проектных решений сетей и оборудования теплогазоснабжения |

**Компетенция ПКО-2** Способность разрабатывать проектные решения и организовывать работы по проектированию систем теплогазоснабжения, вентиляции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками.

| Стадия | Наименования дисциплины <sup>2</sup>                                      |
|--------|---|
| 1      | Проектирование теплогенерирующих и теплонасосных установок                |
| 2      | Проектирование газораспределительных систем                               |
| 3      | Основы автоматизированного проектирования систем теплогазоснабжения       |
| 4      | Основы автоматизированного проектирования оборудования теплогазоснабжения |
| 5      | Производственная преддипломная практика                                   |

**Компетенция ПКО-3** Способность осуществлять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками.

<sup>1</sup> В таблице должны быть представлены все дисциплин и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

<sup>2</sup> В таблице должны быть представлены все дисциплин и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

| Стадия | Наименования дисциплины <sup>3</sup>   |
|--------|--|
| 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      | Основы автоматизированного проектирования систем теплогазоснабжения                      |
| 10     | Основы автоматизированного проектирования оборудования теплогазоснабжения                |
| 11     | Производственная научно-исследовательская работа   |
| 12     | Производственная исполнительская практика (12)   |

**Компетенция ПКО-4** Способность осуществлять строительный контроль в сфере теплогазоснабжения и вентиляции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками.

| Стадия | Наименования дисциплины <sup>4</sup>  |
|--------|---|
| 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  |

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

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками.

| Стадия | Наименования дисциплины <sup>5</sup>   |
|--------|--|
| 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      | Производственная исполнительская практика  |

### 3.ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

<sup>3</sup> В таблице должны быть представлены все дисциплин и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

<sup>4</sup> В таблице должны быть представлены все дисциплин и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

<sup>5</sup> В таблице должны быть представлены все дисциплин и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

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              | 108         | 108         |
| <b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b> | 68               | 34          | 34          |
| лекции   | 34               | 17          | 17          |
| лабораторные   | -                | -           | -           |
| практические   | 34               | 17          | 17          |
| <b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>  | 148              | 74          | 74          |
| Курсовой проект  | 54               | 54          | -           |
| Курсовая работа  | -                |             |             |
| Расчетно-графическое задания                           | -                |             |             |
| Индивидуальное домашнее задание                        | -                |             |             |
| <i>Другие виды самостоятельной работы</i>              | 58               | 20          | 38          |
| Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)        | зачет<br>экзамен | зачет       | экзамен     |

#### 4.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

##### Курс 1 Семестр 1

| п/п | Наименование раздела (модуля) | К-во лекционных часов | Объем на тематический раздел, час |                      |                        |
|-----|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
|     |                               |                       | Практические и др. занятия        | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| 1   | 2                             | 3                     | 4                                 | 5                    | 6                      |
|     |                               |                       |                                   |                      |                        |

|   |  |   |   |   |   |
|---|--|---|---|---|---|
| 1 | <p><b>Выбор энергосберегающих источников тепла при проектировании систем теплоснабжения.</b></p> <p>Теплофикационные установки комбинированного электро- и теплоснабжения на паротурбинных и газотурбинных ТЭЦ. Когенерационные газотурбинные и газопоршневые установки на мини-ТЭЦ средой и малой мощности. Тригенерационные установки комбинированного электро-, тепло- и холодоснабжения.</p>   | 4 | 8 | - | 7 |
| 2 | <p><b>Научно-технические решения по энергосбережению при проектировании тепловых сетей систем теплоснабжения.</b></p> <p>Оптимизация гидравлических режимов и повышение надежности функционирования тепловых сетей и энергосберегающего инженерного оборудования. Тепловой расчет тепловых сетей. Совершенствование конструктивных решений по бесканальной прокладке теплопроводов с энергосберегающими теплоизоляционными конструкциями. Паровые системы теплоснабжения промышленных предприятий.</p> | 4 | 9 | - | 7 |
| 3 | <p><b>Проектирование энергосберегающих установок местных систем теплоснабжения.</b></p> <p>Схемы и оборудование автоматизированных энергоэффективных центральных (ЦТП) и индивидуальных (ИТП) тепловых пунктов. Конструирование и расчет тепловых пунктов с высокоэффективными пластинчатыми водоподогревателями. Энергосберегающее теплонасосное оборудование в системах теплоснабжения. Схемы и оборудование автономных децентрализованных систем теплоснабжения.</p>                                | 4 | - | - | 3 |
| 4 | <p><b>Энергосберегающие системы теплоснабжения на базе вторичных энергоресурсов (ТВЭР) и альтернативных возобновляемых теплоисточников.</b></p> <p>Виды ТВЭР и перспективы их использования в теплоснабжении. Использование ТВЭР в теплонасосных установках (ТНУ) систем теплоснабжения предприятий. Системы теплоснабжения на базе альтернативных возобновляемых источников тепла</p>   | 3 | - | - | 1 |
| 5 | <p><b>Методы проведения изысканий, подготовки исходных данных и разработки комплексного задания на проектирование энергосберегающих систем теплоснабжения.</b></p> <p>Виды изысканий и характеристика исходных данных для проектирования расчетного</p>  | 2 | - | - | 2 |

|  |  |           |           |          |           |
|--|--|-----------|-----------|----------|-----------|
|  | обоснования и мониторинга энергосберегающих систем теплоснабжения. Состав задания на проектирование оборудования и тепловых сетей. |           |           |          |           |
|  | <b>ВСЕГО</b>   | <b>17</b> | <b>17</b> | <b>-</b> | <b>20</b> |

**Курс 1 Семестр №2**

| п/п | Наименование раздела (модуля)  | К-во лекционных часов | Объем на тематический раздел, час |                      |                        |
|-----|--|-----------------------|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
|     |  |                       | Практические и др. занятия        | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| 1   | 2  | 3                     | 4                                 | 5                    | 6                      |
| 1   | <b>Проектирование энергосберегающих установок местных систем теплоснабжения.</b><br>Схемы и оборудование автоматизированных энергоэффективных центральных (ЦТП) и индивидуальных (ИТП) тепловых пунктов. Конструирование и расчет тепловых пунктов с высокоэффективными пластинчатыми водоподогревателями. Энергосберегающее теплонасосное оборудование в системах теплоснабжения. Схемы и оборудование автономных децентрализованных систем теплоснабжения. | 6                     | 6                                 | -                    | 14                     |
| 2   | <b>Энергосберегающие системы теплоснабжения на базе вторичных энергоресурсов (ТВЭР) и альтернативных возобновляемых теплоисточников.</b><br>Использование ТВЭР в теплонасосных установках (ТНУ) систем теплоснабжения предприятий. Системы теплоснабжения на базе альтернативных возобновляемых источников тепла   | 6                     | 6                                 | -                    | 14                     |
| 3   | <b>Методы проведения изысканий, подготовки исходных данных и разработки комплексного задания на проектирование энергосберегающих систем теплоснабжения.</b><br>Виды изысканий и характеристика исходных данных для проектирования расчетного обоснования и мониторинга энергосберегающих систем теплоснабжения. Состав задания на проектирование оборудования и тепловых сетей.  | 5                     | 5                                 | -                    | 10                     |
|     | <b>ИТОГО</b>   | <b>17</b>             | <b>17</b>                         | <b>-</b>             | <b>38</b>              |
|     | <b>ВСЕГО</b>   | <b>34</b>             | <b>34</b>                         | <b>-</b>             | <b>58</b>              |

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



| № п/п       | № раздела дисциплины | Тема практического занятия  | К-во часов | Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям |
|-------------|----------------------|---|------------|--|
| Семестр № 1 |                      |   |            |  |
| 1           | 1                    | Схемы и оборудование паротурбинных и газотурбинных ТЭЦ  | 2          | 2  |
| 2           | 1                    | Расчет энергетической эффективности комбинированной выработки электрической и тепловой энергии на паротурбинной ТЭЦ | 2          | 2  |
| 3           | 1                    | Схемы и оборудование газотурбинных и газопоршневых мини-ТЭЦ по когенерационному и тригенерационному циклам          | 2          | 2  |
| 4           | 2                    | Расчет гидравлических режимов и показателей надежности водяных тепловых сетей                                       | 2          | 2  |
| 5           | 2                    | Конструирование бесканальной прокладки тепловых сетей в монолитной пенополиуретановой теплоизоляции                 | 2          | 2  |
| 6           | 2                    | Тепловой расчет тепловых сетей при подземной канальной и бесканальной прокладке                                     | 2          | 2  |
| 7           | 2                    | Принципиальные схемы паровых систем теплоснабжения промышленных предприятий   | 2          | 2  |
| 8           | 2                    | Схемы, оборудование и расчет систем горячего водоснабжения  | 2          | 2  |
| 9           | 2                    | Подбор оборудования тепловых пунктов  | 1          | 1  |

|            |   |  |    |    |
|------------|---|--|----|----|
| ИТОГО      |   |  | 17 | 17 |
| Семестр №2 |   |  |    |    |
| 1          | 3 | Типы водоподогревателей тепловых пунктов и котельных. Техно-экономические преимущества пластинчатых теплообменников    | 1  | 1  |
| 2          | 3 | Тепловой и гидравлический расчет скоростного секционного водоподогревателя   | 2  | 2  |
| 3          | 3 | Тепловой и гидравлический расчет пластинчатого разборного водоподогревателя  | 2  | 2  |
| 4          | 3 | Конструирование ЦТП с пластинчатыми водоподогревателями ГВС  | 1  | 1  |
| 5          | 3 | Расчет и подбор оборудования энергосберегающего автоматизированного ЦТП с пластинчатыми водоподогревателями            | 2  | 2  |
| 6          | 3 | Термодинамический цикл, схема и оборудование парокompрессорной теплонасосной установки (ТНУ) для систем теплоснабжения | 1  | 1  |
| 7          | 3 | Расчет технико-экономической целесообразности применения ТНУ и подбор оборудования                                     | 2  | 2  |
| 8          | 4 | Схемы систем теплоснабжения на базе ТНУ  | 2  | 2  |

|              |   |   |           |           |
|--------------|---|---|-----------|-----------|
| 9            | 4 | Схемы систем теплоснабжения на базе альтернативных возобновляемых теплоисточников и с применением ТВЭР                                      | 2         | 2         |
| 10           | 5 | Нормативные документы, состав конструкторско-расчетной документации проекта энергосберегающего оборудования и сетей системы теплоснабжения. | 2         | 2         |
| 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.

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

Не предусмотрено учебным планом

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

**Компетенция ОПК-4** Способен использовать и разрабатывать проектную, распорядительную документацию, а также участвовать в разработке нормативных правовых актов в области строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства

| Наименование индикатора достижения компетенции                                       | Используемые средства оценивания   |
|--|--|
| ОПК-4.3 Подготовка и оформление проектов нормативных и распорядительных документов в | Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен |

|   |  |
|---|--|
| соответствии с действующими нормами и правилами   |  |
| ОПК-4.4 Разработка и оформление проектной документации в области строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства в соответствии действующими нормами | Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен |
| ОПК-4.5 Контроль соответствия проектной документации нормативным требованиям  | Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен |

**Компетенция ПКО-2** Способность разрабатывать проектные решения и организовывать работы по проектированию систем теплогасоснабжения, вентиляции

| Наименование индикатора достижения компетенции  | Используемые средства оценивания   |
|---|--|
| ПКО-2.1 Составление технического задания на разработку проектной документации систем теплогасоснабжения, вентиляции                                   | Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен |
| ПКО-2.2 Выбор нормативно-технических документов, устанавливающих требования к проектным решениям систем теплогасоснабжения, вентиляции                | Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен |
| ПКО-2.3 Составление плана работ по проектированию систем теплогасоснабжения, вентиляции   | Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен |
| ПКО-2.4 Составление и проверка технического задания на подготовку проектной документации систем теплогасоснабжения, вентиляции                        | Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен |
| ПКО-2.5 Выбор варианта проектного технического решения систем теплогасоснабжения, вентиляции  | Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен |
| ПКО-2.6 Составление требований для разработки смежных разделов проекта систем теплогасоснабжения, вентиляции  | Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен |
| ПКО-2.7 Проверка проектной и рабочей документации систем теплогасоснабжения, вентиляции на соответствие требованиям нормативно-технических документов | Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен |
| ПКО-2.8 Оценка соответствия проектных решений требованиям технического задания и требованиям нормативно-технических документов                        | Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен |
| ПКО-2.9 Составление плана согласования, представления и защиты проектной документации   | Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен |

**Компетенция ПКО-3** Способность осуществлять обоснование проектных решений систем теплогасоснабжения, вентиляции

| Наименование индикатора достижения компетенции | Используемые средства оценивания |
|--|----------------------------------|
|--|----------------------------------|

|  |  |
|--|--|
| ПКО-3.1 Выбор данных для выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции   | Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен |
| ПКО 3.2 Выбор метода и методики выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции  | Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен |
| ПКО-3.3 Выполнение и контроль проведения расчетного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции, документирование результатов расчётного обоснования | Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен |

**Компетенция ПКО-1** Способность проводить экспертизу технических решений систем теплогазоснабжения, вентиляции

| Наименование индикатора достижения компетенции   | Используемые средства оценивания   |
|--|--|
| ПКО-1.1 Оценка комплектности проектной документации по системам теплогазоснабжения, вентиляции   | Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен |
| ПКО-1.2 Выбор нормативно-правовых и нормативно-технических документов, определяющих требования к системам теплогазоснабжения, вентиляции | Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен |
| ПКО-1.4 Оценка соответствия проектной документации систем теплогазоснабжения, вентиляции требованиям нормативно-технических документов   | Собеседование, устный опрос, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, зачет, экзамен |

**Компетенция ПКО-4** Способность осуществлять строительный контроль в сфере теплогазоснабжения, вентиляции

| 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 ПКО-5** Способность организовывать работы по техническому обслуживанию, эксплуатации и ремонту систем теплогазоснабжения,

## ВЕНТИЛЯЦИИ

| 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

| № п/п | Наименование раздела дисциплины  | Содержание вопросов (типовых заданий)  |
|-------|--|--|
| 1     | Выбор энергосберегающих источников тепла при проектировании систем теплоснабжения                      | <ol style="list-style-type: none"><li>1. В чем техническая сущность теплофикации?</li><li>2. Техничко-экономические преимущества систем теплоснабжения от теплофикационных ТЭЦ.</li><li>3. Принципиальная схема и основное оборудование паротурбинной ТЭЦ.</li><li>4. В чем технологическая сущность когенерации?</li><li>5. Принципиальная схема и основное оборудование газотурбинной ТЭЦ.</li><li>6. Охарактеризуйте принципиальную схему и оборудование когенерационной газотурбинной мини-ТЭЦ.</li><li>7. Область применения и технико-экономические преимущества газотурбинных мини-ТЭЦ.</li><li>8. В чем техническая сущность тригенерации?</li></ol> |
| 2     | Научно-технические решения по энергосбережению при проектировании тепловых сетей систем теплоснабжения | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Что понимают под гидравлическим режимом тепловой сети?</li><li>2. Укажите способы расчета гидравлических характеристик тепловых сетей при изменении гидравлических режимов их работы.</li><li>3. Что понимают под надежной работой тепловых сетей?</li></ol>  |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   | <p>4.Как производится расчет экономически обоснованного удельного падения давления в тепловой сети?</p> <p>5.Каковы требования к режимам давления при построении пьезометрического графика?</p> <p>6.Показатели надежности тепловых сетей и их определение.</p> <p>7.Назовите энергосберегающие теплоизоляционные конструкции трубопроводов и оборудования тепловых сетей.</p> <p>8.Каковы конструкции и технико-экономические преимущества бесканальной прокладки с применением высокэффективных предизолированных трубопроводов в монолитной ППУ -изоляции?</p> <p>9.Как определяется экономическая толщина теплоизоляции ?</p> <p>10.Назовите основные расчетные зависимости теплового расчета теплоизолированных теплопроводов.</p> <p>11.Охарактеризуйте виды применяемых паровых систем теплоснабжения.</p> <p>12.Каковы особенности открытой схемы сбора конденсата ?</p> <p>13.Назовите преимущества энергосберегающих паровых систем теплоснабжения с закрытой схемой сбора конденсата.</p> |
| 3 | <p>Проектирование энергосберегающих установок местных систем теплопотребления</p> | <p>1.Схемы применяемых автоматизированных энергоэффективных центральных (ЦТП) и индивидуальных (ИТП) тепловых пунктов.</p> <p>2.Назовите виды и конструктивные особенности водоподогревательного оборудования тепловых пунктов.</p> <p>3.Каковы техно-экономические преимущества пластинчатых водогревателей?</p> <p>4.Назовите принципы теплотехнического и гидродинамического расчета водоподогревателей.</p> <p>5.Теплотехнический расчет 2х-ступенчатой схемы водоподогревательной установки ЦТП.</p> <p>6.Как подбирают насосное оборудование тепловых</p>  |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | <p>пунктов?</p> <p>7. Назовите схемы автоматизированного регулирования режимных параметров тепловых пунктов.</p> <p>8. Принципы конструирования тепловых пунктов с пластинчатыми водонагревателями.</p> <p>9. Назовите типы тепловых насосов, применяемых в системах теплоснабжения.</p> <p>10. Термодинамический цикл и основное оборудование парокompрессионной теплонасосной установки (ТНУ).</p> <p>11. Что называется коэффициентом преобразования теплового насоса и как его определяют?</p> <p>12. Как рассчитать технико-экономическую целесообразность применения ТНУ?</p> <p>13. Охарактеризуйте основные принципы расчета и подбора оборудования для ТНУ.</p>  |
| 4 | <p>Энергосберегающие системы теплоснабжения на базе тепловых вторичных энергоресурсов (ТВЭР) и альтернативных возобновляемых теплоисточников</p> | <p>1. Что такое тепловые вторичные энергоресурсы (ТВЭР) и какова их классификация?</p> <p>2. Назовите принцип действия и оборудование двухступенчатых и каскадных парокompрессионных ТНУ на низкотемпературных ТВЭР для систем теплоснабжения и отопления.</p> <p>3. Принцип действия и схема абсорбционной ТНУ на низкопотенциальных ТВЭР.</p> <p>4. Что такое теплоаккумуляторы и какова их роль в системе теплоснабжения от ТНУ?</p> <p>5. Схемы ТНУ с водяными и грунтовыми теплоаккумуляторами.</p> <p>6. Принципиальная схема использования ТНУ для комбинированной выработки тепла и холода на базе низкопотенциального тепла (НПТ) бытовых сточных вод.</p> <p>7. Принципиальная схема открытой системы 3х ступенчатой теплонасосной станции (ТНС).</p> |
| 5 | <p>Методы проведения изысканий, подготовки исходных данных и разработки</p>  | <p>1. Назовите виды изысканий по оценке геолого-геодезических параметров и характеристик территории и объекта теплоснабжения.</p> <p>2. Какова характеристика и состав исходных данных для проектирования, расчетного</p>   |



|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>комплексного задания на проектирование и проектирования энергосберегающих систем теплоснабжения.</p> | <p>обоснования и мониторинга проектируемой системы теплоснабжения?</p> <p>3. Охарактеризуйте состав задания на проектирование и мониторинг энергосберегающего оборудования и сетей системы теплоснабжения.</p> <p>4. Какие нормативные документы используются при разработке проектов энергосберегающих систем теплоснабжения?</p> <p>5. Назовите состав конструкторско-расчетной документации при разработке эскизных технических и рабочих проектов сложных объектов энергосберегающих сетей и оборудования систем теплоснабжения.</p> |
|--|---|--|

### **5.2.2 Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем**

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.

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.

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

#### 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 т.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  $B_{тг}$  и суммарный  $B_{т}$ .
2. Годовой расход топлива при раздельной выработке электроэнергии и тепла  $B_p$ .
3. Коэффициент неиспользования топлива при теплофикационном цикле  $\eta_{ит}$ .
4. Относительную экономию топлива при термодинамическом цикле  $(B_p - B_{т})/B_p$ .

#### 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  $\Delta H_{п}$ , вторичного потока  $\Delta H_{в}$ .

Расчет выполнить методом удельных тепловых характеристик.

Рассчитать:

1. Эквивалент расхода первичного  $W_{п}$  и вторичного  $W_{в}$  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  $H_{тр}$  и в межтрубном пространстве  $H_{мтр}$ .

### 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  $Q^{\max}_0$ , МВт; Расчетная тепловая производительность водоподогревателей  $Q_h^{SP}$ , МВт, расчетные температуры: наружного воздуха  $t_{н0}$ , в подающем трубопроводе теплосети  $t_1$ ; в обратном трубопроводе теплосети  $t_2$ ; в точке излома температурного графика  $(t_1)'$  и  $(t_2)'$  исходной водопроводной воды  $t_c$ ; после подогревателя II ступени  $t_h$

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  $G_h^{\max}$ , кг/ч.
2. Расчетную теплопроизводительность водоподогревателя I ступени  $Q_h^{SP1}$ .
3. Среднелогарифмическую разность температур  $\Delta t_{ср}$ , °С
4. Требуемое количество каналов  $m_n$  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 №1

1. Объяснить принцип действия, технологическую схему (см. рис.) и состав оборудования микротурбинной когенерационной мини-ТЭЦ (ГТУ-ТЭЦ).
2. Обосновать технико-экономические преимущества применения микротурбинных мини-ТЭЦ.

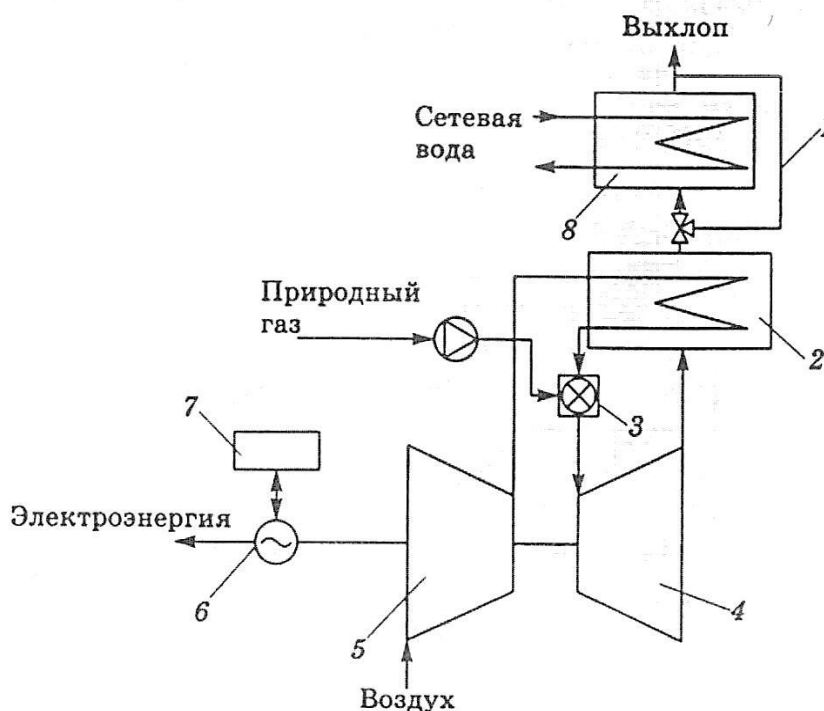


Рис. Принципиальная схема микротурбинного когенератора

### Задание №2

1. Объяснить принцип действия, технологическую схему (см.рис.) и состав оборудования когенерационной установки с газопоршневым агрегатом (ГПА).
2. Обосновать технико-экономические преимущества применения газопоршневых мини-ТЭЦ.

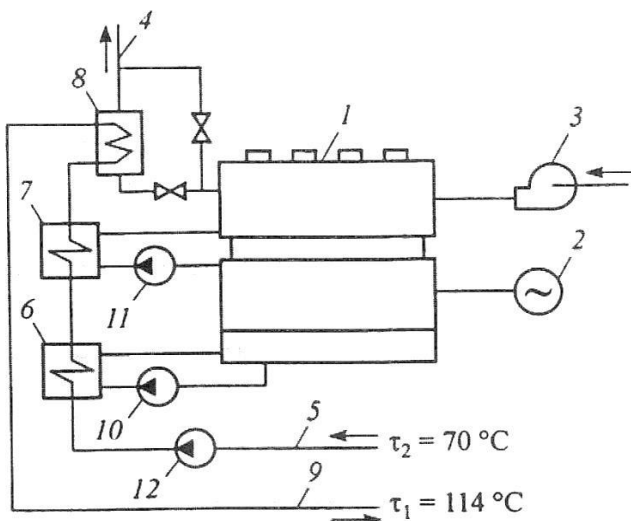


Рис. Принципиальная схема когенерационной системы с газопоршневым агрегатом (ГПА).

### Задание №3

Произвести расчет гидродинамического режима водяной тепловой сети с тремя потребителями для следующих условий: напор, создаваемый насосами станции равен 40 м. Расход воды у каждого потребителя составляет  $V_1 = V_2 = V_3 = 0,1 \text{ м}^3/\text{с}$ .

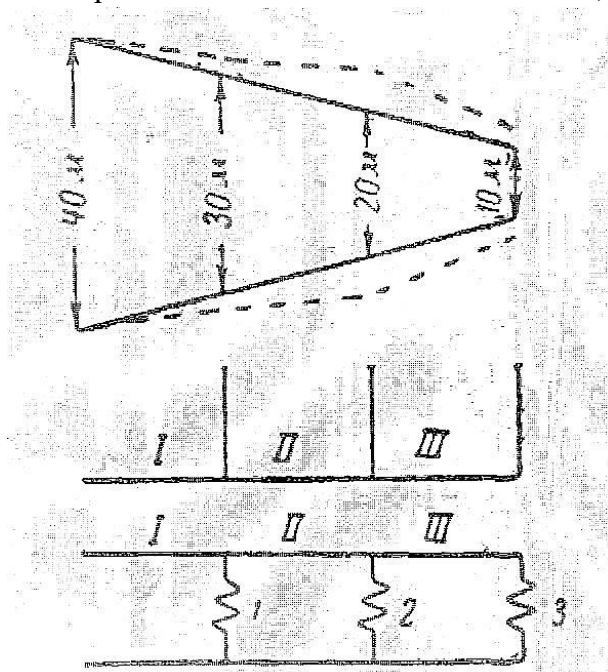


Рис. График напоров водяной тепловой сети

График напоров для данного режима приведен на рисунке.

Определить расходы воды у потребителей и построить график напоров тепловой сети при отключении потребителя 2.

Задачу решить методом сопротивлений.

**Задание №4**

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  $Q_{тн}$ , кВт; продолжительность работы  $\tau$ , ч/год. Для ТНУ использовать парокомпрессорные тепловые насосы (ТН).

Рассчитать:

1. Теоретический  $\varphi_t$  и действительный  $\varphi_d$  коэффициент преобразования.
2. Мощность электропривода теплового насоса  $N_э$ , кВт.
3. Тепловую мощность эквивалентную выработке электроэнергии на районной КЭС  $Q_{кэс}$ , кВт.
4. Расход топлива на КЭС для выработки электроэнергии для привода компрессора теплового насоса  $B_n$ .
5. Расход топлива  $B_t$ , кг. у т/ч в котельной для выработки требуемого расхода теплоты  $Q_{т.н.}$
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 и включает сдачу курсового проекта, а также один вопрос теоретической части по темам лекционных и практических занятий, изучаемым в 1 семестре.

**Перечень вопросов для подготовки к экзамену**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины   | Содержание вопросов (типовых заданий)   |
|-------|---|---|
| 1     | Выбор энергосберегающих источников тепла при проектировании систем теплоснабжения | 1. В чем техническая сущность теплофикации?<br>2. Техничко-экономические преимущества систем теплоснабжения от теплофикационных ТЭЦ.<br>3. Принципиальная схема и основное оборудование паротурбинной ТЭЦ.<br>4. В чем технологическая сущность когенерации?<br>5. Принципиальная схема и основное оборудование газотурбинной ТЭЦ.<br>6. Охарактеризуйте принципиальную схему и оборудование когенерационной газотурбинной мини-ТЭЦ.<br>7. Область применения и технико-экономические |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | <p>преимущества газотурбинных мини-ТЭЦ.</p> <p>8. В чем техническая сущность тригенерации?</p>  |
| 2 | <p>Научно-технические решения по энергосбережению при проектировании тепловых сетей систем теплоснабжения</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что понимают под гидравлическим режимом тепловой сети?</li> <li>2. Укажите способы расчета гидравлических характеристик тепловых сетей при изменении гидравлических режимов их работы.</li> <li>3. Что понимают под надежной работой тепловых сетей?</li> <li>4. Как производится расчет экономически обоснованного удельного падения давления в тепловой сети?</li> <li>5. Каковы требования к режимам давления при построении пьезометрического графика?</li> <li>6. Показатели надежности тепловых сетей и их определение.</li> <li>7. Назовите энергосберегающие теплоизоляционные конструкции трубопроводов и оборудования тепловых сетей.</li> <li>8. Каковы конструкции и технико-экономические преимущества бесканальной прокладки с применением высокэффективных предизолированных трубопроводов в монолитной ППУ-изоляции?</li> <li>9. Как определяется экономическая толщина теплоизоляции?</li> <li>10. Назовите основные расчетные зависимости теплового расчета теплоизолированных трубопроводов.</li> <li>11. Охарактеризуйте виды применяемых паровых систем теплоснабжения.</li> <li>12. Каковы особенности открытой схемы сбора конденсата?</li> <li>13. Назовите преимущества энергосберегающих паровых систем теплоснабжения с закрытой схемой сбора конденсата.</li> </ol> |
| 3 | <p>Проектирование энергосберегающих установок местных систем теплоснабжения</p>                               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Схемы применяемых автоматизированных энергоэффективных центральных (ЦТП) и индивидуальных (ИТП) тепловых пунктов.</li> <li>2. Назовите виды и конструктивные особенности</li> </ol>   |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | <p>водоподогревательного оборудования тепловых пунктов.</p> <p>3.Каковы техно-экономические преимущества пластинчатых водонагревателей?</p> <p>4.Назовите принципы теплотехнического и гидродинамического расчета водоподогревателей.</p> <p>5.Теплотехнический расчет 2х-ступенчатой схемы водоподогревательной установки ЦТП.</p> <p>6.Как подбирают насосное оборудование тепловых пунктов?</p> <p>7.Назовите схемы автоматизированного регулирования режимных параметров тепловых пунктов.</p> <p>8.Принципы конструирования тепловых пунктов с пластинчатыми водонагревателями.</p> <p>9.Назовите типы тепловых насосов,применяемых в системах теплоснабжения.</p> <p>10.Термодинамический цикл и основное оборудование парокompрессионной теплонасосной установки (ТНУ).</p> <p>11.Что называется коэффициентом преобразования теплового насоса и как его определяют?</p> <p>12.Как рассчитать технико-экономическую целесообразность применения ТНУ?</p> <p>13.Охарактеризуйте основные принципы расчета и подбора оборудования для ТНУ.</p> |
| 4 | <p>Энергосберегающие системы теплоснабжения на базе тепловых вторичных энергоресурсов (ТВЭР)и альтернативных возобновляемых теплоисточников</p> | <p>1.Что такое тепловые вторичные энергоресурсы (ТВЭР) и какова их классификация?</p> <p>2.Назовите принцип действия и оборудование двухступенчатых и каскадных парокompрессионных ТНУ на низкотемпературных ТВЭР для систем теплоснабжения и отопления.</p> <p>3.Принцип действия и схема абсорбционной ТНУ на низкопотенциальных ТВЭР.</p> <p>4.Что такое теплоаккумуляторы и какова их роль в системе теплоснабжения от ТНУ?</p> <p>5.Схемы ТНУ с водяными и грунтовыми теплоаккумуляторами.</p> <p>6.Принципиальная схема использования ТНУ для комбинированной выработки тепла и холода на</p>   |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  | <p>базе низкопотенциального тепла (НПТ) бытовых сточных вод.</p> <p>7.Принципиальная схема открытой системы 3х ступенчатой теплонасосной станции(ТНС) .</p>  |
| 5 | <p>Методы проведения изысканий, подготовки исходных данных и разработки комплексного задания на проектирование и проектирования энергосберегающих систем теплоснабжения.</p> | <p>1.Назовите виды изысканий по оценке геолого-геодезических параметров и характеристик территории и объекта теплоснабжения.</p> <p>2. Какова характеристика и состав исходных данных для проектирования, расчетного обоснования и мониторинга проектируемой системы теплоснабжения?</p> <p>3. Охарактеризуйте состав задания на проектирование и мониторинг энергосберегающего оборудования и сетей системы теплоснабжения.</p> <p>4. Какие нормативные документы используются при разработке проектов энергосберегающих систем теплоснабжения?</p> <p>5. 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 дифференцированного зачета, используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

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   |
| Умение   | Четкость изложения и интерпретации знаний                          |
|  | Умение использовать термины, определения, понятия                  |
|  | Умение использовать основные закономерности, соотношения, принципы |
|  | Объем освоенного материала   |
| Владение   | Способность полностью отвечать на вопросы                          |
|  | Способность четко излагать и интерпретировать знания               |
|  | Владение знаниями, терминами, определениями, понятиями             |
|  | Владение знаниями основных закономерностей, соотношений,           |



|  |   |
|--|---|
|  | принципов                                 |
|  | Объем освоенного материала                |
|  | Полнота ответов на вопросы                |
|  | Четкость изложения и интерпретации знаний |

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

*Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.*

| Критерий   | Уровень освоения и оценка   |   |   |  |
|--|---|---|---|--|
|  | 2   | 3   | 4   | 5  |
| <i>Знание терминов, определений, понятий</i>                   | <i>Не знает терминов и определений</i>  | <i>Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок</i>      | <i>Знает термины и определения</i>  | <i>Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно</i>   |
| <i>Знание основных закономерностей, соотношений, принципов</i> | <i>Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний</i> | <i>Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний</i> | <i>Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует</i> | <i>Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать</i> |
| <i>Объем освоенного материала</i>                              | <i>Не знает значительной части материала дисциплины</i>                           | <i>Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей</i>       | <i>Знает материал дисциплины в достаточном объеме</i>   | <i>Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями</i>                                |
| <i>Полнота ответов на вопросы</i>                              | <i>Не дает ответы на большинство вопросов</i>                                     | <i>Дает неполные ответы на все вопросы</i>                                    | <i>Дает ответы на вопросы, но не все - полные</i>   | <i>Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы</i>   |
| <i>Четкость изложения и интерпретации знаний</i>               | <i>Излагает знания без логической последовательности</i>                          | <i>Излагает знания с нарушениями в логической последовательности</i>          | <i>Излагает знания без нарушений в логической последовательности</i>  | <i>Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя</i>                           |
|  | <i>Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами</i>       | <i>Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками</i>             | <i>Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно</i>   | <i>Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полностью усвоенных знаний</i>                            |
|  | <i>Неверно излагает и интерпретирует знания</i>                                   | <i>Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний</i>                | <i>Грамотно и по существу излагает знания</i>   | <i>Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы</i>   |

*Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.*

| Критерий                   | Уровень освоения и оценка    |                           |                           |                                     |
|----------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
|                            | 2                            | 3                         | 4                         | 5                                   |
| <i>Умение использовать</i> | <i>Не умеет использовать</i> | <i>Умеет использовать</i> | <i>Умеет использовать</i> | <i>Умеет использовать термины и</i> |

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

### Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

| Критерий   | Уровень освоения и оценка  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
|  | 2  | 3   | 4  | 5  |
| Владение знаниями, терминами, определениями, понятиями             | <i>Не владеет терминами и определениями</i>  | <i>Владеет терминами и определениями, но допускает неточности формулировок</i>          | <i>Владеет терминами и определениями</i>   | <i>Владеет терминами и определениями, может корректно сформулировать их самостоятельно</i>     |
| Владение знаниями основных закономерностей, соотношений, принципов | <i>Не владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний</i> | <i>Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний</i> | <i>Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения</i> | <i>Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний, может</i> |

|   |  |   |  |   |
|---|--|---|--|---|
|   |  |   | знаний, их интерпретирует и использует                                   | самостоятельно их получить и использовать   |
| Объем освоенного материала                | <i>Не владеет значительной частью материала дисциплины</i>                   | <i>Владеет только основным материалом дисциплины, не усвоил его деталей</i> | <i>Владеет материалом дисциплины в достаточном объеме</i>                | <i>Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями</i>       |
| Полнота ответов на вопросы                | <i>Не дает ответы на большинство вопросов</i>                                | <i>Дает неполные ответы на все вопросы</i>                                  | <i>Дает ответы на вопросы, но не все - полные</i>                        | <i>Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы</i>  |
| Четкость изложения и интерпретации знаний | <i>Владеет знаниями без логической последовательности</i>                    | <i>Владеет знаниями с нарушениями в логической последовательности</i>       | <i>Владеет знаниями без нарушений в логической последовательности</i>    | <i>Владеет знаниями в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя</i> |
|   | <i>Не способен иллюстрировать поясняющими схемами, рисунками и примерами</i> | <i>Способен выполнять поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками</i>  | <i>Способен выполнять поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно</i> | <i>Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полностью усвоенных знаний</i>   |
|   | <i>Неверно излагает и интерпретирует знания</i>                              | <i>Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний</i>              | <i>Грамотно и по существу излагает знания</i>                            | <i>Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы</i>                                |

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

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

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»

### **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: КНОРУС,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. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети / Госстрой России. - М.: ФГУП ЦПП, 2004.
13. ГОСТ 21.605-82. Тепломеханическая часть. Сети тепловые. Рабочие чертежи.
14. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов. - М.: Минстрой РФ, 1997.
15. ГОСТ 21.206-93 Условные обозначения трубопроводов.
16. СНиП 23-01-99\*. Строительная климатология. - М.: Стройиздат, 2003. -126с.

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

1. 1. <http://www.iprbookshop.ru>

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 20 20 /20 21 учебный год.  
Протокол № 11 заседания кафедры от « 21 » 05 20 20 г.

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

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