Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра теплоэнергетики и экологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института передовых инженерных технологий
_____ И.Ю. Кольчурина
подпись
«____» _____ 20___ г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерные методы проектирования в теплоэнергетике

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
(направленность (профиль): «Цифровой инжиниринг»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: fc9174b54ee9e52ecccebc4447325f87f55889f2
Владелец: Директор ИПИТ Кольчурина Ирина Юрьевна
Действителен: с 17 апреля 2024 г. по 11 июля 2025 г.
Дата и время: 04-06-2025 13:34:31 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение компьютерных методов проектирования систем теплогазоснабжения.

Задачами учебной дисциплины являются:

– освоение программных комплексов для проектирования систем теплогазоснабжения;

оптимизация проектных решений, исходя из максимальной эффективности процессов.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Источники и системы теплогазоснабжения;
– Введение в систему непрерывных улучшений;
– Безопасность жизнедеятельности;
– Механика жидкостей и газов;
– Математика.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Проектная деятельность 8;
– Практика по профессии;
– Преддипломная практика.

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### – Профессиональные компетенции

| Наименование категории (группы) ПК | Код и наименование ПК | Код и наименование индикатора достижения ПК | Планируемые результаты обучения |
|---|---|---|---|
| | ПК-1: Способен выполнять работы по организации технического и материального обеспечения | ПК-1.1 Определяет потребности в обновлении технологического и вспомогательного оборудования котельной | – знать: общие принципы теплогазоснабжения промышленного оборудования.<br>– уметь: разрабатывать |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | эксплуатации котельной, работающей на твердом топливе | | системы теплогазоснабжения промышленного оборудования. |
| | ПК-2: Способен управлять процессом эксплуатации котлов, работающих на газообразном, жидком топливе и электронагреве | ПК-2.3 Контролирует соблюдение в котельной требований по экологической и санитарной безопасности | – знать: методы проектирования котельных в соответствии с требованиями по экологической и санитарной безопасности.<br>– уметь: разрабатывать системы теплогазоснабжения промышленных объектов в соответствии с экологическими требованиями. |
| | ПК-3: Способен управлять технологическим процессом нагрева металла в печах | ПК-3.2 Обеспечивает контроль качества нагреваемых слитков и заготовок требованиям, установленным в технических условиях | – знать: общие принципы работы нагревательных печей.<br>– уметь: проектировать системы охлаждения и газоснабжения нагревательных печей. |
| | ПК-4: Способен обеспечивать и контролировать эксплуатацию трубопроводов, оборудования тепловых сетей и газопроводов | ПК-4.2 Осуществляет анализ и контроль процесса передачи тепловой энергии | – знать: основные методы контроля технического состояния систем теплогазоснабжения.<br>– уметь: проектировать системы теплогазоснабжения с современными аналитическими системами . |

## 4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся.

Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## Объем учебной дисциплины

| Семестр / курс | | ***ИТОГО*** | ***8 семестр*** |
|---|---|---|---|
| Форма промежуточной аттестации | | | *экзамен* |
| Трудоёмкость | *академ. час.* | ***144*** | *144* |
| | *зачетных единиц* | ***4*** | *4* |
| Лекции, *академ. час.* | | ***28*** | *28* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Лабораторные работы, *академ. час.* | | ***0*** | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Практические занятия, *академ. час.* | | ***28*** | *28* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Курсовая работа / проект, *академ. час.* | | ***0*** | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Консультации, *академ. час.* | | ***0*** | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Самостоятельная работа, *академ. час.* | | ***70*** | *70* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Контроль, *академ. час.* | | ***18*** | *18* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |

## Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Проектирование систем теплоснабжения. (Предпроектная работа (анализ технического задания, изучения нормативной документации, сбор исходных данных для проектирования). Теплотехнический расчет (определение тепловых нагрузок (отопление, вентиляция, ГВС), расчет теплопотерь здания, гидравлический расчет трубопроводов). Разработка схем и чертежей (принципиальные схемы теплоснабжения, планы размещения оборудования и трубопроводов, разрезы и узлы, подбор оборудования, котлы, теплообменники, насосы, радиаторы, запорно-регулирующая арматура));

Раздел 2 Проектирование систем газоснабжения. (Проектирование систем газоснабжения. Предпроектная работа (анализ технического задания, изучения нормативной документации, сбор исходных данных для проектирования). Теплотехнический расчет (определение тепловых нагрузок (отопление, вентиляция, ГВС), расчет теплопотерь здания, гидравлический расчет трубопроводов). Проектирование газоснабжения (расчет потребления газа, выбор оборудования (газовые котлы, водонагреватели, плиты), трассировка газопроводов (наружных и внутренних)). Разработка схем и чертежей (принципиальные схемы газоснабжения, планы размещения оборудования и трубопроводов, разрезы и узлы, подбор оборудования,

котлы, теплообменники, насосы, радиаторы, запорно-регулирующая арматура, газовые приборы и системы безопасности).).

## 5 Перечень тем лекций

| № раздела / темы дисциплины | Темы лекций | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Раздел 1. | Проектирование систем теплоснабжения. | 14 | |
| Раздел 2. | Проектирование систем газоснабжения. | 14 | |
| **Итого:** | | **28** | **0** |

## 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

| № раздела / темы дисциплины | Темы практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Раздел 1. | Компьютерное проектирование тепловых сетей | 14 | |
| Раздел 2. | Проектирование газопроводов | 14 | |
| **Итого:** | | **28** | **0** |

## 7 Перечень тем лабораторных работ

| № раздела / темы дисциплины | Темы лабораторных работ | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| | *Отсутствуют* | | |
| **Итого:** | | **0** | **0** |

## 8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

| № раздела / темы дисциплины | Темы курсовых работ (проектов) | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| | *Отсутствуют* | | |
| **Итого:** | | **0** | **0** |

## 9 Виды самостоятельной работы

| № раздела / темы дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Раздел 1. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Подготовка к практическому занятию;<br>3. Прохождение тестирования. | 34 | |
| Раздел 2. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Подготовка к практическому занятию;<br>3. Прохождение тестирования. | 36 | |
| *Контроль* | *Подготовка к экзамену* | 18 | |
| **Итого:** | | **88** | **0** |

## 10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

| Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Контролируемые компетенции | Оценочные средства |
|---|---|---|
| Раздел 1. | ПК-1;<br>ПК-2;<br>ПК-3;<br>ПК-4 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>3. Тестовые задания |
| Раздел 2. | ПК-1;<br>ПК-2;<br>ПК-3;<br>ПК-4 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>3. Тестовые задания |
| Экзамен. | ПК-1;<br>ПК-2;<br>ПК-3;<br>ПК-4 | 1. Вопросы к экзамену |

## 11 Входной контроль

**11.1 Цель входного контроля** − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

### 11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

**Шкала оценивания результатов тестирования**

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

| Процент результативности (правильных ответов) | Оценка |
|---|---|
| 86 до 100 | «отлично» |
| от 67до 85 | «хорошо» |
| от 50 до 66 | «удовлетворительно» |
| менее 50 | «неудовлетворительно» |

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

**Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.**

**12 Текущий контроль**

**12.1 Текущий контроль знаний** используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

## 12.2 Описание оценочных средств

### Шкалы оценивания (методики оценки)

### 12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

**Критерии оценки:**

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

### 12.2.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

| Максимальный балл | Проходной балл | Оценка |
|---|---|---|
| 20 | не менее 18 | отлично |
| 17 | не менее 14 | хорошо |
| 13 | не менее 10 | удовлетворительно |
| 9 | – | неудовлетворительно |

### 12.2.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

**Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:**

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия,

быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

| Наименование параметра оценки | Максимальное количество баллов |
|---|---|
| Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями. | 2,5 |
| Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники. | 1,25 |
| Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы. | 1,25 |
| **Итого** | **5** |

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

**Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.**

## 13 Промежуточная аттестация

**13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации** обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену.

### 13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

| Оценка | Требования к знаниям |
|---|---|

| Оценка | Требования к знаниям |
|---|---|
| отлично | Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций. |
| хорошо | Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения. |
| удовлетворительно | Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой. |
| неудовлетворительно | Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине. |

**Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.**

## 14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

**а) литература:**

1 Соколов, Э.М. Информационные технологии в безопасности жизнедеятельности : учебник / Соколов Э.М., Панарин В.М., Воронцова Н.В. – Москва : Машиностроение, 2006. – 238 с. – ISBN 5-217-03331-2. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5217033312.html (дата обращения: 28.03.2025);

2 Калыгин, В.Г. Безопасность жизнедеятельности. Промышленная и экологическая безопасность, безопасность в техногенных чрезвычайных ситуациях. Курс лекций : учебное пособие / Калыгин В.Г., Бондарь В.А., Дедеян Р.Я. – Москва : КолосС, 2013. – 520 с. – ISBN 5-9532-0221-0. – URL:

https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953202210.html (дата обращения: 28.03.2025);

3 Ветошкин, А.Г. Переработка промышленных и бытовых отходов : учебное пособие / Ветошкн А.Г. – Москва : АСВ, 2015. – 400 с. – ISBN 978-5-93093-881-1. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938811.html (дата обращения: 28.03.2025);

4 Каминский, С.Л. Средства индивидуальной защиты в охране труда : учебное пособие / Каминский С.Л. – Москва : Проспект Науки, 2017. – 256 с. – ISBN 978-5-903090-48-8. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/PN0074.html (дата обращения: 28.03.2025);

5 Маслова, Л.Ф. Производственный шум и вибрация : учебное пособие / Маслова Л.Ф. – Москва : Ставропольский ГАУ, 2020. – 36 с. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/StGAU202205-71.html (дата обращения: 28.03.2025);

6 Карнаух, Н. Н. Охрана труда : учебник для вузов / Н. Н. Карнаух. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2024. — 343 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15940-0. – URL: https://urait.ru/bcode/535505 (дата обращения: 28.03.2025).

**б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 – ]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 – ]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 – ]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 – ]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 – ]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 – ]. – URL:

https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 – ]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 – ]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

**в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

**г) базы данных и информационно-справочные системы:**

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

## 15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную компьютерной техникой ;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и

обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Составитель(и):

старший преподаватель Медведская Елена Васильевна (кафедра теплоэнергетики и экологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Начальник техбюро производственно-технического отдела ООО «Центральная ТЭЦ»  А.Ю. Поромов

## Приложение

## Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

**Выберите один правильный ответ.**

1 Основная цель математического моделирования в теплоэнергетике:
а) упрощение реальных процессов для анализа;
б) точное воспроизведение физических экспериментов;
в) замена натурных испытаний без погрешностей;
г) снижение стоимости оборудования.
2 Основной объект моделирования в системах теплогазоснабжения:
а) электрические сети;
б) трубопроводы и теплообменники;
в) ветрогенераторы;
г) солнечные панели.
3 Уравнение теплового баланса описывает процесс:
а) изменения давления газа;
б) распределения тепловой энергии в системе;
в) скорости потока жидкости;
г) коррозии металлов.
4 В основе расчёта гидравлических потерь в трубопроводах лежит закон:
а) Ома;
б) Дарси-Вейсбаха;
в) Фурье;
г) Бойля-Мариотта.
5 Число Рейнольдса (Re) в гидродинамике характеризует:
а) интенсивность теплопередачи;
б) режим течения жидкости (ламинарный/турбулентный);
в) давление в системе;
г) теплопроводность материала.
6 "Тепловая нагрузка" в системах теплоснабжения это:
а) масса теплоносителя;
б) количество тепла, необходимое потребителю;
в) скорость потока в трубах;
г) давление в системе.
7 Что представляет собой пьезометрический график в тепловых сетях:
а) график изменения температуры теплоносителя;
б) график давлений в трубопроводах по длине трассы;
в) диаграмма теплопотребления;
г) график скорости потока.
8 Какой параметр характеризует тепловые потери в трубопроводах:
а) коэффициент гидравлического сопротивления;
б) линейная плотность теплового потока;
в) скорость теплоносителя;

г) КПД насосной станции.
9 Что моделирует "гидравлический режим" системы:
а) распределение давлений и расходов теплоносителя;
б) распределение температур;
в) химический состав теплоносителя;
г) скорость коррозии труб.
10 "Тепловая сеть" это:
а) система передачи электроэнергии;
б) устройство для генерации тепла;
в) совокупность трубопроводов для транспортировки теплоносителя;
г) система вентиляции зданий.
11 Что такое "статическое давление" в трубопроводе:
а) давление при движении потока;
б) разница давлений на входе и выходе;
в) атмосферное давление;
г) давление в неподвижной жидкости.
12 "Гидравлический удар" характеризует следующий процесс:
а) резкий скачок давления при изменении скорости потока;
б) равномерное течение жидкости;
в) постепенное снижение давления;
г) испарение теплоносителя.
13. "Нормальный режим" работы тепловой сети это:
а) отсутствие теплоносителя;
б) аварийная ситуация;
в) тестовый запуск системы;
г) работа в расчётных параметрах.
14. Что означает "КПД тепловой сети":
а) отношение полезной тепловой энергии к затраченной;
б) скорость износа оборудования;
в) давление в магистрали;
г) время работы системы.
15. Как часто проводят плановые осмотры надземных тепловых сетей:
а) 1 раз в 10 лет;
б) не реже 1 раза в год;
в) только после аварий;
г) по желанию эксплуатационной организации.
16. Что происходит при повреждении изоляции трубопровода:
а) увеличивается КПД сети;
б) теплоноситель меняет цвет;
в) растут теплопотери и риск коррозии;
г) давление в системе падает.
17. Назначение предохранительных клапанов в тепловых сетях:
а) регулирование расхода;
б) подогрев теплоносителя;
в) сброс избыточного давления.

г) измерение температуры.
18. Какой документ регламентирует правила эксплуатации тепловых сетей в Российской Федерации:
а) СанПиН;
б) СНиП 41-02-2003 "Тепловые сети";
в) ГОСТ Р 56501;
г) ПУЭ.
19. При какой температуре теплоносителя требуется дополнительная защита персонала:
а) выше 45°С;
б) ниже 0°С;
в) только при 100°С;
г) при любом значении.
20. Что является допустимым при ремонте тепловых сетей:
а) использование несертифицированных материалов;
б) отсутствие инструментального контроля;
в) проведение работ без наряда-допуска;
г) ничего из перечисленного.

## Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

### Раздел 1. Проектирование систем теплоснабжения

**1 Устный опрос на лекции**

Перечень вопросов для устного опроса:

4. Какие основные этапы включает проектирование системы теплоснабжения?
5. Как влияет выбор источника тепла (ТЭЦ, котельная, тепловой насос) на проектные решения?
6. Почему при проектировании важно учитывать перспективу развития района?
7. Какие методы расчета тепловых нагрузок известны? Перечислите их плюсы и минусы?
8. Как климатические условия региона влияют на проектирование теплосетей?
9. Почему при проектировании многоэтажных зданий часто используют независимые схемы присоединения к теплосети?
10. Какие преимущества у кольцевой схемы теплоснабжения перед тупиковой?
11. Как подобрать оптимальный диаметр трубопровода? Какие факторы необходимо учитывать?
12. Почему в современных проектах избегают завышения диаметров труб?

13. Какие критерии выбора насосов в системе теплоснабжения наиболее важны?
14. Какие меры защиты от коррозии закладывают в проект подземных теплосетей?
15. Как проектируют системы для минимизации риска гидроударов?
16. Почему при проектировании важно учитывать удобство обслуживания?
17. Как снизить капитальные затраты без потери надежности системы?
18. Какие ресурсосберегающие технологии можно интегрировать в проекты теплоснабжения?
19. Какая схема теплоснабжения перспективнее: централизованная или децентрализованная? Аргументируйте ответ.
20. Можно ли полностью отказаться от угольных котельных в пользу возобновляемых источников?
21. В каких случаях целесообразно применение тепловых насосов вместо традиционных котельных? Какие ограничения нужно учитывать?
22. Как оценить эффективность использования вторичных энергоресурсов (например, тепла промышленных предприятий) для городского теплоснабжения?
23. Как спроектировать тепловую сеть в условиях плотной городской застройки? Какие решения помогут минимизировать воздействие на инфраструктуру?
24. Как обеспечить гидравлическую устойчивость системы при подключении новых потребителей?
25. Как проектировать системы с переменным расходом теплоносителя?
26. Какие решения позволяют сократить тепловые потери в распределительных сетях без значительного увеличения затрат?
27. Как проектировать системы для работы в условиях крайнего севера или других экстремальных климатических зон?
28. Какие инструменты математического моделирования наиболее полезны для оптимизации проектных решений?

## 2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в

рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

7. Какой этап при проектировании систем теплоснабжения выполняется первым?
   1) Разработка рабочей документации;
   2) Технико-экономическое обоснование (ТЭО);
   3) Монтаж оборудования;
   4) Пуско-наладочные работы.
8. Какой метод расчета тепловых нагрузок дает наиболее точные результаты?
   1) Почасовые графики теплопотребления;
   2) По укрупненным показателям;
   3) По аналогии с другими объектами;
   4) Экспериментальный метод.
9. Какой параметр учитывается при определении расчетной температуры наружного воздуха?
   1) Среднегодовая температура;
   2) Температура наиболее холодной пятидневки;
   3) Максимальная летняя температура;
   4) Температура в момент проектирования.
10. Какой параметр является основным при гидравлическом расчете тепловой сети?
   1) Температура теплоносителя;
   2) Материал труб;
   3) Потери давления;
   4) Срок службы оборудования.
11. Трубы из какого материала чаще применяются для современных тепловых сетей?
   1) Стальные без изоляции;
   2) Предварительно изолированные (ППУ);
   3) Чугунные;
   4) Медные.
12. Какой вид прокладки тепловых сетей наиболее надежен?
   1) Канальная;
   2) Бесканальная;
   3) Надземная;
   4) Открытая.
13. Метод конечных элементов (МКЭ) в теплоснабжении применяют для:
   1) Расчёта стоимости проекта;
   2) Составления графиков работы персонала;
   3) Оценки экологического воздействия;
   4) Моделирования температурных полей и деформаций.

14. Что такое BIM в проектировании теплоснабжения?
1) Система видеонаблюдения;
2) Информационное моделирование зданий и сетей;
3) Метод ручного расчёта;
4) Программа для рисования схем.

15. Какой метод используют для оптимизации диаметров труб?
1) Метод Монте-Карло;
2) Генетические алгоритмы;
3) Линейная интерполяция;
4) Статистический анализ.

16. Для чего применяют SCADA-системы в теплоснабжении:
1) Для печати плакатов;
2) Расчёта зарплаты персонала;
3) Моделирования архитектуры;
4) Дистанционный контроль и управление параметрами.

17. Установите соответствие между видами теплоносителей и их особенностями:

| **Теплоноситель** | **Особенности** |
|---|---|
| 1. Вода | А. Быстрый нагрев, но высокие потери при транспортировке |
| 2. Пар | Б. Высокая теплоемкость, но требует защиты от замерзания |
| 3. Воздух | В. Простота регулировки, но низкая теплоемкость |

*Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:*

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

18. **Установите соответствие между схемами подключения потребителей и их описанием:**

| **Схема** | **Описание схем подключения** |
|---|---|
| 1. Зависимая | А. **Теплоноситель из сети нагревает внутренний контур через теплообменник** |
| 2. Независимая | Б. **Теплоноситель из сети поступает напрямую в систему отопления** |
| 3. Однотрубная | В. **Подача и обратка разделены, обеспечивая равномерный прогрев** |
| 4. Двухтрубная | Г. **Все радиаторы подключены последовательно, температура падает к концу цепи** |

*Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:*

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

13. Установите соответствие между видами тепловых потерь и способами их снижения:

| **Вид тепловых** | **Методы снижения** |
|---|---|

| потерь | |
|---|---|
| 1. Потери через ограждающие конструкции | А. Применение теплоизоляции трубопроводов |
| 2. Потери в тепловых сетях | Б. Утепление стен, окон, крыш |
| 3. Потери из-за неоптимального режима работы | В. Автоматизация регулирования подачи тепла |
| 4. Потери при транспортировке пара | Г. Использование конденсатоотводчиков |

*Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:*

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

**14.** Установите соответствие между элементами защиты и их функциями**:**

| Элемент | Функция |
|---|---|
| 1. Предохранительный клапан | А. Автоматически сбрасывает избыточное давление |
| 2. Обратный клапан | Б. Блокирует обратный поток теплоносителя |
| 3. Терморегулятор | В. Контролирует концентрацию газа в воздухе и подает сигнал при утечке |
| 4. Датчик загазованности | Г. Поддерживает заданную температуру, отключая нагрев при превышении |

*Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:*

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

15. Установите соответствие между аварийными ситуациями и действиями персонала:

| Ситуация | Действия персонала |
|---|---|
| 1. Прорыв трубопровода | А. Немедленно перекрыть газовый вентиль и проветрить помещение |
| 2. Утечка газа в котельной | Б. Отключить насосы, задействовать резервные источники питания |
| 3. Повышение давления выше допустимого | В. Закрыть задвижки на аварийном участке, оповестить ремонтную службу |
| 4. Отключение электроэнергии | Г. Сбросить давление через предохранительный клапан |

*Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:*

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

16. Подпишите наименование обозначений приведенных на рисунках, которые используются на чертежах при проектировании систем теплоснабжения:



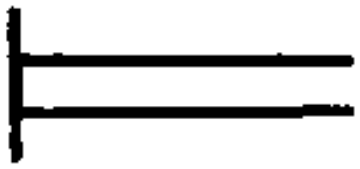
1



2




3



4

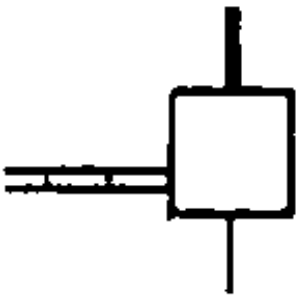
*Запишите наименования обозначений:*

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| | | | |

17. Подпишите наименование обозначений приведенных на рисунках, которые используются на чертежах при проектировании котлов и камер сгорания:



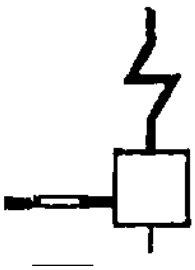
1



2



3



4

*Запишите наименования обозначений:*

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| | | | |

**3 Выполнение практических работ**

**3 Выполнение практических работ**

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Задача 1. Перепроектировать существующую угольную котельную с целью перевода на пеллеты. Существующая котельная: 2 котла КВр-1,0 (уголь), КПД 68%. Свойства пеллетов (зольность ≤ 1,5%, влажность ≤ 10%). Требования: автоматическая подача топлива, система золоудаления, снижение выбросов $CO_2$. Задачи: подобрать пеллетные горелки (мощность, тип), рассчитать объем бункера для 7 суток работы, разработать схему дымоудаления (конденсатоотвод), оценить экономию за 5 лет.

Задача 2. Спроектировать угольную котельную для промышленных помещений общей площадью 25000 м$^3$. Климат: Екатеринбург (расчетная температура –35°С).Тепловая нагрузка: отопление: 1,8 Гкал/ч. ГВС: 0,6 Гкал/ч. Топливо: каменный уголь (марка ДПК, теплота сгорания 5200 ккал/кг, зольность 25%). Режим работы: круглогодичный. Требования: КПД котельной ≥ 75%Запас топлива на 10 суток, автоматизированная подача угля (необязательно), соответствие СП 89.13330.2016.

Задача 3. Спроектировать систему трубопроводов водоснабжения методической нагревательной печи. Производительность печи: 50 т/час. Температура нагрева: 1150-1250°С. Система охлаждения: водяная. Расход воды: 120 м³/ч. Давление на входе: 6 бар. Температура воды на входе: ≤30°С. Температура воды на выходе: ≤60°С. Допустимый перепад давления: не более 1,5 бар. Длина трассы: 80 м. Перепад высот: 5 м (подъем к печи). Способ прокладки: надземный на эстакаде. Температура окружающей среды: от -30°С до +35°С.

Задание на проектирование:

1. Гидравлический расчет: определить диаметр трубопровода, рассчитать потери давления, проверить соответствие допустимому перепаду давления.

2. Конструктивное решение: выбрать материал труб, разработать схему трубной обвязки, подобрать запорно-регулирующую арматуру, Предусмотреть компенсаторы температурных расширений.

3. Система защиты: Рассчитать тепловую изоляцию, Предусмотреть меры против замерзания, Разработать систему контроля и автоматики.

**Раздел 2. Проектирование систем газоснабжения**

**1 Устный опрос на лекции**

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Какие основные этапы включает проектирование газовых сетей?
2. Как выбирается источник газоснабжения (природный газ, СУГ, СПГ) для разных объектов?
3. В чем разница между газоснабжением населенных пунктов и промышленных объектов?
4. Какие существуют схемы построения газовых сетей (тупиковая, кольцевая, смешанная)? Их преимущества и недостатки?
5. Как определяется оптимальный диаметр газопровода при проектировании?
6. Какие материалы труб применяются в газоснабжении и почему?
7. Как учитывается коррозионная стойкость при прокладке газопроводов?
8. Какие требования предъявляются к внутренней разводке газа в жилых и промышленных зданиях?
9. Как проектируются газовые вводы в здания? Какие бывают способы прокладки?
10. Какие устройства безопасности обязательно включаются в проект (газовые клапаны, датчики загазованности)?
11. Как организуется вентиляция в котельных и газовых помещениях?
12. Какие основные риски связаны с эксплуатацией газовых систем?
13. Как проектируются аварийные отключения и защитные системы?
14. Какие противоаварийные мероприятия предусматриваются при проектировании?
15. Как часто и по каким параметрам проводится обследование газовых сетей?
16. Какие альтернативные источники газа (биогаз, водород) могут применяться в будущем?
17. Как цифровые технологии (SCADA, IoT) используются в управлении газовыми сетями?
18. Какие экологические требования влияют на проектирование газовых систем?
19. Каковы перспективы развития газоснабжения в условиях энергоперехода?
20. Как бы вы спроектировали газоснабжение нового микрорайона с учетом плотной застройки?
21. Какие решения предложите для реконструкции старой газовой сети с высокими потерями?
22. Как обеспечить безопасность газоснабжения высотного здания?

23. Какие меры примените для минимизации утечек в распределительных сетях?
24. Как рассчитывается годовая потребность в газе для жилого района или промышленного предприятия?
25. Почему запрещена скрытая прокладка газопроводов в стенах жилых зданий?

**2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы**

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Какое максимальное давление газа допускается в газопроводах жилых зданий?
   1) 0,003 МПа;
   2) 0,005 МПа;
   3) 0,01 МПа;
   4) 0,03 МПа.
2. Какой материал труб чаще всего применяется для внутренних газопроводов низкого давления?
   1) Полиэтилен;
   2) Сталь;
   3) Медь;
   4) ПВХ.
3. Какое минимальное расстояние должно быть от газопровода до окон и дверей здания?
   1) 0,5 м;
   2) 1 м;
   3) 2 м;
   4) 3 м.

19. Какой уклон должен иметь газопровод перед газовым счетчиком?
   1) Уклон не требуется;
   2) 0,005 в сторону счетчика;
   3) 0,003 в сторону газопровода;
   4) 0,001 в сторону счетчика.

20. Какой тип соединения труб применяется для стальных надземных газопроводов высокого давления?
   1) Фланцевое;
   2) Резьбовое;
   3) Сварное;
   4) Муфтовое.

21. Какое минимальное расстояние должно быть между параллельно проложенными газопроводами и водопроводами в траншее?
    1) 0,3 м;
    2) 0,5 м;
    3) 1,0 м;
    4) 1,5 м.
22. Какой элемент газопровода устанавливается для компенсации температурных деформаций?
    1) Конденсатосборник;
    2) Компенсатор;
    3) Регулятор давления;
    4) Задвижка.
23. Какой материал используется для защиты подземных стальных газопроводов от коррозии?
    1) Битумная мастика;
    2) Полиэтиленовая оболочка;
    3) Эпоксидное покрытие;
    4) Все перечисленные.
24. Какой метод позволяет оптимизировать диаметры труб в газовой сети?
    1) Метод проб и ошибок;
    2) Генетические алгоритмы;
    3) Линейная интерполяция;
    4) Статистический анализ.
25. Какой параметр не учитывается в гидравлическом моделировании газопроводов?
    1) Шероховатость труб;
    2) Вязкость газа;
    3) Цвет наружного покрытия труб;
    4) Перепады высот.
26. Какие данные необходимы для построения цифрового двойника газовой сети?
    1) Только схема подключения потребителей;
    2) Только диаметры трубопроводов;
    3) Данные о предыдущих авариях;
    4) Геоданные, параметры труб, режимы потребления.
27. Какой параметр является ключевым при моделировании аварийных режимов в газовых сетях?
    1) Скорость потока газа;
    2) Температура окружающей среды;
    3) Давление в критических точках;
    4) Цвет трубопровода.

28. Какой тип моделирования чаще всего применяется для гидравлического расчета газораспределительных сетей?
    1) Статическое моделирование;
    2) Динамическое моделирование;
    3) Детерминированное моделирование;
    4) Вероятностное моделирование.
29. Какой процесс имитирует CFD-моделирование в газовых системах?
    1) Распределение давления в сети;
    2) Динамику утечки газа в аварийных ситуациях;
    3) Коррозию трубопроводов;
    4) Экономическую эффективность системы.
30. Какой тип горелок чаще всего применяется в современных газовых котлах большой мощности?
    1) Диффузионные;
    2) Инжекционные;
    3) Дутьевые (вентиляторные);
    4) Атмосферные.
31. Какой тип газового оборудования требует обязательного наличия дымохода?
    1) Инфракрасные нагреватели;
    2) Газовые котлы с открытой камерой сгорания;
    3) Электролизные установки;
    4) Газовые счетчики.
32. Какой процесс происходит в рекуператоре газовой котельной?
    1) Нагрев воды;
    2) Утилизация тепла дымовых газов;
    3) Очистка газа от примесей;
    4) Сжатие природного газа.
33. Какая система позволяет минимизировать выбросы $NO_x$ в газовых котельных?
    1) Система рециркуляции дымовых газов (EGR);
    2) Фильтр грубой очистки;
    3) Газовый компрессор;
    4) Водяной эжектор.
34. Для чего применяется BIM-моделирование в проектировании газоснабжения?
    1) Только для 3D-визуализации;
    2) Для комплексного учёта инженерных систем и коллизий;
    3) Для расчёта стоимости материалов;
    4) Для создания чертежей в AutoCAD.
35. Какой метод лежит в основе расчета давления в узлах газовой сети?

1) Метод конечных элементов (МКЭ);
2) Метод Ньютона-Рафсона;
3) Метод Эйлера;
4) Метод Монте-Карло.

36. Для чего используется метод сопряженных состояний при моделировании газопроводов?

1) Учет реальных свойств газа;
2) Расчет прочности труб;
3) Оценка экономической эффективности;
4) Определение коррозионной стойкости.

**22. Установите соответствие между элементами газопровода и их функциями:**

| Элемент | Функции |
|---|---|
| 1. Конденсатосборник | А. Сбор и удаление жидкости из газопровода |
| 2. Компенсатор | Б. Регулировка давления газа |
| 3. ГРП (Газорегуляторный пункт) | В. Компенсация температурных деформаций |
| 4. Запорная арматура | Г. Перекрытие потока газа |

*Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:*

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

**23. Установите соответствие между материалом труб и областью их применения:**

| Материал | Область применения |
|---|---|
| 1. Сталь | А. Наружные подземные газопроводы |
| 2. Полиэтилен | Б. Внутренние газопроводы в жилых зданиях |
| 3. Асбестоцемент | В. Магистральные газопроводы высокого давления |
| 4. Медь | Г. Не применяется в газоснабжении |

*Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:*

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

**24. Установите соответствие между оборудованием и его назначением:**

| Оборудование | Назначение |
|---|---|
| 1. Газовый счетчик | А. Обнаружение утечек |
| 2. Горелка | Б. Учет расхода газа |
| 3. Предохранительный клапан | В. Сжигание газа |
| 4. Система контроля загазованности | Г. Аварийный сброс давления |

*Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:*

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

**25. Установите соответствие между компонентами цифрового двойника системы и их назначением:**

| Компонент | Назначение |
|---|---|
| 1. SCADA-система | А. Визуализация инженерных коммуникаций |
| 2. Датчики IoT | Б. Сбор реальных данных о давлении/расходе |
| 3. BIM-модель | В. Автоматизированный контроль параметров |
| 4. ИИ-аналитика | Г. Прогнозирование износа оборудования |

*Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:*

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

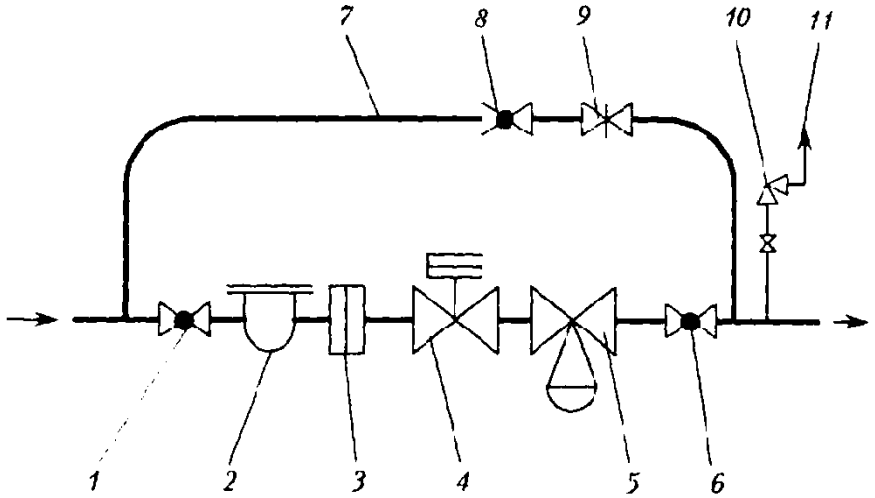
**26. Установите соответствие между технологиями и их применением в проектировании:**

| Технологии | Применение |
|---|---|
| 1. Лазерное сканирование | А. Создание точных цифровых копий объектов |
| 2. ГИС-технологии | Б. Визуализация проектов для заказчика |
| 3. VR-моделирование | В. Пространственный анализ трасс |
| 4. 3D-печать | Г. Изготовление масштабных макетов |

*Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:*

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

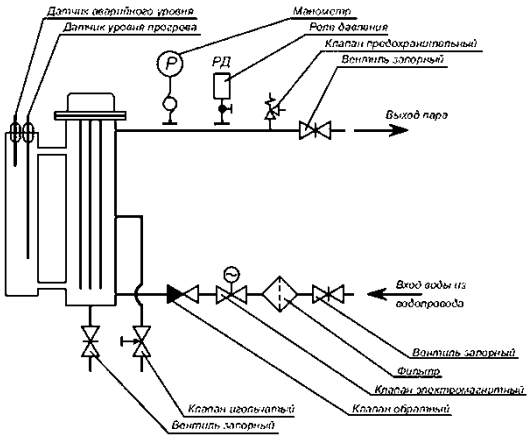
27. На рисунке представлена схема газораспределительного пункта. Укажите элементы схемы, обозначенные под номерами:



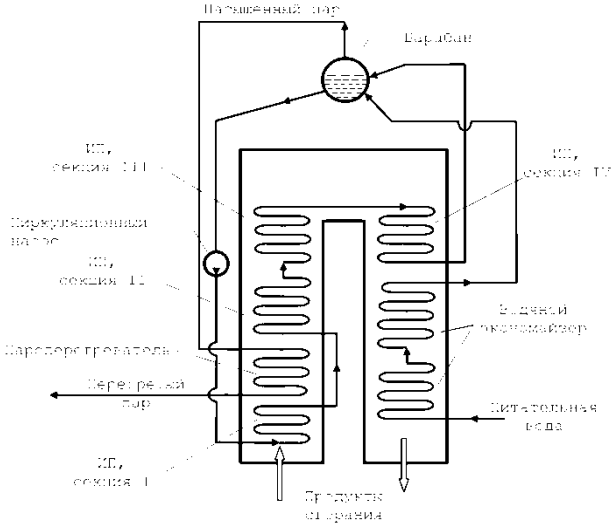

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |

28. Под каким рисунком указана схема промышленного

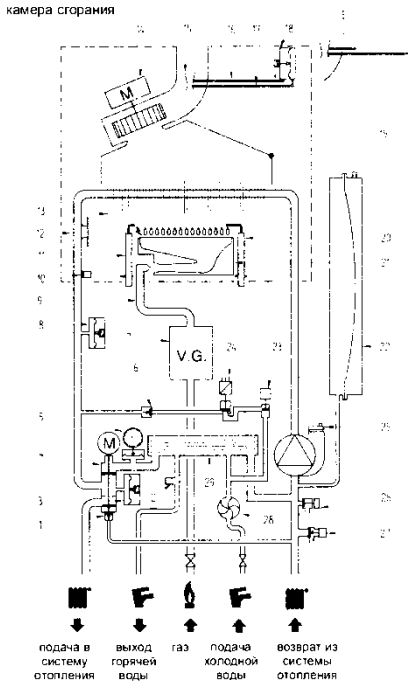
парогенератора:




1




2




3

## 3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Задача 1. Спроектировать газопровод для обеспечения природным газом методической нагревательной печи. Тепловая мощность печи: 4,2 МВт. Температура работы: 1150-1250°С. Вид топлива: природный газ (метан $CH_4$). Давление на входе: 0,3 МПа (3 кгс/см²). Низшая теплота сгорания: 34,2 МДж/м³. Температура газа: +5°С (зимой), +20°С (летом). Расход газа: максимальный 400 м³/ч. Допустимое падение давления: ≤0,05 МПа. Длина трассы от ГРП до печи: 45 м. Рельеф: горизонтальный участок. Способ прокладки: надземный на эстакаде. Температура окружающей среды: от -25°С до +35°С.

Задание на проектирование:

1. Гидравлический расчет: определить расчетный расход газа, подобрать диаметр газопровода, рассчитать потери давления, проверить скорость движения газа.

2. Конструктивное решение: выбрать материал труб и тип соединений, разработать схему газопровода, подобрать запорную арматуру, предусмотреть устройства безопасности.

3. Теплотехнический расчет: проверить возможность конденсатообразования, рассчитать тепловые потери.

Задача 2. Спроектировать модульную газовую котельную для промышленных объектов. Общая отапливаемая площадь: 32 000 м². Расчетная температура наружного воздуха: -26°С. Требуемая тепловая мощность: 4,8 МВт. Температурный график: 95/70°С. Система теплоснабжения: закрытая. Основное топливо: природный газ (метан). Резервное топливо: дизель (при аварии на газопроводе). Давление газа на входе: 0,003-0,005 МПа. КПД котельной: не менее 92%. Уровень шума: ≤ 55 дБ на расстоянии 1 м. Автоматизация: полная, с дистанционным управлением. Срок службы: не менее 15 лет.

Задание на проектирование:

1. Теплотехнический расчет: определить количество и мощность котлов, рассчитать расход газа, подобрать оборудование ГВС.

2. Объемно-планировочное решение: разработать компоновку модульной котельной, определить габариты здания, расположить основное оборудование.

3. Газоснабжение: проектирование газопровода-ввода, подбор газового оборудования, система контроля загазованности.

4. Дополнительные системы: водоподготовка, дымоудаление, электроснабжение.

Задача 3. Проектирование паропровода от котла-утилизатора кислородного конвертера. Производительность: 50 т/ч перегретого пара. Давление: 4,0 МПа (40 бар). Температура: 440°С. Длина трассы: 120 м. Способ прокладки: надземная на металлических опорах. Количество поворотов: 4 (90°). Перепад высот: +8 м (подъем к потребителю).

Температура окружающей среды: от -35°C до +40°C. Допустимые потери давления: ≤0,3 МПа. Скорость пара: 25-40 м/с. Срок службы: не менее 15 лет. Режим работы: непрерывный, 24/7.

Задание на проектирование

1. Теплотехнический расчет: определить диаметр паропровода, рассчитать тепловые потери, подобрать толщину изоляции.

2. Гидравлический расчет: определить потери давления, проверить скорость пара, рассчитать компенсацию тепловых удлинений.

3. Конструктивное решение: выбрать материал труб и тип соединений, разработать схему компенсации, подобрать опорные конструкции, предусмотреть дренажную систему.

**Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации**

1. Основные нормативные документы при проектировании систем теплоснабжения.
2. Перечислите виды систем теплоснабжения и их особенности.
3. Какие факторы влияют на выбор источника теплоснабжения.
4. Основные этапы проектирования систем теплогазоснабжения.
5. Как определяется тепловая нагрузка здания.
6. В чем разница между открытой и закрытой системами теплоснабжения.
7. Как подбирается диаметр трубопровода в системе отопления.
8. Какие существуют способы прокладки тепловых сетей.
9. Как рассчитываются тепловые потери в трубопроводах.
10. Что такое температурный график и как он определяется.
11. Как подбирается циркуляционный насос для системы отопления.
12. Какие существуют методы компенсации тепловых удлинений трубопроводов.
13. Как проектируются тепловые пункты (ИТП, ЦТП).
14. Какие материалы используются для трубопроводов систем отопления.
15. Основные нормативные документы при проектировании газоснабжения.
16. Какие виды газопроводов существуют и где они применяются.
17. Как определяется расход газа для объекта.
18. Какие требования предъявляются к прокладке внутренних газопроводов.
19. Как подбирается диаметр газопровода.
20. Какие устройства входят в состав ГРП (газорегуляторного пункта).
21. Какие меры безопасности предусматриваются при проектировании газоснабжения.
22. Как рассчитывается давление в газовой сети.
23. Какие материалы используются для газопроводов.
24. Как проектируются системы газоснабжения промышленных объектов.
25. Какие типы котельных существуют и их особенности.

26. Как подбирается мощность котла для объекта.
27. Какие виды топлива используются в котельных.
28. Как проектируется дымоудаление в котельной?
29. Какие требования предъявляются к помещению котельной?
30. Как рассчитывается расход топлива в котельной?