

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г.Шухова)



СОГЛАСОВАНО  
Директор института магистратуры  
И.В. Космачева

«17» сентября 2022г



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по цифровой трансформации и  
образовательной деятельности  
В.М. Поляков

«20» октября 2022г

ПРОГРАММА

вступительных испытаний для поступающих в магистратуру  
по направлению 08.04.01 – Строительство  
(шифр, наименование)

программе «Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий»  
(наименование)

Институт: магистратуры

Выпускающая кафедра: Теплогазоснабжение и вентиляция

Белгород 2022 г.

Программа составлена на основе ФГОС ВО направления  
08.04.01 – Строительство  
(шифр, наименование)

и содержит перечень вопросов по дисциплинам базовой части профессионального цикла подготовки бакалавров, содержащихся в задании вступительного испытания в магистратуру по направлению 08.04.01 – Строительство  
(шифр, наименование)

магистерской программе «Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий»  
(наименование)

Составители: д-р техн. наук, проф.  / Т.А. Кушев /  
подпись ФИО

канд. техн. наук, доцент  / Д.Ю. Суслов /  
подпись ФИО

канд. техн. наук, доцент  / Н.Ю. Никулин /  
подпись ФИО

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию на заседании выпускающей кафедры протокол № 2 от «26» сентября 2022 г.

Руководитель ООП магистратуры

 / Т.А. Кушев /  
подпись ФИО

Зав. кафедрой  
д-р техн. наук, проф.

 / В.А. Уваров /  
подпись ФИО

# 1. СОСТАВ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН, ВКЛЮЧЕННЫХ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

Билеты вступительных испытаний содержат 4 вопроса. Вопросы разделены на 4 блока:

1. Теплоснабжение
2. Газоснабжение
3. Теплогенерирующие установки и автономное теплоснабжение зданий
4. Тепломасообмен. Основы гидравлики и теплотехники. Насосы, компрессоры, вентиляторы

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

### 2.1. Теплоснабжение

**Теплоснабжение.** Место и значение теплоснабжения в топливно-энергетическом комплексе России. Потребители теплоты. Часовые и годовые графики годовых нагрузок. Системы теплоснабжения. Структурные схемы, классификация, область применения, виды теплоносителей. Присоединение потребителей к двухтрубным водяным тепловым сетям. Центральные (ЦТП) и индивидуальные (ИТП) тепловые пункты систем теплоснабжения. Теплообменное оборудование водоподогревательных установок тепловых пунктов. Энергоэффективные автоматизированные ИТП. Оборудование тепловых сетей, насосных и тепловых станций. Регулирование отпуска тепла потребителям. Центральное качественное регулирование. Расчет и построение температурных графиков. Гидравлический расчет водяных сетей. Гидравлический режим и надежность работы тепловых сетей. Построение пьезометрического графика давлений. Источники тепла систем теплоснабжения. Эксплуатация тепловых сетей. Защита теплопроводов и оборудования от коррозии. Основы проектирования городских и промышленных систем теплоснабжения.

#### Перечень рекомендуемой литературы

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МЭИ, 2001.
2. Сотникова, О. А. Теплоснабжение: учеб. пособие / О. А. Сотникова, В. Н. Мелькумов. – М. : Изд-во АСВ, 2009.
3. Подпоринов Б.Ф. Теплоснабжение. Учебное пособие / Подпоринов Б.Ф. электронный ресурс ЭР №1091. – Белгород: БГТУ, 2011.
4. Копко В.М. Теплоснабжение: курс лекций для студентов ВУЗов специальности «Теплоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» /В.М. Копко. – М: Изд-во АСВ, 2012.
5. Теплоснабжение: Учебник для вузов / А.А. Ионин, Б.М. Хлыбов, В.И. Братенков, Е.Н. Терлецкая; Под редакцией А.А. Ионина. - М.: Стройиздат, 1982.
6. Варфоломеев Ю.М., Кокорин О.Я. Отопление и тепловые сети: Учебник.– М.: ИНФА, 2005.
7. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей: Справочник / В.И. Манюк, Я.И. Каплинский, Э.Б. Хиж и др. М.: Стройиздат, 1988.
8. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети/ Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2004.
9. СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов/ Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2004.

## Вопросы:

1. Структура ТЭК России. Место и значение теплоснабжения. Принципиальная схема ТЭЦ. Макроэкономическое значение, достоинства и недостатки централизованного теплоснабжения.
2. Классификация потребителей тепла. Определение максимальных часовых и среднечасовых расходов тепла на отопление и вентиляцию по укрупненным показателям зданий. Удельная тепловая характеристика здания и ее определение.
3. Определение часовых и среднечасовых расходов тепла на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий в соответствии со СНиП 41-02-2003. Укрупненные показатели максимальных тепловых потоков на отопление.
4. Определение среднечасовых и максимальных часовых расчетных расходов тепла на горячее водоснабжение жилых, общественных и промышленных зданий. Укрупненные показатели среднечасового теплового потока в соответствии со СНиП 41-02-2003.
5. Определение годовых расходов тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение зданий. Часовые и годовые по продолжительности графики тепловых нагрузок.
6. Классификация систем теплоснабжения. Общая характеристика водяных тепловых сетей (классификация, закрытые и открытые системы, их достоинства и недостатки.) Схемы присоединения местных систем теплоснабжения к наружным тепловым сетям.
7. Схемы абонентских вводов ИТП закрытых систем теплоснабжения со связанной подачей теплоты (параллельная одноступенчатая схема, последовательные одноступенчатая и 2-х ступенчатая схемы; принцип действия схем, режимы регулирования, достоинства и недостатки, область применения).
8. Схемы абонентских вводов ИТП закрытых систем теплоснабжения с нормальной подачей теплоты (параллельная 1-ступенчатая и смешанная 2х-ступенчатая схемы, принцип действия, режимы регулирования).
9. Принципиальные схемы присоединения местных систем теплоснабжения к наружным тепловым сетям. Достоинства и недостатки схем, область применения. Назначение индивидуальных (ИТП) и центральных (ЦТП) тепловых пунктов.
10. Общие принципы устройства ИТП абонентских вводов. Достоинства и недостатки элеваторных тепловых пунктов. Новые технические решения по разработке автоматизированных энергоэффективных ИТП зданий.
11. Принципиальные схемы, назначение, функциональные задачи, достоинства и недостатки ЦТП. Технические требования к устройству, оборудованию и средствам автоматизации ЦТП.
12. Теплообменное оборудование тепловых пунктов систем теплоснабжения: скоростные секционные конструкции, принцип действия, техническая характеристика, методика теплового расчета, достоинства и недостатки.
13. Теплообменное оборудование тепловых пунктов систем теплоснабжения: пластинчатые теплообменники, конструкции, принцип действия, техническая характеристика, методика теплового расчета, достоинства и недостатки.
14. Принципы и характеристики основных методов регулирования отпуска тепла потребителям в системах централизованного теплоснабжения. Температурные графики режимов центрального качественного регулирования отпуска тепла потребителям и их применение в теплоснабжении.
15. Задачи и общие положения методики инженерного гидравлического расчета трубопроводов водяных тепловых сетей.
16. Методика гидравлического расчета паропроводов тепловых сетей: определение диаметров трубопроводов, расчет потерь напора, рекомендуемые скорости, учет влияния плотности пара на гидравлические потери, структура таблиц и номограмм.

17. Гидравлический режим и надежность работы водяных тепловых сетей. Теоретическое обоснование и методика построения пьезометрического графика работы тепловых сетей, определение требуемых напоров сетевых и подпиточных насосов.

18. Особенности пьезометрических графиков работы тепловых сетей при сложном рельефе местности. Насосные и дросселирующие станции.

19. Гидравлическая устойчивость тепловых сетей и пути ее повышения.

20. Конструктивные решения тепловых сетей при подземной и надземной прокладке. Конструкции узлов теплопроводов, трубы и арматура. Прочностной расчет трубопроводов.

21. Компенсация температурных удлинений трубопроводов тепловых сетей. Виды компенсаторов. Конструктивные решения, выбор и расчет узлов самокомпенсации и П-образных компенсаторов.

22. Конструктивные решения опор трубопроводов тепловых сетей. Механический расчет пролетов между опорами. Расчет усилий на подвижные и неподвижные опоры.

23. Теплоизоляционные материалы и изделия. Тепловой расчет тепловых сетей. Пути повышения технико-экономической эффективности теплоизолирующих конструкций.

24. Паровые системы теплоснабжения – классификация, разновидности схем, достоинства и недостатки, область применения, схемы использования конденсата.

25. Энергосберегающие системы теплоснабжения: применение Мини-ТЭЦ, децентрализованные и автономные системы теплоснабжения, их технико-экономические преимущества и перспективы применения.

## 2.2. Газоснабжение

**Газоснабжение.** Состав, свойства горючих газов. Добыча, обработка и транспортировка природного газа. Городские системы газоснабжения и их основные характеристики. Потребление газа. Гидравлический расчет газовых сетей. Газорегуляторные пункты и газораспределительные станции: состав оборудования, принцип работы. Теоретические основы сжигания газа. Газовые горелки и их расчет. Газовое оборудование и приборы. Организация эксплуатации систем газоснабжения. Техника безопасности. Повышение эффективности использования газа. Сжиженный природный газ (СПГ).

### Перечень рекомендуемой литературы

1. Суслов Д.Ю., Подпоринов Б.Ф., Кушев Л.А. Газоснабжение: учеб. пособие / Д.Ю.Суслов, Б.Ф. Подпоринов, Л.А. Кушев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 270 с.

2. Газоснабжение: учеб. / А. А. Ионин [и др.] ; под общ. ред. В. А. Жила. - М. : АСВ, 2011. - 472 с.

3. Методические указания по дипломному и курсовому проектированию по курсу «Газоснабжение»/ сост. А.Е.Полозов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2007. - 103 с.

4. Брюханов О. Н. Природные и искусственные газы: учеб./ О.Н.Брюханов, В.А.Жила. – М.: Академия, 2004. – 208 с.

5. Жила В. А. Газовые сети и установки : учеб. пособие для студентов учреждений сред.проф.образования, обуч.по специальности 270111// В. А. Жила, М. А. Ушаков, О. Н. Брюханов. – 4-е изд., стер. - М. : Академия, 2007. – 268 с.

6. Брюханов О.Н. «Основы эксплуатации оборудования и систем газоснабжения», 2005. – 256 с.

7. Основы технологии ремонта газового оборудования и трубопроводных систем : учебное пособие / В. В. Масловский, И. И. Капцов, И. В. Сокруто. - 2-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2007.

8. Полозов А.Е. Газоснабжение [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов спец. 270109 - (Электронные копии учебных изданий). Ч.1, 2006. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

9. Кязимов К. Г. Устройство и эксплуатация газового хозяйства : учеб. / К. Г. Кязимов, В. Е. Гусев. - М. : Академия, 2004. - 383 с.

10. СНиП 42-01-2002. Газораспределительные системы. – М.: ЦНТ Госстроя России, 2003.

11. СП 42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб.

### **Вопросы:**

1. Газоснабжение и его место в топливном балансе страны. Технико-экономические преимущества. Перспективы развития.

2. Природные горючие газы: состав, свойства, единицы измерения параметров газа.

3. Законы газового состояния: изопроцессы в газах, закон Шарля, закон Гей-Люссака, закон Бойля-Мариота, уравнение Менделеева-Клайперона.

4. Поиск газовой залежи, бурение скважин и добыча природного газа.

5. Методы и оборудование для подготовки природного газа: осушка, очистка, одоризация.

6. Транспортировка природного газа на большие расстояния. Схема магистрального газопровода, состав сооружений. Хранение газа.

7. Городские системы газоснабжения. Классификация распределительных газопроводов. Многоступенчатые системы газоснабжения и схемы газовых сетей.

8. Устройство распределительных газопроводов: подземные, надземные, внутренние.

9. Трубы, арматура и оборудование газовых сетей стальных и полиэтиленовых газопроводов.

10. Виды коррозии сетей и оборудования систем газоснабжения.

11. Защита газопроводов от коррозии. Пассивные и активные способы защиты газопроводов от коррозии.

12. Расчет годового потребления газа городом. Нормы расхода газа. Категории потребителей: бытовые, общественные, коммунально-бытовые и промышленные потребители.

13. Режимы потребления газа по месяцам, дням недели, часам суток и Регулирование неравномерности потребления газа.

14. Расчет максимально-часовых расходов газа по годовым нормам и номинальным расходам газа приборами.

15. Газорегуляторные пункты и установки, газорегуляторные станции: назначение, оборудование, технологические схемы.

16. Устройство внутридомовых газопроводов. Основные газовые приборы: бытовые газовые плиты, проточные и емкостные водонагреватели.

17. Установка газовых приборов. Отвод продуктов сгорания.

18. Теоретическое обоснование гидравлического расчета газопроводов высокого, среднего и низкого давлений.

19. Методика расчета газовых сетей высокого и среднего давлений: расчет одиночных газопроводов, разветвленных тупиковых сетей, кольцевых сетей.

20. Методика гидравлического расчета газопроводов низкого давления разветвленных тупиковых и многокольцевых сетей.

21. Системы газоснабжения промышленных предприятий. Принципиальные схемы межцеховых и внутрицеховых газопроводов промышленных предприятий.

22. Требования к установке бытовых газовых приборов.

23. Газовые горелки. Классификация. Основные параметры, характеристики. Область применения.

24. Сжиженные углеводородные газы (СУГ): основные свойства, транспортировка и использование СУГ.

25. Сжиженные природные газы (СПГ): основные свойства, установки получения СПГ.

### 2.3. Теплогенерирующие установки и автономное теплоснабжение зданий

**Теплогенерирующие установки и автономное теплоснабжение зданий.** Топливо-энергетические ресурсы и топливо-энергетический баланс РФ и мира. Источники тепловой энергии: традиционные и не традиционные; возобновляющиеся энергетические ресурсы. Органическое топливо: классификация и физико-химические свойства. Основное оборудование котельной. Трубопроводы и арматура. Вспомогательное оборудование котельной. Водоснабжение и водоотведение котельной. Баки запаса химически-подготовленной воды, горячего водоснабжения. Оборудование дымоудаления котельной. Основы расчета котельной установки. Норматив удельного расхода топлива

#### Перечень рекомендуемой литературы

1. Делягин Г.Н., Лебедев В.И., Пермяков Б.А. Теплогенерирующие установки: Учебник. – М.: Стройиздат, 1998.
2. Делягин Г.Н. Теплогенерирующие установки: Учеб. пособие. – М.: Изд. Дом "БАСТЕД", 2010.
3. Лебедев В.И., Пермяков Б.А., Хаванов П.А. Расчет и проектирование теплогенерирующих установок систем теплоснабжения: Учебное пособие. – М.: Стройиздат, 1992.
4. Кушев Л.А. Комплексное проектирование теплогенерирующей установки: учебное пособие. – Белгород.: Изд-во БГТУ, 2005.
5. Соколов Б.А. Котельные установки и их эксплуатация: Учебник. – М.: АCADEMIA, 2005.
6. Соколов Б.А. Устройство и эксплуатация оборудования газомазутных котельных: Учеб. пособие. – М.: АCADEMIA, 2007.
7. Автономное теплоснабжение / А.М. Болдырев, В.Н. Мелькумов, О.А. Сотинкова и др. Воронеж: Изд-во ВГАСУ, 1999.
8. СП 89.13330.2016 Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76
9. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок, утвержденные приказом №115 от 24 марта 2003 г. – М.: Стандартиформ, 2007. – 112 с.
10. Роддатис, К.Ф. Справочник по котельным установкам малой производительности / К.Ф. Роддатис – М.: Энергоатомиздат, – 1989. – 488 с.
11. Синяк, Ю.В. Топливо-энергетический комплекс России: возможности и перспективы / Ю.В. Синяк, А.С. Некрасов, С.А. Воронина, В.В. Семикашев, А.Ю. Колпаков // Проблемы прогнозирования. – 2013. – № 1. – С. 4–20.

#### Вопросы

1. СП 89.13330.2016 Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76: сфера распространения, основные разделы
2. Топливо для теплогенерирующих установок: основные определения и классификация
3. Уголь: классификация и основные характеристики
4. Дизельное топливо: классификация и основные характеристики
5. Принципиальные схемы теплогенерирующих установок, работающих на органическом топливе
6. Стальные водогрейные котлы типа «Энтророс ТТ-100» (конструкция, принцип работы)
7. Водоподготовка для ТГУ, нормативные требования



8. Умягчение воды методом катионирования, магнитная обработка воды
9. Водоподготовка с добавлением ингибиторов коррозии
10. Тепловые схемы комбинированного производства пара и горячей воды
11. Паровые котлы типа ДКВР (конструкция, принцип работы)
12. Блочно-модульные котельные: устройство, способы монтажа
13. Стальные и полимерные трубопроводы. Трубопроводы котла
14. Арматура: виды запорной арматуры; принцип работы, места установки
15. Приборы: указатели уровня воды в котле, манометры, измерители температуры
16. Предохранительные устройства (предохранительные клапаны): нормативные требования по применению
17. Изоляция (гидро- и тепловая) трубопроводов и арматуры
18. Теплообменные аппараты, их применение; нормативные требования к теплообменным аппаратам; расчет необходимого количества теплообменных аппаратов для котельной
19. Насосное оборудование: классификация насосов по применению; подбор насосов; нормативные требования к насосу оборудованию.
20. Назначение баков запаса химочищенной воды, баков-запаса горячей воды.
21. Схема котельной с баками химически-подготовленной воды: принцип действия
22. Схема котельной с баками запаса горячей воды: принцип действия
23. Газовоздушный тракт котельной: газоходы и дымовые трубы котельной
24. Нормативные требования к дымоходам и дымовым трубам котельной
25. Определение диаметра дымоходов и дымовых труб
26. Затраты тепловой энергии на собственные нужды
27. Расчет норматива удельного расхода условного топлива для котельной.

#### **2.4. Тепломассообмен. Основы гидравлики и теплотехники. Насосы, компрессоры, вентиляторы**

**Тепломассообмен.** Краткая характеристика теории тепломассообмена. Стационарная и нестационарная теплопроводность. Закон Фурье. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки. Конвективный перенос теплоты. Тепловое излучение. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между телами. Основы расчета теплообменных аппаратов. Массообмен при фазовых превращениях.

##### **Перечень рекомендуемой литературы**

1. Тепломассообмен: учебное пособие - О.Н. Брюханов, С.Н. Шевченко, 2005.
2. Теплотехника: учебник - под ред. В.Н. Луканина, 2003.
3. В.С. Логинов [и др.]. Примеры и задачи по тепломассообмену. Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2011.
4. Теплопередача. - под ред. В.С. Чередниченко – Новосибирск: НГТУ, 2004.
5. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача, 4-е издание. - М.: Энергия, 1981.
6. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. - М.: Высшая школа, 1980.
7. Прибытков И.А. Теоретические основы теплотехники: учебник / И.А. Прибытков, И.А. Левицкий, 2004.

**Основы гидравлики и теплотехники.** Основные физические свойства жидкостей и газов. Гидростатическое давление и его свойства. Гидростатика: основное уравнение, закон Паскаля, равновесие газа в поле силы тяжести, закон Архимеда, практическое применение законов гидростатики. Гидродинамика: уравнение неразрывного потока. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера) и вязкой жидкости (уравнение Навье-Стокса). Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Уравнения изменения количества движения. Общие сведения о режимах движения и гидравлических сопротивлениях. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкостей, число Рейнольдса, его практическое значение. Виды гидравлических сопротивлений. Гидравлический расчет трубопроводов. Истечение жидкости из отверстий в тонкой стенке. Основы теплотехники. Первый закон термодинамики и его аналитические выражения. Круговые процессы. второй закон термодинамики. Свойства реальных газов. Водяной пар, основные понятия и определения. Процессы парообразования в PV, TS и IS диаграммах. Влажный воздух, основные понятия, определения, свойства. Id диаграмма влажного воздуха. Основные процессы изменения состояния влажного воздуха. Физические основы процессов теплообмена.

### Перечень рекомендуемой литературы

1. Кудинов А. Карташов Э.М. Гидравлика: Учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 2007.
2. Калицун В.И. и др. Гидравлика, водоснабжение и канализация. – М.: Стройиздат, 2002.
3. Брюханов О.Н., Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики: Учебник. – М.: Инфра-М, 2005.
4. Ильина Т.Н. Основы гидравлического расчета инженерных сетей. Учебное пособие. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2005.
5. Ильина Т.Н. Гидравлика: Учеб. пособие – Белгород: Изд-во БГТУ, 2005.
6. Ильина Т.Н. Примеры гидравлических расчетов: Учеб. пособие – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008.
7. Теплотехника: учебник – под ред. В.Н. Луканина, 2003.
8. Примеры расчетов тепло- и массообменных процессов: учебное пособие / Т.Н. Ильина, А.С. Семенов, В.М. Киреев – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011.
9. Захаров А.А. Техническая термодинамика и теплопередача: . – М.: Академия, 2006.
10. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. – М.: Высшая школа, 1980.

**Насосы, вентиляторы, компрессоры.** Общие сведения о нагнетателях. Классификация нагнетателей. Основные рабочие параметры нагнетателей. Динамические насосы. Центробежные насосы – конструкция, принцип действия. Основы теории центробежных насосов. Уравнение Эйлера. Осевые вихревые насосы. Струйные нагнетатели. Объемные насосы. Компрессоры. Вентиляторы. Работа нагнетателя в сети. Построение характеристики простого и сложного трубопроводов. Регулировка подачи нагнетателей. Совместная работа нагнетателей. Параллельное, последовательное и смешанное включение нагнетателей. Подбор и установка нагнетателей.

### Перечень рекомендуемой литературы

1. Дячек П.И. Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учеб. пособие. – М.: АСВ, 2012.

2. Минко В.А., Юров Ю.И., Овсянников Ю.Г. Нагнетатели в системах теплогазоснабжения и вентиляции: Учеб. пособие. – Старый Оскол.: ООО ТНТ, 2006.
3. Гримитлин А.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры в инженерном оборудовании зданий: Учеб. пособие. – СПб.: АВОК Северо-запад, 2006.
4. Овсянников Ю.Г., Алифанова А.И., Никитенко Б.Л. Работа нагнетателей на сеть. Методические указания к выполнению расчетно-графических работ по дисциплине "Насосы, вентиляторы, компрессоры". - Белгород: Изд-во БГТУ им В.Г. Шухова.
5. Калинушкин М.П. Насосы и вентиляторы. Учебное пособие для вузов по спец. "Теплогазоснабжение и вентиляция", 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1987.
6. Поляков В.В., Скворцов Л.С. Насосы и вентиляторы: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1998.

### **Вопросы:**

1. Термодинамика газовых смесей, расчеты параметров и процессов горючих газов, влажного воздуха и дымовых газов (закон Дальтона, определение парциальных давлений, теплоёмкости, энтальпии).
2. Термодинамика водяного пара (виды пара, свойства, основные стадии получения, изображение на P-V, T-S и I-S диаграммах паровых процессов и их расчет).
3. Термодинамика процессов истечения (теория процесса, представление процесса на P-V и T-S диаграммах, уравнение  $w_{dw} = -v dp$  и его физический смысл, теоретическая скорость истечения и массовый расход, принцип действия сопел, диффузоров и эжектирующих устройств)
4. Термодинамика процессов дросселирования (уравнение процесса, представление процесса на P-V и T-S диаграммах). Практическое применение дросселирования в оборудовании систем ТГСВ.
5. Поршневые компрессоры (принцип действия, термодинамика процесса сжатия, представление процессов на P-V и T-S диаграммах, располагаемая работа сжатия, мощность и КПД компрессора, многоступенчатое сжатие).
6. Термодинамический цикл пароконденсационных холодильных и теплонасосных установок (принципиальная схема, идеальный термодинамический цикл на P-V и T-S диаграммах, холодильный коэффициент) и его применение в системах ТГСВ.
7. Теоретические основы процесса теплопроводности (закон Фурье, расчет теплового потока и термического сопротивления стенок различной формы) и его применение в расчетах теплотехнического оборудования систем ТГСВ и строительных конструкций зданий.
8. Конвективный теплообмен. Уравнение теплоотдачи, коэффициент теплоотдачи и его определение. Структура критериальных уравнений расчета теплоотдачи.
9. Лучистый теплообмен между газовым слоем и стенками газоподающей в поглощающей среде (эффективная степень черноты системы, поглощательная способность газового слоя, расчет теплообмена в лучевоспринимающих элементах ПГУ).
10. Лучистый теплообмен между телами в прозрачной среде (приведенная степень черноты системы, расчет теплообмена, методы уменьшения или повышения интенсивности теплообмена).
11. Основы теплопередачи (теория процесса, основные стадии, расчет коэффициента теплопередачи через стенки различной формы применительно к оборудованию систем ТГСВ).
12. Классификация, принцип действия, особенности и область применения теплообменников различного типа. Основы конструктивного и теплового расчета теплообменных аппаратов.
13. Гидростатическое давление жидкости, его свойства, закон Паскаля. Приборы для измерения давления.

14. Уравнение неразрывности движения капельных и газообразных жидкостей, его практическое значение.
15. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Его геометрический и энергетический смысл.
16. Виды гидравлических сопротивлений (на трение, местные сопротивления, теоретическое обоснование расчета). Расчет потери напора при различных режимах движения жидкости.
17. Режимы движения жидкости. Физический смысл критерия Рейнольдса, его практическое значение.
18. Основные задачи гидравлического расчета простого трубопровода. Особенности гидравлического расчета длинных трубопроводов.
19. Уравнение гидравлического расчета трубопроводов при последовательном и параллельном соединении труб.
20. Гидравлический расчет сложных трубопроводов: параллельное соединение трубопроводов, разветвленные сети.
21. Конструкция, принцип действия центробежного насоса. Подача, полный напор (правило двух манометров), высота всасывания, КПД, потребляемая и полезная мощности центробежного насоса.
22. Классификация насосов. Особенности принципа действия динамических и объемных насосов, основные эксплуатационные параметры (полный напор, подача, кпд и т.п.).
23. Работа центробежных насосов на сеть, метод наложения характеристик (насоса и сети), рабочая точка. Определение фактического напора (давления), подачи, КПД, полезной и затраченной мощности насоса (по координатам рабочей точки).
24. Совместная работа нагнетателей. Последовательное и параллельное включение центробежных насосов. Построение напорной характеристики насосной установки.
25. Конструкция, принцип действия, рабочие характеристики радиального вентилятора. Пересчет напорной характеристики на другую температуру.