

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

/Д.С. Гуц/

«28» марта 2022 года

**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания для поступающих в аспирантуру**

**2.1 Строительство и архитектура**

*шифр и наименование группы научных специальностей*

**2.1.3 Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха,**

**газоснабжение и освещение**

*шифр и наименование научной специальности*

## **1. Цель вступительного испытания**

Вступительное испытание проводится с целью проверки готовности поступающих к обучению по научной специальности «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение». Вступительное испытание проводится в форме экзамена. На экзамене поступающий должен продемонстрировать теоретические базовые знания в области:

- теплоснабжения населённых пунктов;
- отопления жилых и общественных зданий;
- вентиляции жилых и общественных зданий;
- кондиционирования воздуха и холодоснабжение.

## **2. Правила проведения вступительного испытания**

Экзамен проводится в письменной форме.

Время проведения вступительного испытания – 60 минут.

В экзаменационных билетах содержатся задания, включающие вопросы, составленные в соответствии с рабочими программами подготовки бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство» и магистров по направлению подготовки 08.04.01 Строительство.

## **3. Содержание программы**

### **3.1 Модуль «Теплоснабжение населённых пунктов»**

1. Классификация систем теплоснабжения по способам присоединения сезонной и круглогодичной нагрузки: схемы, принцип действия, преимущества и недостатки.
2. Классификация тепловых сетей. Схемы тепловых сетей: (тупиковая, кольцевая), принцип работы, преимущества и недостатки.
3. Качество, надежность и живучесть тепловых сетей: определения, критерии оценки.
4. Определение расчетных расходов теплоты на сезонную нагрузку (отопление, вентиляцию) и горячее водоснабжение по укрупненным нормам.
5. Построение графиков изменения тепловых нагрузок в течение года (в зависимости от температуры наружного воздуха и по месяцам).
6. Построение графика продолжительности сезонной тепловой нагрузки.
7. Построение графика центрального качественного регулирования системы теплоснабжения по «отопительной нагрузке».
8. Принцип иерархического построения системы теплоснабжения: схемы, принцип действия, преимущества и недостатки.
9. Способы надземной и подземной прокладки тепловых сетей: принципиальные схемы, преимущества и недостатки.
10. Цель и задачи проектного и эксплуатационного гидравлического расчетов тепловых сетей. Составление расчетной схемы тепловой сети.
11. Определение расчетных расходов теплоносителя на ответвлениях к абонентам, на участках распределительных и магистральных тепловых сетей.
12. Подбор диаметров теплопроводов. Расчет потерь давления на участках тепловой сети (на трение и в местных сопротивлениях).
13. Алгоритм построения пьезометрического графика для расчетного режима работы тепловой сети.
14. Алгоритм построения пьезометрического графика для летнего периода, и для гидростатического режима.
15. Статический и динамический режимы работы системы теплоснабжения. Требования к гидравлическим режимам (диапазон допустимых давлений в подающем и обратном трубопроводах).

16. Особенности разработки пьезометрического графика при сложном рельефе местности (понижение и повышение рельефа от источника к потребителям) и протяженных тепловых сетях.
17. Подбор циркуляционного насоса для системы водяного теплоснабжения (расчетным способом и с использованием пьезометрического графика).
18. Подбор подпиточного насоса системы водяного теплоснабжения (для открытой и закрытой систем).
19. Современные системы тепловой изоляции трубопроводов. Методы расчета толщины тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей.
20. Особенности расчета тепловых потерь при прокладке трубопроводов в каналах и при бесканальной прокладке трубопроводов.
21. Компенсация температурных деформаций трубопроводов тепловых сетей. Последовательность расчета Г-образной компенсации температурных деформаций трубопроводов тепловых сетей.
22. Компенсация температурных деформаций трубопроводов тепловых сетей. Последовательность расчета П-образной компенсации температурных деформаций трубопроводов тепловых сетей.
23. Размещение компенсаторов и неподвижных опор на водяных тепловых сетях. Последовательность расчета усилий на неподвижные опоры. Выбор конструкций неподвижных опор.
24. Особенности гидравлического расчета паропроводов. Формирование расчетной схемы паровой сети.
25. Особенности гидравлического расчета конденсатопроводов. Формирование расчетной схемы конденсатопроводов.

### *Литература (основная и дополнительная к модулю 3.1)*

1. Теплофикация и тепловые сети : учеб. для студентов вузов / Е. Я. Соколов. - 8-е изд., стер. - М. : Издат. дом МЭИ, 2006. - 472 с. : табл., рис. - ISBN 5-903072-15-9 (в пер.).
2. Ионин А.А. Теплоснабжение.- М.: Стройиздат, 1982.- 336 с.
3. Козин В.Е. и др. Теплоснабжение: Уч. пособие.- Высшая школа. 1980.- 408 с.
4. Сафонов А.П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям.- М.: Энергия, 1985.- 232 с.
5. Алгоритмы расчета элементов систем теплоснабжения [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Сиб. федер. ун-т, Инж.-строит. ин-т ; сост. Ю. Л. Липовка. - Электрон. текстовые дан. (pdf, 3,1 Мб). - Красноярск : СФУ, 2019. - 89 с. Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/u697/i-981169986.pdf>.
6. Водяные тепловые сети: Справочное пособие по проектированию (Н.В. Беляйкина, В.П.Витальев, Н.К. Громов и др.) Под ред. Н.К.Громова, Е.П.Шубина.- М.: Энергоатомиздат, 1988.- 376 с.
7. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей: Справочник (В.Н.Манюк и др.) – М.: Стройиздат, 1988.- 432 с.
8. Справочник проектировщика: Проектирование тепловых сетей. Под ред. А.А.Николаева.- М.: Стройиздат (переизд. стереотип). 2010.- 360 с.
9. Кузник И.В. Централизованное теплоснабжение. Проектируем эффективность /М.: ИД МЭИ, 2008. – 156 с.
10. Липовка Ю. Л. Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки: учебное пособие / Ю. Л. Липовка, А. Ю. Липовка, В. А. Кулагин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т; Политехн. ин-т, 2007. - 147 с.
11. Развитие теплоснабжения, климатизации и вентиляции в России за 100 последних лет : учеб. пособие для студентов специальности 290700 "Теплогазоснабжение и вентиляция" направления 653500 "Стр-во" / И. Ф. Ливчак, Ю. Я. Кувшинов. - М. : АСВ, 2004. - 96 с. : ил.

### **3.2 Модуль «Отопление жилых и общественных зданий»**

1. Классификация систем отопления: схемы, принцип действия, преимущества и недостатки.
2. [Определение коэффициентов теплопередачи ограждающих конструкций здания.](#)
3. Последовательность расчёта тепловых потерь через ограждающие конструкции помещений отапливаемых зданий.
4. Требования, предъявляемые к отопительной установке. Характеристика теплоносителей для систем отопления.
5. Принципиальные схемы стояков и ветвей систем водяного отопления: особенности, преимущества и недостатки.
6. Индивидуальный тепловой пункт системы отопления: назначение, основные схемы.
7. Расчёт и подбор циркуляционного насоса для систем водяного отопления.
8. Расчёт и подбор расширительного бака в независимой системе отопления.
9. Виды теплопроводов для систем отопления: область применения, преимущества и недостатки.
10. Запорно-регулирующая арматура для систем водяного отопления: виды, подбор.
11. Уклоны, компенсация удлинений теплопроводов в системах отопления. Способы удаления воздуха из систем водяного отопления.
12. Изоляция теплопроводов систем отопления: виды, подбор.
13. Выбор, размещение и «обвязка» отопительных приборов в помещении.
14. Коэффициент теплопередачи отопительных приборов.
15. Статическое, динамическое и полное давление в теплопроводах систем отопления.
16. Методы гидравлического расчета систем отопления.
17. Потери давления на трение в системах водяного отопления, коэффициент гидравлического трения
18. Потери давления в местных сопротивлениях систем водяного отопления, коэффициент потерь давления в местных сопротивлениях.
19. Увязка потерь давления в системах водяного отопления, подбор балансировочных клапанов.
20. Особенности конструирования и расчёта систем отопления высотных зданий.
21. Принципиальные схемы присоединения систем отопления зданий к тепловым сетям.
22. Квартирная система отопления: описание схемы, преимущества и недостатки, особенности расчёта.
23. Определение количества тепла на отопление зданий.
24. Алгоритм расчета воздушного отопления.
25. Использование вторичных энергоресурсов для отопления зданий и сооружений.

#### ***Литература (основная и дополнительная к модулю 3.2)***

1. Отопление [Текст] : учеб. пособие / Ю. Л. Липовка. - Красноярск. : Сибирский федеральный ун-т; Ин-т архитектуры и стр-ва, 2007. - 137 с. : ил.

2. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха : устройство, монтаж и эксплуатация [Текст] : учеб. пособие / С. В. Фокин. - М. : Альфа-М, 2011. - 367 с. : ил. - Библиогр.: с. 364. - ISBN 978-5-98281-170-7
3. Алгоритмы расчета систем отопления и вентиляции индивидуальных жилых зданий [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Сиб. федер. ун-т, Инж.-строит. ин-т ; сост. Ю. Л. Липовка. - Электрон. текстовые дан. (pdf, 3,2 Мб). - Красноярск : СФУ, 2019. - 103 с. - Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/u697/i-597438918.pdf>.
4. Отопление и вентиляция : учебник для вузов / В. Н. Богословский, В. П. Щеглов, Н. Н. Разумов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 1980. - 295 с. : ил. - (в пер.)
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства : Учеб. для вузов / В.М.Свистунов, Н.К.Пушняков. - СПб. : Политехника, 2001. - 423 с. : ил. - ISBN 5-7325-0349-8 (в пер.).
6. Инженерное оборудование высотных зданий / А. А. Антонов [и др.] ; под общ. ред. М. М. Бродач. - М. : Авок-пресс, 2007. - 320 с. : цв.ил., табл. - (Техническая библиотека НП "АВОК"). - ISBN 978-5-98267-028-1 (в пер.).
7. Современное водяное отопление. Системы отопления. Монтаж. Эксплуатация : справочник / сост. В. И. Назаров, В. И. Рыженко. - М. : ОНИКС [оформ. переплета] : Листиздат, 2005. - 320 с. : рис., табл. - (Справочник строителя). - ISBN 5-488-00007-0 (в пер.)
8. Богословский В.Н. Внутренние санитарно-технические устройства: В 3 ч. Ч. 1: Отопление / В.Н. Богословский [и др.]: под ред. И.Г. Старовойтова, Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – Курган: Интеграл, 2008. – 344с. – (Справочник проектировщика).
9. СП 60.13330–2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. Введ. 01.01.2013. - М.: ФАУ «ФЦС», 2012. 76 с.

### **3.3 Модуль «Вентиляция жилых и общественных зданий»**

1. Определение расчётных параметров внутреннего воздуха при проектировании вентиляции.
2. Определение расчётных параметров наружного воздуха при проектировании вентиляции.
3. Классификация систем вентиляции.
4. Расчёт теплового баланса помещений здания.
5. Расчёт воздушного баланса помещений здания.
6. Схемы организации воздухообмена в помещении.
7. Определение расчетного воздухообмена в помещениях жилых и общественных зданий.
8. Обоснование выбора зоны подачи воздуха в помещение и типа воздухораспределителя.
9. Конструктивные решения приточных камер систем вентиляции.
10. Основные конструктивные решения воздуховодов.
11. Расчет и подбор воздухонагревателей для систем приточной вентиляции.
12. Основные конструктивные решения прокладки воздуховодов в вентилируемых зданиях.
13. Задачи аэродинамического расчета воздуховодов.
14. Алгоритм аэродинамического расчета воздуховодов систем приточно-вытяжной вентиляции зданий.
15. Алгоритм подбора вентиляторов для систем приточно-вытяжной вентиляции.
16. Аэрация зданий, область применения.
17. Особенности расчета систем вентиляции с естественным побуждением.

18. Воздушные и воздушно-тепловые завесы, классификация, область применения.
19. Основные принципиальные решения систем вентиляции помещений.
20. Очистка приточного воздуха от пыли и основные характеристики фильтров.
21. Определение количества тепла для нагревания приточного воздуха.
22. Обвязка калориферов приточных установок вентиляционных систем.
23. Приборы и методы измерений температуры, относительной влажности и расходов воздуха.
24. Методы регулирования и наладки систем вентиляции.
25. Использование вторичных энергоресурсов в системах приточно-вытяжной вентиляции.

### ***Литература (основная и дополнительная к модулю 3.3)***

1. Отопление и вентиляция : учебник для вузов / В. Н. Богословский, В. П. Щеглов, Н. Н. Разумов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 1980. - 295 с. : ил. - (в пер.)
2. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха) : учеб. для студентов вузов, обуч. по специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция" / В. Н. Богословский. - СПб. : АВОК Северо-Запад, 2006. - (Инженерные системы зданий). - ISBN 5-902146-10-0.
3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : учеб. пособие. Ч. 1. Теоретические основы создания микроклимата в помещении / В.И. Полушкин, О.Н. Русак, С.И. Бурцев и др. - СПб. : Профессия, 2002. - 176 с. : цв.ил. - (Специалист). - ISBN 5-93913-031-3 (в пер.).
4. Вытесняющая вентиляция в непроизводственных зданиях : справочное руководство REHVA: Пер. с англ. / Э. Мундт, П. Нильсен, К. Хагстрем, И. Райлио; Ред. Х. Скистад. - М. : Авок-пресс, 2003. - 100 с. : ил. - (Техническая библиотека НП "АВОК"). - ISBN 5-94533-009-4 (в пер.).
5. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: устройство, монтаж и эксплуатация [Текст] : учеб. пособие / С. В. Фокин. - М. : Альфа-М, 2011. - 367 с. : ил. - Библиогр.: с. 364. - ISBN 978-5-98281-170-7.
6. Вентиляция [Текст] : учебник для студентов вузов / П. Н. Каменев. - 2-е изд., испр. и доп. стереот. - М. : АСВ, 2011. - 631 с.

### **3.4 Модуль «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение»**

1. Выбор расчетных параметров наружного воздуха для проектирования систем кондиционирования.
2. Выбор расчетных параметров внутреннего воздуха для проектирования систем кондиционирования.
3. Расчет основных вредностей, поступающих в кондиционируемые помещения: лучистая тепловая энергия, углекислый газ, влага.
4. Луч процесса  $\epsilon$ . Построение луча процесса  $\epsilon$  на I-d диаграмме.
5. Классификация систем кондиционирования воздуха.
6. Система кондиционирования воздуха типа «чиллер - фэнкойлы»: принципиальная схема, область применения, преимущества и недостатки.
7. Сплит-системы кондиционирования воздуха: характеристика, область применения, преимущества и недостатки.
8. Основные свойства влажного воздуха.
9. Регулирование влажности воздуха в кондиционируемых помещениях.
10. Понятие температуры "мокрого" термометра. Понятие температуры "точки росы", их определение с помощью I-d диаграммы.

11. Построение процессов обработки влажного воздуха на I-d диаграмме.
12. Определение количества тепла, необходимого для нагревания приточного воздуха.
13. Определение количества холода, необходимого для охлаждения приточного воздуха.
14. Определение количества влаги, необходимой для увлажнения приточного воздуха.
15. Определение количества конденсата, образующегося в процессе осушения приточного воздуха.
16. Основные способы защиты от замерзания воздухонагревателей в системах приточной вентиляции и кондиционирования воздуха.
17. Источники холода для систем кондиционирования воздуха.
18. Схемы «обвязки» воздухоохладителей систем кондиционирования воздуха.
19. Центральный кондиционер: область применения, принципиальная схема, основное оборудование, достоинства и недостатки.
20. Вентиляторные доводчики: устройство, область применения, преимущества и недостатки.
21. Принципиальные схемы холодоснабжения центрального кондиционера.
22. Резервы энергосбережения в системах кондиционирования воздуха.
23. Системы кондиционирования воздуха типа VRV: область применения, принципиальная схема, основное оборудование, достоинства и недостатки.
24. Основные элементы компрессорно-конденсаторного блока.
25. Фреоны, применяемые в системах кондиционирования. Преимущества и недостатки.

#### ***Литература (основная и дополнительная к модулю 3.4)***

1. Белова, Е. М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами : учеб. пособие / Е.М. Белова. - М. : Евроклимат, 2003. - 400 с. : табл, граф. - (Библиотека климатехника). - ISBN 5-89520-045-1.
2. Теплотехника, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : Учебник для вузов / В.М.Гусев, Н.И. Ковалев, В.П. Попов, В.А. Потрошков; Ред. В.М. Гусев. - М. : Стройиздат, 1981. - 343 с. - Источник полного текста: [http://publ.lib.ru/ARCHIVES/G/GUSEV\\_V.\\_M.](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/G/GUSEV_V._M.)
3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха [Электронный ресурс] : справочное пособие / Г. И. Стомахина [и др.]. - Электрон. дан. (djvu 5.91 мб). - М. : Пантори, 2003. - 308 с. : цв. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. копия печ. издания. - Источник полного текста: <http://www.allbeton.ru/library/1228/90.html>.
4. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха : устройство, монтаж и эксплуатация [Текст] : учеб. пособие / С. В. Фокин. - М. : Альфа-М, 2011. - 367 с.
5. Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки: [Текст] : учеб. пособие / Ю. Л. Липовка., А.Ю. Липовка, В.А. Кулагин - Красноярск. : Сибирский федеральный ун-т; Политехн. ин-т, 2007. - 147 с.
6. Энергосберегающие технологии функционирования систем вентиляции, отопления, кондиционирования воздуха (систем ВОК) [Текст] / О. Я. Кокорин. - М. : Проспект, 1999. - 208 с.

#### ***Информационные ресурсы***

1. <http://www.elibrary.ru>
2. <http://www.abok.ru>
3. <http://www.rosteplo.ru>

Приложение к программе

**Критерии и параметры оценки письменного задания на вступительном испытании при поступлении в аспирантуру СФУ**

**Наименование группы научных специальностей 2.1 Строительство и архитектура**  
**Шифр и наименование научной специальности 2.1.3 Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение**  
 (Инженерно-строительный институт)

<b>0-40 баллов</b>	
Содержание и структура ответа	Содержание ответа не соответствует теме задания или соответствует ему в очень малой степени. В ответе отражено менее 10% материала, предусмотренного заданием. Продemonстрировано крайне низкое (отрывочное) знание фактического материала, допущено много фактических ошибок, практически все факты (данные) либо искажены, либо неверны. Ответ не структурирован
Понимание	Продemonстрировано крайне слабое владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (неуместность употреблений терминов, неверные аббревиатуры). Многочисленные ошибки в толковании терминов и использовании формул.
Исполнение	Работа выполнена неаккуратно, с обилием помарок, исправлений, орфографических и стилистических ошибок (более 10 ошибок на страницу).
<b>41-60 баллов</b>	
Содержание и структура ответа	Содержание ответа соответствует теме задания. В ответе отражено 60-70% материала, предусмотренного заданием. Продemonстрировано удовлетворительное знание фактического материала, есть фактические ошибки (25-30%). Ответ плохо структурирован, нарушена логика. Ответ представлен логически не связанными друг с другом частями.
Понимание	Есть ошибки в употреблении и трактовке терминов, формул, расшифровке аббревиатур. Примеры, иллюстрации, расчеты в малой степени соответствуют изложенному материалу.
Исполнение	Работа выполнена неаккуратно, встречаются помарки и исправления. Большое количество орфографических и стилистических ошибок.
<b>61-80 баллов</b>	
Содержание и структура ответа	В ответе отражено 70-80% материала, предусмотренного заданием. Содержание ответа в целом соответствует теме



	задания. Демонстрируется знание фактического материала. Встречаются несущественные фактические ошибки. Ответ в достаточной степени структурирован
Понимание	Ошибки в употреблении терминов отсутствуют. Продемонстрирована уместность употребления аббревиатур, толкований и др. В ответе отчасти использованы адекватные иллюстрации, примеры, расчеты, справочные формулы и материалы.
Исполнение	Работа выполнена аккуратно, без помарок и исправлений. Допустимо небольшое количество орфографических ошибок (от 1 до 5) и стилистических, без искажения смысла
<b>81 -100 баллов</b>	
Содержание и структура ответа	В ответе отражен весь материал, предусмотренный заданием. Ответ полностью соответствует теме задания. В ответе отсутствуют фактические ошибки. Ответ четко структурирован и выстроен в логике. Части ответа логически взаимосвязаны
Понимание	В ответе продемонстрировано уверенное владение понятийно-терминологическим аппаратом. Ошибки в употреблении терминов отсутствуют. В ответе представлено умелое использование категорий, терминов, формул, аргументированное изложение материала дисциплины. Ответ дополнен необходимым количеством адекватных иллюстраций, примеров, расчетов.
Исполнение	Работа выполнена аккуратно, без помарок и исправлений. Отсутствуют орфографические ошибки. В изложении материала прослеживается высокая степень самостоятельности с элементами оригинальности в представлении.

Разработал программу

докт. техн. наук, профессор кафедры ИСЗ и С



Липовка Ю.Л.