

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по образовательной деятельности

А. А. Панфилов

« 27 » 05 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«СОВРЕМЕННАЯ МЕТОДОЛОГИЯ РАСЧЁТОВ  
СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ»**

**Направление подготовки:** 08.04.01 «Строительство»

**Программа подготовки:** «Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий»

**Уровень высшего образования:** магистратура

**Форма обучения:** очная

| Семестр | Трудоемкость,<br>зач. ед. / час. | Лекции,<br>час. | Практич.<br>занятия,<br>час. | Лаборат.<br>работы,<br>час. | СРС,<br>час. | Форма промежуточной<br>аттестации<br>(экз. / зачет / зачет<br>с оценкой) |
|---------|----------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|--|
| 2       | 8 / 288                          | 36              | 36                           | —                           | 189          | Экзамен(27 часов), КП  |
| Итого   | 8 / 288                          | 36              | 36                           | —                           | 189          | Экзамен (27 часов), КП   |

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Современная методология расчётов систем теплогазоснабжения» (далее – СМРСТГС) являются формирование у магистров системных профессиональных знаний об устройстве и технологических возможностях современных систем ТГС, о методологии проектирования и мероприятиях по повышению эффективности и безопасности эксплуатации систем ТГС.

Задачами изучения дисциплины являются:

- изучение современных систем ТГС, её элементов, их применение в системах: вентиляции, кондиционирования, отопления, теплогенерирующих установках;
- определение методов, способов, технологий, сфер эффективного применения систем ТГС в отраслях экономики, энергетической инфраструктуры и системах жизнеобеспечения;
- изучение взрывопожароопасных и других свойств энергоносителей для систем ТГС и разработка мероприятий по их безопасному применению;
- изучение систем учета энергоносителей, методик корректного сбора и анализа обработки данных;
- изучение современного оборудования, приборов и технологий по системам учета энергоносителей, знание методик оценки их энергоэффективности и надежности;
- ознакомление с современной законодательной базой в области энергоснабжения и техносферной безопасности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина Б1.О.10 «Современная методология расчётов систем теплогазоснабжения» относится к обязательной части дисциплин направления 08.04.01 «Строительство» (программа «Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий»).

Дисциплина основывается на знаниях общетеоретических дисциплин: физики, математики, химии, теоретической механики, сопротивлении материалов, материаловедении, основ автоматизации, – а также специальных дисциплин: «Теплоснабжение», «Газоснабжение», «Теплогенерирующие установки», «Энергосбережение», «Использование нетрадиционных источников энергии» и др.

Дисциплина необходима как предшествующая другим профильным дисциплинам ОПОП и научно-исследовательской работе.

*Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям. Магистрант должен:*

### **Знать:**

- фундаментальные основы высшей математики, включая линейную алгебру и математический анализ;
- основные положения, полученные студентами в курсах естественнонаучных и общетехнических дисциплин: информатика, механика жидкости и газа, теоретические основы теплотехники, – а также профессиональных: архитектура, теплоснабжение, теплогенерирующие установки и др.;
- основы физико-химических дисциплин, основы теории горения и взрыва;
- основы термодинамической эффективности теплового оборудования и теплообменные процессы.

### **Уметь:**

- проводить формализацию поставленной задачи;
- пользоваться справочной технической литературой.

### **Владеть:**

- первичными навыками и основными методами проектирования систем ТГС.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП:

| Код формируемых компетенций  | Уровень освоения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)  |
|--|------------------------------|---|
| ПК-1. Подготовка проектной документации по отдельным узлам и элементам внутренних и наружных газопроводов и газоиспользующего оборудования, систем теплоснабжения.   | частичное                    | Студент должен: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>знать</b> основные подходы к проектированию ТГС;</li> <li>• <b>уметь</b> формулировать основные задачи для выработки проектного решения ТГС;</li> <li>• <b>владеть</b> способностью применения теоретических знаний при проектировании систем ТГС.</li> </ul> |
| ПК-3. Выполнение планов и профилей наружных газовых и тепловых сетей. Выбор газорегуляторных пунктов, составление ведомостей работ и спецификаций.   | частичное                    | Студент должен: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>знать</b> основные конструктивные решения ТГС;</li> <li>• <b>уметь</b> принимать рациональные технические решения систем ТГС;</li> <li>• <b>владеть</b> способностью выполнить поверочные расчеты систем ТГС.</li> </ul>                                      |
| ОПК-5. Способен вести и организовывать проектно-исследовательские работы в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства, осуществлять техническую экспертизу проектов и авторский надзор за их соблюдением. | частичное                    | Студент должен: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>знать</b> основные подходы к проектированию ТГС;</li> <li>• <b>уметь</b> формулировать основные задачи для выработки проектного решения ТГС;</li> <li>• <b>владеть</b> способностью применения теоретических знаний при проектировании систем ТГС.</li> </ul> |
| ОПК-6. Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства.  | частичное                    | Студент должен: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>знать</b> основные конструктивные решения ТГС;</li> <li>• <b>уметь</b> принимать рациональные технические решения систем ТГС;</li> <li>• <b>владеть</b> способностью выполнить поверочные расчеты систем ТГС.</li> </ul>                                      |

### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

| № п/п | Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины   | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |                      |                     |     | Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %) | Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|--|---------|-----------------|--|----------------------|---------------------|-----|---|---|
|       |  |         |                 | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы | СРС |   |   |
| 1     | 2  | 3       | 4               | 5  | 6                    | 7                   | 8   | 9   | 10  |
| 1     | Введение. Основные термины и понятия.  | 2       | 1-2             | 4  | 4                    |                     | 21  | 4 (50%)   |   |
| 2     | Элеваторное присоединение (Подбор элеватора и смесительных насосов. Конструкции теплообменных аппаратов). Основные требования. | 2       | 3-4             | 4  | 4                    |                     | 21  | 4 (50%)   |   |

| 1                          | 2  | 3          | 4     | 5         | 6         | 7 | 8          | 9             | 10                 |
|----------------------------|--|------------|-------|-----------|-----------|---|------------|---------------|--------------------|
| 3                          | Общее уравнение регулирования (Тепловые характеристики теплообменных аппаратов. Центральное регулирование однородной тепловой нагрузки). | 2          | 5-6   | 4         | 4         |   | 21         | 4 (50%)       | 1 рейтинг-контроль |
| 4                          | Тепловые пункты (Оборудование тепловых пунктов).   | 2          | 7-8   | 4         | 4         |   | 21         | 4 (50%)       |                    |
| 5                          | Трубы и арматура (Трубы. Запорная арматура. Опоры. Компенсаторы. Конструирование трубопровода).  | 2          | 9-10  | 4         | 4         |   | 21         | 4 (50%)       |                    |
| 6                          | Основные термины и понятия. Расчет систем газораспределения городов и населенных пунктов.  | 2          | 11-12 | 4         | 4         |   | 21         | 4 (50%)       | 2 рейтинг-контроль |
| 7                          | Выбор структурной схемы газовых сетей. Определение числа ГРС и ГРП.  | 2          | 13-14 | 4         | 4         |   | 21         | 4 (50%)       |                    |
| 8                          | Гидравлические расчеты газопроводов  | 2          | 15-16 | 4         | 4         |   | 21         | 4 (50%)       |                    |
| 9                          | Расчет систем газопотребления жилых и общественных зданий.   | 2          | 17-18 | 4         | 4         |   | 21         | 4 (50%)       | 3 рейтинг-контроль |
| Наличие в дисциплине КП/КР |  |            |       |           | +         |   |            |               | КП                 |
| <b>Всего за 3 семестр</b>  |  | <b>288</b> |       | <b>36</b> | <b>36</b> |   | <b>189</b> | <b>36/50%</b> | <b>Экзамен</b>     |
| <b>Итого по дисциплине</b> |  | <b>288</b> |       | <b>36</b> | <b>36</b> |   | <b>189</b> | <b>36/50%</b> | <b>Экзамен</b>     |

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

**Тема 1.** Введение. Основные термины и понятия. Централизованное энергоснабжение как основное направление развития энергетики (Централизованное теплоснабжение). Основные элементы системы теплоснабжения (Структура и принцип построения водяных систем). Присоединение местных систем теплоснабжения к тепловым сетям в водяных системах теплоснабжения. Связанное и несвязанное регулирование отпуска тепла на горячее водоснабжение. Классификация потребителей теплоты и методы определения ее расходов. (Определение расхода тепла жилыми и общественными зданиями по видам теплоснабжения. Часовой и годовой трафики потребления теплоты. Круглогодичные тепловые нагрузки. Годовые графики тепловых нагрузок).

**Тема 2.** Элеваторное присоединение (Подбор элеватора и смесительных насосов. Конструкции теплообменных аппаратов). Основные требования к качеству горячей воды (Санитарное оборудование систем горячего водоснабжения. Системы горячего водоснабжения). Расчет местных систем горячего водоснабжения (Коррозия и накипеобразование. Энергосбережение в системах горячего водоснабжения. Аккумуляторы горячей воды). Задачи и виды регулирования.

**Тема 3.** Общее уравнение регулирования (Тепловые характеристики теплообменных аппаратов. Центральное регулирование однородной тепловой нагрузки). Центральное регулирование закрытых систем по отопительной нагрузке (График температур на отопление. График температур и расходов тепла на вентиляцию. График температур и расходов тепла и сетевой воды на горячее водоснабжение. Центральное регулирование закрытых систем по совместной нагрузке отопления и горячего водоснабжения. Регулирование открытых систем теплоснабжения). Центральное качественное регулирование по совместной нагрузке (Качественно-количественное регулирование по смещенной нагрузке. График суммарного расхода воды).

**Тема 4.** Тепловые пункты (Оборудование тепловых пунктов. Автоматизация тепловых пунктов. Регулирование расхода воды. Регулирование воды на обратном трубопроводе). Схемы тепловых сетей и их структура. Гидравлический расчет тепловых сетей (Методика расчета трубопровода. Последовательность расчета тепловых сетей). Построение пьезометрического графика (Основы гидравлического режима. Расчет гидравлического режима. Гидравлическая устойчивость. Регулирование

давления в тепловых сетях. Влияние ГВС на гидравлический режим системы теплоснабжения. Гидравлический режим сетей с насосными и дросселирующими подстанциями).

**Тема 5.** Трубы и арматура. (Трубы. Запорная арматура. Опоры. Компенсаторы. Конструирование трубопровода). Подземные теплопроводы. (Непроходные каналы. Бесканальная прокладка). Надземные теплопроводы. (Пересечение коммуникаций трубопроводами). Трасса и профили тепловой сети. (Тепловая изоляция). Термическое сопротивление трубопроводов. (Методика расчета толщины изоляции для определения теплозащитных свойств теплоизоляционных конструкций. Расчет тепловой изоляции трубопроводов и оборудования. Расчет изоляции по заданной температуре ее поверхности. Подземная прокладка в непроходных каналах. Подземная бесканальная прокладка). Приемка, пуск и наладка тепловых сетей. (Испытание тепловых сетей. Ремонт и диспетчерская служба. Надежность тепловых сетей и потоков отказов).

**Тема 6.** Основные термины и понятия. Расчет систем газораспределения городов и населенных пунктов. Определение численности населения и жилой площади района газификации. Определение годовых расходов теплоты. Определение годовых расходов газа. Определение часовых расходов газа. График годового потребления газа. Системы газоснабжения. Выбор и обоснование системы газоснабжения. Определение числа ступеней давления в газовых сетях.

**Тема 7.** Выбор структурной схемы газовых сетей. Определение числа ГРС и ГРП. Определение числа ГРС. Определение оптимального числа ГРП. Пункты редуцирования газа и их типовые схем. Газорегуляторные пункт. Газорегуляторные установки. Шкафные регуляторные пункты. Выбор оборудования ГРП. Выбор регулятора давления. Выбор предохранительного запорного клапана. Выбор предохранительного сбросного клапана. Выбор фильтра.

**Тема 8.** Гидравлические расчеты газопроводов. Гидравлический расчет кольцевых сетей высокого и среднего давления. Гидравлический расчет тупикового газопровода среднего давления. Гидравлический расчет кольцевых сетей низкого давления. Гидравлический расчет тупиковых газопроводов низкого давления.

**Тема 9.** Расчет систем газопотребления жилых и общественных зданий. Устройство внутреннего газоснабжения. Пример расчета внутридомового газопровода. Расчет систем газоснабжения промышленных предприятий. Определение расчетного расхода газа. Гидравлический расчет промышленных систем газоснабжения.

### Содержание практических занятий по дисциплине

| № п/п | № раздела | Наименование раздела, темы   | Кол-во часов |
|-------|-----------|--|--------------|
| 1     | 1         | Основные термины и понятия, условные обозначения, переводные единицы, размерности.   | 4            |
| 2     | 2         | Подбор элеватора и смесительных насосов. Конструкции теплообменных аппаратов). Основные требования к качеству горячей воды. Задачи и виды регулирования.   | 4            |
| 3     | 3         | Общее уравнение регулирования (Тепловые характеристики теплообменных аппаратов. График температур и расходов тепла на вентиляцию. График температур и расходов тепла и сетевой воды на горячее водоснабжение. Центральное качественное регулирование по совместной нагрузке. | 4            |
| 4     | 4         | Оборудование тепловых пунктов. Автоматизация тепловых пунктов. Регулирование расхода воды. Регулирование воды на обратном трубопроводе). Схемы тепловых сетей и их структура.  | 4            |
| 5     | 5         | Трубы. Запорная арматура. Опоры. Компенсаторы. Конструирование трубопровода). Подземные теплопроводы. (Непроходные каналы. Бесканальная прокладка).  | 4            |
| 6     | 6         | Расчет систем газораспределения городов и населенных пунктов. Определение численности населения и жилой площади района газификации. Определение годовых расходов теплоты. Определение годовых расходов газа. Определение часовых расходов газа.                              | 4            |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 7 | 7 | Определение числа ГРС и ГРП. Определение числа ГРС. Определение оптимального числа ГРП. Пункты редуцирования газа и их типовые схем. Газорегуляторные пункт. Газорегуляторные установки. Шкафные регуляторные пункты. Выбор оборудования ГРП. | 4 |
| 8 | 8 | Гидравлические расчеты газопроводов. Гидравлический расчет кольцевых сетей высокого и среднего давления.  | 4 |
| 9 | 9 | Пример расчета внутридомового газопровода. Расчет систем газоснабжения промышленных предприятий. Определение расчетного расхода газа.   | 4 |

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения:

- *проведение активных и интерактивных лекционных занятий с разбором конкретных ситуаций*, на которых излагается теоретический материал с использованием компьютерных и технических средств (чтение лекций при наличии и использовании проектора, показ кинофильмов и др.), направленных на приобретение студентом теоретических знаний (темы 1-9);
- *практические занятия* – предназначенные для практического закрепления теоретического курса и освоения студентами основных методик расчета в курсе дисциплины (темы 1-9 практических занятий);
- *групповая дискуссия* – для стимулирования студентов к самостоятельному приобретению знаний в конце лекции студентам задаются вопросы по теме лекции, а на следующей лекции производится устный опрос и обсуждение ответов (темы 1-9 практических занятий);
- *самостоятельная работа* студентов предназначена для внеаудиторной работы студентов по закреплению теоретического материала и по изучению дополнительных разделов дисциплины и включает: подготовка к лекциям, практическим занятиям, оформление конспектов лекций, написание рефератов, работа в электронной образовательной среде.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они составляют 50% аудиторных занятий.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 6.1. Вопросы к рейтинг-контролю знаний студентов

Оценивающими средствами для текущего контроля успеваемости являются рейтинг-контроли.

#### *Рейтинг-контроль № 1*

1. Дайте характеристику централизованного энергоснабжения как основного направления развития энергетики.
2. Дайте определение централизованного теплоснабжения.
3. Перечислите основные элементы системы теплоснабжения.
4. Опишите структуру и принцип построения водяных систем.
5. Перечислите виды присоединения местных систем теплопотребления к тепловым сетям в водяных системах теплоснабжения.
6. Дайте характеристику связанного и несвязанного регулирования отпуска тепла на горячее водоснабжение.
7. Перечислите классификации потребителей теплоты и методы определения ее расходов.

8. Перечислите виды определения расхода теплоты жилыми и общественными зданиями по видам теплопотребления.
9. Приведите пример часового и годового графика потребления теплота.
10. Охарактеризуйте круглогодичные тепловые нагрузки.
11. Дайте характеристику годового графика тепловых нагрузок.
12. Опишите тип элеваторного присоединения.
13. Дайте характеристику достоинств независимой схемы присоединения.
14. Как осуществляется подбор элеватора и смесительных насосов.
15. Опишите конструкции теплообменных аппаратов.
16. Перечислите основные требования к качеству горячей воды.
17. Назовите санитарное оборудование систем горячего водоснабжения.
18. Дайте характеристику систем горячего водоснабжения.
19. Как производится расчет местных систем горячего водоснабжения?
20. Что такое коррозия и накипеобразование?
21. Как осуществляется энергосбережение в системах горячего водоснабжения?
22. Что такое аккумуляторы горячей воды?
23. Перечислите задачи и виды регулирования.
24. Приведите общее уравнение регулирования.
25. Приведите тепловые характеристики теплообменных аппаратов.
26. Как осуществляется центральное регулирование однородной тепловой нагрузки?
27. Как осуществляется центральное регулирование закрытых систем по отопительной нагрузке?
28. Постройте график температур на отопление.
29. Постройте график температур и расходов тепла на вентиляцию.
30. Постройте график температур и расходов тепла и сетевой воды на горячее водоснабжение.
31. Дайте характеристику центрального регулирования закрытых систем по совместной нагрузке отопления и горячего водоснабжения.!
32. Перечислите виды регулирования открытых систем теплоснабжения.
33. Дайте характеристику центрального качественного регулирования по совместной нагрузке.
34. Опишите качественно-количественное регулирование по смещенной нагрузке.
35. Постройте график суммарного расхода воды.
36. Дайте характеристику тепловым пунктам.
37. Перечислите оборудование тепловых пунктов.

#### *Рейтинг-контроль № 2*

1. Объясните автоматизацию тепловых пунктов.
2. Как осуществляется регулирование расхода воды?
3. Как осуществляется регулирование воды на обратном трубопроводе?
4. Дайте характеристику схем тепловых сетей и их структур.
5. Приведите пример гидравлического расчета тепловых сетей.
6. Опишите методику расчета трубопровода.
7. Дайте последовательность расчета тепловых сетей.
8. Дайте характеристику построения пьезометрического графика.
9. Перечислите основы гидравлического режима.
10. Приведите пример расчета гидравлического режима.
11. Дайте определение гидравлической устойчивости.
12. Как осуществляется регулирование давления в тепловых сетях?
13. Опишите влияние ГВС на гидравлический режим системы теплоснабжения.

14. Чем отличается гидравлический режим сетей с насосными и дросселирующими подстанциями?
15. Дайте определение терминам «трубы» и «арматура».
16. Дайте определение термину «опоры».
17. Дайте определение термину «компенсаторы».
18. Опишите, как осуществляется конструирование трубопровода.
19. Перечислите виды подземных теплопроводов.
20. Дайте описание непроходным каналам.
21. Дайте описание бесканальной прокладке.
22. Перечислите виды надземных теплопроводов.
23. Дайте определение пересечения трубопроводами коммуникаций.
24. Постройте трассу и профиль тепловой сети.
25. Дайте определение и описание тепловой изоляции.
26. Приведите расчет термического сопротивления трубопроводов.
27. Что такое методика расчета толщины изоляции?
28. Приведите основные расчетные зависимости для определения теплоизоляционных свойств теплоизоляционных конструкций.
29. Дайте пример расчета тепловой изоляции трубопроводов и оборудования.
30. Как осуществляется расчет изоляции по заданной температуре её поверхности?
31. Дайте описание подземной прокладки в непроходных каналах.
32. Дайте описание подземной бесканальной прокладки.
33. Как производится приемка, пуск и наладка тепловых сетей?
34. Как осуществляется испытание тепловых сетей?
35. Что такое ремонт и диспетчерская служба?
36. Дайте определение надежности тепловых сетей и потоков отказов.
37. Укажите перспективы развития систем теплоснабжения.

### *Рейтинг-контроль № 3*

1. Какие горючие компоненты входят в состав газов, используемых для газоснабжения городов?
2. Обоснуйте достоинства сжиженных углеводородных газов при использовании их для газоснабжения городов и поселков.
3. Каковы способы борьбы с образованием кристаллогидратов в газопроводах?
4. Изобразите принципиальную схему распределительной системы газоснабжения крупного города.
5. Дайте классификацию газопроводов по давлению.
6. Каково устройство наружных газопроводов?
7. Какова причина почвенной коррозии газопроводов?
8. Как определяются капитальные вложения, эксплуатационные и приведенные затраты для элементов систем газоснабжения?
9. Обоснуйте зависимости капитальных вложений в сети высокого и низкого давления и ГРП от радиуса действия ГРП.
10. Каковы причины возникновения часовой неравномерности потребления газа, ее величины, методы сглаживания неравномерностей?
11. Сформулируйте понятие числа часов использования максимума расхода газа и изложите методику определения максимальных часовых расходов, базирующихся на этом понятии.
12. Запишите уравнения для расчета потерь давления в распределительных газопроводах низкого, среднего и высокого давления.



13. Запишите уравнения для расчета потерь давления в распределительных газопроводах среднего и высокого давления.
14. Перечислите оборудование, входящее в состав ГРП.
15. Каково устройство внутридомовых газопроводов?
16. Дайте классификацию газовых горелок.
17. Что такое проскок и отрыв пламени?
18. Изобразите схему эжекционной атмосферной горелки и расскажите о принципе ее действия?
19. Каковы основные пути повышения надежности систем газоснабжения?
20. Перечислите основные сооружения, входящие в городскую систему распределения газа.
21. Сравнение вариантов трассировки сетей теплоснабжения, выбор оптимального решения.
22. Компенсаторы. Самокомпенсация. Опоры и нагрузки, действующие на них.
23. Сравнение конструктивных решений, выбор компенсирующих устройств, поиск оптимального решения.
24. Основные задачи и расчетные зависимости гидравлического расчёта
25. Порядок гидравлического расчёта сетей теплоснабжения
26. Выбор оптимального диаметра трубопровода тепловой сети
27. Построение пьезометрического графика, сравнение вариантов.
28. Сравнение вариантов сетей газоснабжения, выбор оптимального решения характеристик газоснабжаемого района.
29. Сравнение вариантов гидравлического расчёта сетей газоснабжения, выбор оптимального решения.
30. Сравнение вариантов трассировки сетей газоснабжения, выбор оптимального решения.
31. Определение оптимального количества ГРП в микрорайоне.

## **6.2. Вопросы к экзамену**

1. Дайте характеристику централизованного энергоснабжения как основного направления развития энергетики.
2. Дайте определение централизованного теплоснабжения.
3. Перечислите основные элементы системы теплоснабжения.
4. Опишите структуру и принцип построения водяных систем.
5. Перечислите виды присоединения местных систем теплоснабжения к тепловым сетям в водяных системах теплоснабжения.
6. Дайте характеристику связанного и несвязанного регулирования отпуска тепла на горячее водоснабжение.
7. Перечислите классификации потребителей теплоты и методы определения ее расходов.
8. Перечислите виды определения расхода теплоты жилыми и общественными зданиями по видам теплоснабжения.
9. Приведите пример часового и годового графика потребления теплоты.
10. Охарактеризуйте круглогодичные тепловые нагрузки.
11. Дайте характеристику годового графика тепловых нагрузок.
12. Опишите принцип элеваторного присоединения нагрузки.
13. Дайте характеристику достоинств независимой схемы присоединения.
14. Как осуществляется подбор элеватора и смесительных насосов.
15. Опишите конструкции теплообменных аппаратов.
16. Перечислите основные требования к качеству горячей воды.
17. Назовите санитарное оборудование систем горячего водоснабжения.
18. Дайте характеристику систем горячего водоснабжения.

19. Как производится расчет местных систем горячего водоснабжения?
20. Что такое коррозия и накипеобразование?
21. Как осуществляется энергосбережение в системах горячего водоснабжения?
22. Что такое аккумуляторы горячей воды?
23. Перечислите задачи и виды регулирования.
24. Приведите общее уравнение регулирования.
25. Приведите тепловые характеристики теплообменных аппаратов.
26. Как осуществляется центральное регулирование однородной тепловой нагрузки?
27. Как осуществляется центральное регулирование закрытых систем по отопительной нагрузке?
28. Постройте график температур на отопление.
29. Постройте график температур и расходов тепла на вентиляцию.
30. Постройте график температур и расходов тепла и сетевой воды на горячее водоснабжение.
31. Дайте характеристику центрального регулирования закрытых систем по совместной нагрузке отопления и горячего водоснабжения.!
32. Перечислите виды регулирования открытых систем теплоснабжения.
33. Дайте характеристику центрального качественного регулирования по совместной нагрузке.
34. Опишите качественно-количественное регулирование по смещенной нагрузке.
35. Постройте график суммарного расхода воды.
36. Дайте характеристику тепловым пунктам.
37. Перечислите оборудование тепловых пунктов.
38. Объясните автоматизацию тепловых пунктов.
39. Как осуществляется регулирование расхода воды?
40. Как осуществляется регулирование воды на обратном трубопроводе?
41. Дайте характеристику схем тепловых сетей и их структур.
42. Приведите пример гидравлического расчета тепловых сетей.
43. Опишите методику расчета трубопровода.
44. Дайте последовательность расчета тепловых сетей.
45. Дайте характеристику построения пьезометрического графика.
46. Перечислите основы гидравлического режима.
47. Приведите пример расчета гидравлического режима.
48. Дайте определение гидравлической устойчивости.
49. Как осуществляется регулирование давления в тепловых сетях?
50. Опишите влияние ГВС на гидравлический режим системы теплоснабжения.
51. Чем отличается гидравлический режим сетей с насосными и дросселирующими подстанциями?
52. Дайте определение терминам «трубы» и «арматура».
53. Дайте определение термину «опоры».
54. Дайте определение термину «компенсаторы».
55. Опишите, как осуществляется конструирование трубопровода.
56. Перечислите виды подземных теплопроводов.
57. Дайте описание понятия непроходные каналы.
58. Дайте описание бесканальной прокладке.
59. Перечислите виды надземных теплопроводов.
60. Дайте определение пересечения трубопроводами коммуникаций.
61. Постройте трассу и профиль тепловой сети.
62. Дайте определение и описание тепловой изоляции.
63. Приведите расчет термического сопротивления трубопроводов.
64. Опишите методику расчета толщины изоляции?

65. Приведите основные расчетные зависимости для определения теплоизоляционных свойств теплоизоляционных конструкций.
66. Дайте пример расчета тепловой изоляции трубопроводов и оборудования.
67. Как осуществляется расчет изоляции по заданной температуре её поверхности?
68. Дайте описание подземной прокладки в непроходных каналах.
69. Дайте описание подземной бесканальной прокладки.
70. Как производится приемка, пуск и наладка тепловых сетей?
71. Как осуществляется испытание тепловых сетей?
72. Что такое ремонт и диспетчерская служба?
73. Дайте определение надежности тепловых сетей и потоков отказов.
74. Укажите перспективы развития систем теплоснабжения.
75. Какие горючие компоненты входят в состав газов, используемых для газоснабжения городов?
76. Обоснуйте достоинства сжиженных углеводородных газов при использовании их для газоснабжения городов и поселков.
77. Каковы способы борьбы с образованием кристаллогидратов в газопроводах?
78. Изобразите принципиальную схему распределительной системы газоснабжения крупного города.
79. Дайте классификацию газопроводов по давлению.
80. Каково устройство наружных газопроводов?
81. Какова причина почвенной коррозии газопроводов?
82. Как определяются капитальные вложения, эксплуатационные и приведенные затраты для элементов систем газоснабжения?
83. Обоснуйте зависимости капитальных вложений в сети высокого и низкого давления и ГРП от радиуса действия ГРП.
84. Каковы причины возникновения часовой неравномерности потребления газа, ее величины, методы сглаживания неравномерностей?
85. Сформулируйте понятие числа часов использования максимума расхода газа и изложите методику определения максимальных часовых расходов, базирующихся на этом понятии.
86. Запишите уравнения для расчета потерь давления в распределительных газопроводах низкого, среднего и высокого давления.
87. Запишите уравнения для расчета потерь давления в распределительных газопроводах среднего и высокого давления.
88. Перечислите оборудование, входящее в состав ГРП.
89. Каково устройство внутридомовых газопроводов?
90. Дайте классификацию газовых горелок.
91. Что такое проскок и отрыв пламени?
92. Изобразите схему эжекционной атмосферной горелки и расскажите о принципе ее действия?
93. Каковы основные пути повышения надежности систем газоснабжения?
94. Перечислите основные сооружения, входящие в городскую систему распределения газа.
95. Сравнение вариантов трассировки сетей теплоснабжения, выбор оптимального решения.
96. Компенсаторы. Самокомпенсация. Опоры и нагрузки, действующие на них.
97. Сравнение конструктивных решений, выбор компенсирующих устройств, поиск оптимального решения.
98. Основные задачи и расчетные зависимости гидравлического расчёта
99. Порядок гидравлического расчёта сетей теплоснабжения
100. Выбор оптимального диаметра трубопровода тепловой сети
101. Построение пьезометрического графика, сравнение вариантов.

102. Сравнение вариантов сетей газоснабжение, выбор оптимального решения характеристик газоснабжаемого района
103. Сравнение вариантов гидравлического расчёта сетей газоснабжения, выбор оптимального решения.
104. Сравнение вариантов трассировки сетей газоснабжения, выбор оптимального решения.
105. Определение оптимального количества ГРП в микрорайоне.

### 6.3. Вопросы к СРС

1. Назначение и общие принципы транспорта тепловой энергии
2. Краткая история и перспективы развития трубопроводного транспорта.
3. Классификация трубопроводов
4. Состав сооружений магистральных трубопроводов
5. Выбор наиболее выгодного способа транспорта тепловой энергии
6. Требования, предъявляемые к трубам и материалам при изготовлении труб
7. Трубопроводы с переменной толщиной стенки
8. Подготовка теплоносителя к транспорту
9. Характеристика трубопровода. Характеристика насоса и насосной станции
10. Падение давления и температуры по длине теплотрассы
11. Энергоэффективность при теплопередаче. Способы ее повышения

### 6.4. Задание на КП

Основная цель проекта – научить, развить и закрепить у магистрантов следующие навыки (компетенции):

- творчески применять полученные теоретические знания к решению конкретных инженерных задач, возникающих при расчёте систем теплоснабжения (ТС), газоснабжения (ГС) или при её проектировании, ремонте, модернизации, изменении условий эксплуатации;
- пользоваться литературой по специальности, справочниками, каталогами, стандартами и нормами.

В КП магистры должны выбрать объект расчёта систем тепло(газо)снабжения (либо взять его из прилагаемых вариантов), произвести общий анализ, расчёты по нагрузкам, гидравлический расчёт, определить правильность подбора труб, запорной и регулировочной арматуры, насосной системы, средств автоматизации, контроля и учёта, определить правильность применения или предложить более эффективные средства и меры по энергосбережению.

#### *Объект и предмет расчёта*

*Объектом* расчёта является система тепло(либо газо)снабжения.

В качестве примера *объекта* расчёта и анализа можно привести: многоквартирный жилой дом, общежитие университета, спортивный комплекс, цех предприятия, хлебопекарня, и т.п.

*Предмет*, – правильность выбора и оптимальность использования схемы системы, её элементов; способы снижения потерь и повышения эффективности использования.

#### *Исходные данные для проектирования*

- географическое положение объекта.
- данные о плотности проживания людей (застройки) и благоустройстве города.
- договора с энергопоставляющими компаниями, графики расхода, зоны ответственности и раздела балансовой принадлежности, и др.
- для коммунальных и общественных предприятий продолжительность работы и пропускная способность,

- для промышленных предприятий – выпускаемая продукция, производительность, количество работающих.

Кроме того, предполагается применение метода натуральных исследований с выездом на объект, проведением фотофиксаций, термографического исследования, замеров необходимых параметров для анализа строительных конструкций и инженерных сетей.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

| Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство  | Год издания | КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ   |   |
|--|-------------|---|---|
|  |             | Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО | Наличие в электронной библиотеке ВлГУ   |
| Основная литература  |             |   |   |
| 1. Авдюнин Е.Г. Источники и системы теплоснабжения. Тепловые сети и тепловые пункты: учебник. – Вологда: Инфра-Инженерия. – 300 с. 978-5-9729-0296-5                                   | 2019        | –   | <a href="https://znanium.com/catalog/product/1053396">https://znanium.com/catalog/product/1053396</a>                           |
| 2. Шкаровский А.Л. Теплоснабжение: учебник. – СПб.: Лань. – 392 с. 978-5-8114-3159-5.  | 2018        | –   | <a href="https://e.lanbook.com/book/109515">https://e.lanbook.com/book/109515</a>   |
| 3. Шкаровский А.Л., Комина Г.П. Газоснабжение. Использование газового топлива: учеб. пособие. – СПб.: Лань. – 140 с. 978-5-8114-4055-9.  | 2020        | –   | <a href="https://e.lanbook.com/book/130164">https://e.lanbook.com/book/130164</a>   |
| 4. Шибеко А.С. Газоснабжение: учеб. пособие. – СПб.: Лань. – 520 с. 978-5-8114-3662-0.   | 2019        | –   | <a href="https://e.lanbook.com/book/125714">https://e.lanbook.com/book/125714</a>   |
| 5. Колибаба О.Б., Никишов В.Ф., Ометова М.Ю. Основы проектирования и эксплуатации систем газораспределения и газопотребления: учеб. пособие. – СПб.: Лань. – 204 с. 978-5-8114-1416-1. | 2017        | 8 (2013)  | <a href="https://e.lanbook.com/book/93004">https://e.lanbook.com/book/93004</a>   |
| Дополнительная литература  |             |   |   |
| 1. Кудинов А.А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 325 с. 978-5-16-102017-3.  | 2019        | –   | <a href="https://znanium.com/catalog/product/1008982">https://znanium.com/catalog/product/1008982</a>                           |
| 2. Кудинов А.А., Зиганшина С.К. Энергосбережение в котельных установках ТЭС и систем теплоснабжения: монография. – М.: Инфра-М. – 320 с. 978-5-16-103236-7                             | 2019        | –   | <a href="https://znanium.com/catalog/product/1000214">https://znanium.com/catalog/product/1000214</a>                           |
| 3. Протасевич А.М. Энергосбережение в системах теплогасоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 286 с. 978-5-16-102583-3.                   | 2019        | –   | <a href="https://znanium.com/catalog/product/1013521">https://znanium.com/catalog/product/1013521</a>                           |
| 4. Вершилович В.А. Сети газопотребления котельных: учеб. пособие. – Вологда: Инфра-Инженерия. – 348 с. 978-5-9729-0227-9.  | 2018        | –   | <a href="https://znanium.com/catalog/product/989189">https://znanium.com/catalog/product/989189</a>                             |
| 5. Жерлыкшина М.Н., Яременко С.А. Системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений: учеб. пособие. – Вологда: Инфра-Инженерия. – 164 с. 978-5-9729-0240-8.                         | 2018        | –   | <a href="https://znanium.com/catalog/product/989439">https://znanium.com/catalog/product/989439</a>                             |
| 6. Копко В.М. Теплоснабжение: учеб. пособие. – М.: АСВ. – 340 с. 978-5-93093-890-6/  | 2017        | –   | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938906.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938906.html</a> |

|  |      |   |   |
|--|------|---|---|
| 7. Кудинов А. А. Горение органического топлива: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 390 с. 978-5-16-009439-7.                          | 2015 | – | <a href="https://znanium.com/catalog/product/441989">https://znanium.com/catalog/product/441989</a>                             |
| 8. Кудинов А.А., Зиганшина С.К. Основы централизованного теплоснабжения: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 176 с. 978-5-16-103513-9. | 2015 | – | <a href="https://znanium.com/catalog/product/935473">https://znanium.com/catalog/product/935473</a>                             |
| 9. Жила В.А. Газоснабжение: учебник. – М.: АСВ. – 368 с. 978-5-4323-0023-2   | 2014 | – | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300232.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300232.html</a> |
| 10. Ионин А.А. Газоснабжение: учебник. – СПб.: Лань. – 448 с. 978-5-8114-3662-0.   | 2012 | 8 | <a href="https://e.lanbook.com/book/2784">https://e.lanbook.com/book/2784</a>   |

## 7.2. Периодические издания

1. «АВОК».
2. «Газ России».
3. «Газовая промышленность».
4. «Главный энергетик».
5. «Новости теплоснабжения».
6. «Теплоэнергетика. Теплоснабжение. Теплосбережение».
7. «Факел».

## 7.3. Интернет-ресурсы

1. НОУ-ХАУС.ру – Национальная информационная система по строительству // <http://www.know-house.ru>.
2. АВОК – Некоммерческое Партнерство инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике // <http://www.abok.ru>.
3. Теплосфера – Оптимальные инженерные решения // <http://tsfera.ru>.
4. Газовик: Промышленное газовое оборудование // <http://gazovik-gaz.ru>.
5. Проектирование газоснабжения // <http://proekt-gaz.ru>.
6. РосТепло.RU – Информационная система по теплоснабжению // <http://www.rosteplo.ru/>.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения лекционных занятий имеется аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и компьютером. Для проведения практических работ имеется лаборатория, оснащенная следующим оборудованием:

- стенд-тренажер «Газораспределительный пункт»;
- лабораторная установка «Автоматизированная котельная на жидком и газообразном топливе»;
- комплект лабораторного оборудования «Автоматизированная система отопления АСО-03»;
- тепловизор TESTO-875.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению магистратура 08.04.01 «Строительство» (программа подготовки «Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий»).

Рабочую программу составил к.т.н., доцент каф. ТГВ и Г Стариков А.Н. 

Рецензент: к.т.н.,

начальник ПСО ООО «Климат-сервис» Сущинин А.А. 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТГВ и Г.

Протокол № 9 от 21 мая 2019 года.

Зав. кафедрой ТГВ и Г Угорова С.В. 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления бакалавриат 08.04.01 «Строительство».

Протокол № 9 от 27 мая 2019 года.

Председатель комиссии директор ИАСЭ Авдеев С.Н. 