



**Уральский
федеральный
университет**
имени первого Президента
России Б. Н. Ельцина.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)

**Программа вступительных испытаний в аспирантуру
2.1.3 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование
воздуха, газоснабжение и освещение**

стр. 1 из 14

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке

А.В. Германенко

« » 2022 г.



ПРОГРАММА

**вступительных испытаний в аспирантуру по научной
специальности**

**2.1.3 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха,
газоснабжение и освещение**

Екатеринбург

2022



**Уральский
федеральный
университет**
имени первого Президента
России Б. Н. Ельцина.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)

Программа вступительных испытаний в аспирантуру
**2.1.3 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование
воздуха, газоснабжение и освещение**

стр. 2 из 14

Содержание

1.	Назначение и область применения	3
2.	Содержание программы	3
3.	Вопросы для вступительного испытания	6
4.	Критерии оценки знаний претендентов на поступление в аспирантуру	9
5.	Список рекомендуемой литературы (основная и дополнительная)	10
6.	Рекомендуемые Интернет-ресурсы	12
	Лист согласования.....	14



**Программа вступительных испытаний в аспирантуру
2.1.3 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование
воздуха, газоснабжение и освещение**

стр. 3 из 14

1. Назначение и область применения

Программа определяет требования к содержанию вступительных испытаний в аспирантуру по научной специальности 2.1.3 - Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Целью вступительного экзамена является проверка способности и готовности претендента к обучению по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), в соответствии с федеральными государственными требованиями (приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951), выполнению профессиональных задач в сфере научной деятельности.

Форма проведения вступительного экзамена

Вступительные испытания проводятся в форме устного собеседования по билетам. В состав билета входит два вопроса, перечень которых доводится до сведения поступающих путем публикации программ вступительных испытаний на официальном сайте.

При необходимости вступительные испытания могут быть проведены в дистанционном формате. Перед началом дистанционных вступительных испытаний члены экзаменационных комиссий идентифицируют поступающего путем визуальной сверки предъявляемой через видеосвязь фотографии в паспорте с абитуриентом, вышедшим на связь. В случае не прохождения (отказа от прохождения) абитуриентом идентификации, вступительное испытание для данного абитуриента прекращается с оформлением документов о выбытии абитуриента из конкурса.

Требования к процедуре вступительного экзамена

Требования к порядку планирования, организации и проведения вступительного экзамена, к структуре и форме документов по его организации определены Правилами приема поступающих на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

2. Содержание программы

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины:

- отопление;
- вентиляция и воздушный режим здания;
- кондиционирование воздуха и холодоснабжение;
- теплоснабжение;
- газоснабжение;
- строительная физика;



Отопление

Принципы действия и классификация систем отопления. Принципиальные схемы систем водяного, парового, воздушного, лучистого, газового и печного отопления.

Центральные и местные системы отопления. Современные и перспективные системы отопления жилых, общественных, производственных и сельскохозяйственных зданий и сооружений различного назначения.

Элементы систем центрального и местного отопления и их основные характеристики.

Гидравлический режим систем, расчет гравитационных и насосных систем водяного отопления. Тепловой режим при панельно-лучистом отоплении. Понятие о надежности систем.

Пусковое и эксплуатационное качественно-количественное регулирование теплоотдачи системами отопления, учет расхода теплоты. Энергосбережение при проектировании и эксплуатации систем отопления. Наладка систем.

Использование нетрадиционных источников энергии.

Вентиляция и воздушный режим здания

Санитарно-гигиенические и технологические основы вентиляции. Взрыво- и пожароопасность газов, паров и пыли, поступающих в помещение.

Классификация систем вентиляции.

Свойства влажного воздуха как рабочего тела вентиляционных процессов. Тепловой, влажностный и газовый режимы вентилируемого помещения. Требуемый и расчетный воздухообмен в помещении по основным вредностям: теплоте, влаге, газам, пыли. Нестационарный режим вентилируемого помещения. Аварийная вентиляция.

Аэродинамические основы организации воздухообмена в помещении. Аэродинамические характеристики приточных и вытяжных струй. Движение воздуха вблизи вытяжных и приточных отверстий. Конвективные струи.

Основные положения конструирования вентиляционных систем здания. Конструкция и области применения воздушных и воздушно-тепловых завес.

Аэродинамический расчет систем вентиляции с гравитационным и механическим побуждением движения воздуха. Пневмотранспорт материалов. Подбор побудителей движения воздуха. Устройства для нагрева воздуха и утилизации тепла.

Принципиальные схемы, классификация, конструктивное устройство и расчет.

Классификация, конструкция и принцип действия фильтров и систем по очистке воздуха от вредных примесей.

Аэродинамические характеристики здания, моделирование процессов аэродинамики здания и промплощадок. Давление воздуха на ограждение здания.

Испытание и наладка вентиляционных систем и оборудования. Эксплуатационное регулирование систем механической и естественной вентиляции.

Основные методы расчета рассеивания вредных выбросов в атмосфере. Экологическая оценка систем вентиляции.

Кондиционирование воздуха и холодоснабжение.

Тепло- и массообмен между влажным воздухом и водой, растворами солей, твердыми сорбентами. Модели тепло- и массопередачи в аппаратах кондиционирования, предельные равновесные состояния. Процессы кондиционирования воздуха в центральных и местных системах кондиционирования воздуха (СКВ). Принципиальные схемы и решения СКВ в зданиях различного назначения. Методы расчета.



Расчет и подбор источников холодоснабжения. Холодо- и теплоснабжение центральных, местных и центраально-местных СКВ.

Эффективность использования и экономия энергии в СКВ. Оценка эффективности и технико-экономической целесообразности систем утилизации теплоты.

Конструктивные особенности и методы подбора устройств для утилизации теплоты.

Автоматизация процессов регулирования работы СКВ. Современные системы и программы управления СКВ. Испытание, наладка и регулирование сезонных и круглогодичных систем кондиционирования воздуха. Тепловые насосы, вихревые трубы.

Теплоснабжение

Теплофикация и централизованное теплоснабжение как основное направление в энергосбережении городов и промышленности. Схемы ТЭЦ и районной котельной, основное и вспомогательное оборудование. Схемы включения ТЭЦ и районных котельных в системы центрального теплоснабжения. Использование нетрадиционных источников теплоты для теплоснабжения.

Экономическая целесообразность и технические возможности использования для теплоснабжения сбросной теплоты промышленных установок, термальных подземных вод, гелиоустановок и других нетрадиционных источников теплоты.

Классификация систем теплоснабжения. Выбор расчетных параметров теплоносителя. Обоснование выбора схем присоединения систем отопления, горячего водоснабжения и вентиляции к наружным тепловым сетям. Оборудование и расчет абонентских вводов. Расчет теплообменных аппаратов для систем отопления и горячего водоснабжения. Выбор и регулирование отпуска теплоты. Методы регулирования отпуска теплоты: тепловые пункты, расчет, конструирование.

Гидравлический расчет тепловых сетей. Техничко-экономический расчет диаметров трубопроводов. Пьезометрические графики, переменные гидравлические режимы закрытых и открытых систем теплоснабжения, гидравлическая устойчивость. Надежность тепловых сетей, основные понятия и показатели надежности. Резервирование и секционирование тепловых сетей с учетом надежности.

Паровые системы теплоснабжения, принципиальные схемы и области применения. Гидравлический расчет паро- и конденсатопроводов.

Схемы, конструкции и оборудование тепловых сетей. Элементы теплопроводов, их расчет и подбор. Способы прокладки тепловых сетей. Конструкции и расчет теплоизоляции. Защита трубопроводов от коррозии.

Системы горячего водоснабжения. Выбор схемы. Гидравлический расчет квартальных циркуляционных систем. Аккумуляторы в системах горячего водоснабжения.

Газоснабжение.

Основные физико-химические свойства горючих газов, используемых для газоснабжения. Обработка и магистральный транспорт газа.

Схемы городских систем газоснабжения. Конструкции, оборудование и устройство газопроводов. Защита газопроводов от коррозии.

Нормы и графики потребления газа. Коэффициенты неравномерности и одновременности. Регулирование неравномерности потребления. Определение расчетных расходов газа.

Гидравлический расчет газовых сетей. Расчет потокораспределения в кольцевых сетях. Переменные гидравлические режимы городских газовых сетей. Надежность газовых сетей, основные понятия и критерии надежности.



**Программа вступительных испытаний в аспирантуру
2.1.3 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование
воздуха, газоснабжение и освещение**

стр. 6 из 14

Промышленные и внутридомовые системы газоснабжения, устройство, классификация, выбор расчетных параметров и технико-экономическое обоснование схем. Регуляторы давления газа, их классификация, устройство. Устройство и оборудование газораспределительных станций и регуляторных пунктов (установок).

Эксплуатация систем газоснабжения. Техника безопасности.

Сжиженные углеводородные газы, их основные свойства. Смеси газов и жидкостей, двухфазные смеси. Технологическая схема и основное оборудование газораспределительных станций. Установки сжиженного газа у потребителей. Искусственная и естественная регазификация сжиженных газов. Установки для получения газовой смеси.

Теоретические основы сжигания газов. Химическое равновесие реакции горения. Кинетика горения газовых смесей. Основные положения теории цепного воспламенения.

Газогорелочные устройства.

Строительная теплофизика.

Теплообмен в помещении. Тепловой баланс воздуха в помещении. Тепловой режим здания. Энергетический паспорт здания.

Теплотехнические показатели строительных материалов. Стационарная и нестационарная теплопередача через ограждение, методы расчета.

Воздухопроницаемость строительных материалов и конструкций. Воздушный режим здания. Основы термодинамики влажного воздуха. Учет влажностного режима при расчете теплопередачи через ограждение.

Тепло- и массообмен в наружных ограждениях. Методы расчета.

Влажностный режим однослойных и многослойных наружных ограждений. Зимний и летний тепловые режимы помещений. Теплоустойчивость помещения.

Методы расчета потребления энергии и энергосбережения при эксплуатации зданий.

3. Вопросы для вступительного испытания

1. Санитарно-гигиенические основы вентиляции. Обоснование расчетных параметров внутреннего воздуха.
2. Определение воздухообмена по выделениям вредных веществ, обладающих и не обладающих эффектом суммации действия. Выбор при этом расчетных значений концентраций вредных веществ в приточном и удаляемом воздухе.
3. Особенности развития воздушной приточной стесненной струи. Качественное сравнение ее параметров с параметрами свободной струи (изменение по длине струи площади поперечного сечения, осевой скорости, избыточной температуры и расхода воздуха).
4. Виды местных отсосов, методы расчета их производительности.
5. Принципы аэродинамического расчета вентиляционных систем. Увязка потерь давления в ответвлениях.
6. Методы очистки воздуха от пыли.
7. Распространение вредных веществ в атмосфере при выбросе из одиночного источника.
8. Построение в I – d – диаграмме процессов обработки воздуха водой.
9. Устройство и принцип действия пароконденсационной холодильной машины. Холодильные агенты и холодоносители.



**Программа вступительных испытаний в аспирантуру
2.1.3 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование
воздуха, газоснабжение и освещение**

стр. 7 из 14

10. Классификация систем кондиционирования воздуха.
11. Организация труда строительных рабочих.
12. Устройство переходов трубопроводов через естественные преграды.
13. Мероприятия по охране труда при монтаже наружных тепловых и газовых сетей.
14. Испытания, регулировка и приемка в эксплуатацию систем вентиляции и кондиционирования.
15. Методы монтажа строительных конструкций.
16. Испытание систем отопления. Приемка и сдача работы.
17. Основные принципы организации заготовительного производства.
18. Монтаж систем внутреннего газоснабжения жилых зданий.
19. Классификация систем теплоснабжения.
20. Опоры тепловых сетей (подвижные и неподвижные опоры, конструкции, область применения, расчет неподвижных опор).
21. Компенсация температурных деформаций трубопроводов тепловых сетей.
22. Гидравлический расчет трубопроводов тепловых сетей.
23. Присоединение систем отопления к тепловой сети.
24. Совместное присоединение систем отопления и горячего водоснабжения в закрытых системах теплоснабжения.
25. Пьезометрический график при гидродинамическом режиме работы системы теплоснабжения.
26. Способы прокладки трубопроводов тепловых сетей.
27. Газообразное топливо. Природные газы, газовые месторождения. Искусственные газы. Горючие, негорючие составляющие газообразного топлива, примеси.
28. Преимущества природного газа перед другими видами топлива. Недостатки.
29. Физические свойства газообразного топлива. Температура, объем, нормальные и стандартные параметры, плотность, теплотворная способность, понятие условного топлива.
30. Реакция горения, коэффициент избытка воздуха, три условия качественного сжигания газа.
31. Способы прокладки газопроводов. (Подземная, надземная и наземная).
32. Коррозия газопроводов. Защита газопроводов от коррозии. Три вида активной защиты: электрический дренаж, катодная и протекторная.
33. Типы отключающих устройств. Достоинства и недостатки. Установка отключающих устройств на подземных и надземных газопроводах.
34. Газорегуляторный пункт (ГРП). Назначение и основное оборудование.
35. Методы сжигания газа. Устройство для стабилизация газового пламени.
36. Расчет газопотребления. (Годовой расход газа потребителем, часовой расход газа (для предприятий и индивидуальных потребителей), коэффициент часового максимума).
37. Гидравлический расчет газопровода высокого давления.
38. Гидравлический расчет газопровода низкого давления.
39. Гидравлический расчет внутреннего газопровода низкого давления.
40. Сжиженные углеводородные газы. (Физические и химические свойства, смесь летняя и зимняя, хранение и транспортировка).
41. Принципиальная схема паровой системы отопления.



42. Определение площади поверхности нагрева отопительных приборов.
43. Принципиальные схемы систем водяного отопления с естественной и принудительной циркуляцией.
44. Теплотери через наружные ограждения. Основные и добавочные теплотери.
45. Гидравлический расчет водяных систем отопления по удельным линейным потерям давления.
46. Гидравлический расчет водяных систем отопления по характеристикам гидравлического сопротивления.
47. Сбор и удаление воздуха в системах водяного отопления с естественной и принудительной циркуляцией.
48. Гидравлический расчет паровой системы отопления низкого давления.
49. Теплопередача через наружное ограждение. Требуемое и оптимальное по условиям энергосбережения сопротивление теплопередаче.
50. Расчет толщины утепляющего слоя наружного ограждения.
51. Расчет влажностного режима.
52. Расчет затрат тепла на инфильтрацию.



4. Критерии оценки знаний претендентов на поступление в аспирантуру

Критерии оценки ответов претендентов при поступлении в аспирантуру

Оценка	Критерии
80-100 баллов	<ol style="list-style-type: none">1. Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений.2. Демонстрируются глубокие знания по дисциплине.3. Делаются обоснованные выводы.4. Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее.
60-79 баллов	<ol style="list-style-type: none">1. Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно.2. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер.3. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия.4. Допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов.
30-59 баллов	<ol style="list-style-type: none">1. Допускаются нарушения в последовательности изложения при ответе.2. Демонстрируются поверхностные знания дисциплины.3. Имеются затруднения с выводами.4. Определения и понятия даны не чётко.
0-29 баллов	<ol style="list-style-type: none">1. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определённой системы знаний по дисциплине.2. Не даны ответы на дополнительные вопросы комиссии.3. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях.



5. **Список рекомендуемой литературы (основная и дополнительная)**

Основная литература

1. Богословский В.Н. Основы теории потенциала влажности материала применительно к наружным ограждениям оболочки зданий. Монография под редакцией В. Г. Гагарина. М. МГСУ. 2013. 112 с.
 2. Гагарин В. Г., Малявина Е.Г., Маркевич А.С. Теплотехнический расчет наружных ограждений и расчет теплового режима здания. Учебное пособие. – М.: Изд-во МИСИ-МГСУ. 2014. 112 с.
 3. Малявина Е. Г. Теплофизика зданий. М. АСВ. 2014. 144 с.
 4. Тертичник Е. И. Вентиляция. – М.: Изд-во АСВ. -2011. – 607 с.
 5. Махов Л. М. Отопление. Учебник. – М.: АСВ. - 2014. – 400 с.
- Маршалкович А.С. Экология городской среды [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Маршалкович А.С., Афолина М.И. – Электрон. Текстовые данные. – М.: МГСУ, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015. – 129 с.
1. Ионин А.А., Жила В.А. Газоснабжение. М.: АСВ, 2012.
 2. Соколов Е. Я.. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для студентов вузов, обучающихся по напр. “Теплоэнергетика”/Е.Я. Соколов 7-е изд., стер. - М.: изд. МЭН, 2001г 472 с.
 3. Жила В.А., Ушаков М.А., Брюханов О.Н. Газовые сети и установки – М.: Издательский центр «Академия», 2003. 272 с.
 4. Вержбицкий В.М. Основы численных методов. Учебник для вузов - М.: изд. “Высшая школа”, 2005 г., 848 с.
 5. Сканава А.Н., Махов Л.М.. Отопление. Учебник для вузов – М.: АСВ, 2005 г. 576 с.
 6. Сотников А.Г.. Процессы, аппараты и системы кондиционирования воздуха и вентиляции. В 2-х т. Т.1: С.-Петербург, 2005 г. 504 с.: ил.

Дополнительная литература

1. Алабовский А.Н. и др. Очистка промышленных газов. Киев: Вища школа, 1985.
2. Баркалов Б.В., Карпис Е.Е. Кондиционирование воздуха в промышленности, общественных и жилых зданиях. М.: Стройиздат, 1982. 312 с.
3. Богословский В.Н., Кокорин О.Я., Петров Л.В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение. М.: Стройиздат, 1985. 340 с.
4. Богословский В.Н., Сканава А.Н. Отопление. М.: Стройиздат, 1991. 735 с.
5. Богословский В.Н., Щеглов В.П., Разумов Н.Н. Отопление и вентиляция. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1986. 295 с.
6. Водяные тепловые сети: Справ. пос. Под ред. Н.К.Громова. М.: Энергоатомиздат, 1988. 376 с.
7. Дроздов В.Ф. Отопление и вентиляция. Ч. 1. Отопление. М.: Высшая школа, 1976. 280 с.
8. Дроздов В.Ф. Отопление и вентиляция. Ч. 2. Вентиляция. М.: Высшая школа, 1984. 263 с.
9. Ионин А.А. Газоснабжение. М.: Стройиздат, 1982. 439 с.
10. Ионин А.А. и др. Теплоснабжение. М.: Стройиздат, 1982. 336 с.
11. Правила безопасности в газовом хозяйстве. М.: Недра, 1982.
12. Соколов В.Я. Теплофикация и тепловые сети. М.: Энергия, 1982. 360 с.
13. Тихомиров К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция. М.: Стройиздат, 1991. 480 с.
14. Теплоснабжение: Уч. пос. Под ред. В.Е.Козина. М.: Высшая школа, 1980. 408 с.
15. Теплотехника, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Уч. пос. для



Уральский
федеральный
университет
имени первого Президента
России Б. Н. Ельцина.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)

Программа вступительных испытаний в аспирантуру
**2.1.3 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование
воздуха, газоснабжение и освещение**

стр. 11 из 14

вузов/В.М.Гусев и др. Л.: Стройиздат, 1981. 343

16. Хватов Ю.В. Выбор и расчет обеспыливающего оборудования. Свердловск: УПИ, 1976. 114 с.



**Уральский
федеральный
университет**
имени первого Президента
России Б. Н. Ельцина.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)

**Программа вступительных испытаний в аспирантуру
2.1.3 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование
воздуха, газоснабжение и освещение**

стр. 12 из 14

6. Рекомендуемые Интернет-ресурсы

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека России URL: <http://www.gpntb.ru/>.
2. Научная электронная библиотека <http://www.eLIBRARY.ru/>.
3. Национальный открытый интернет-университет «ИНТУИТ» [сайт]. URL: www.intuit.ru;
4. Российская Государственная библиотека URL: <http://www.rsl.ru/>.
5. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/>.
6. Российский портал открытого образования [сайт]. URL: www.openet.edu.ru
7. <https://mathworld.wolfram.com/topics/DiscreteMathematics.html>
8. <https://www.wolframalpha.com/>
9. <https://mathoverflow.net/>

**Программа вступительных испытаний в аспирантуру
2.1.3 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование
воздуха, газоснабжение и освещение**

стр. 13 из 14

Программу вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности 2.1.3 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение:

Зав. кафедрой Теплогазоснабжение
и вентиляция
к.т.н., доцент



Н.П. Ширяева

Профессор
кафедры Теплогазоснабжение и вентиляция
д.т.н., профессор



В.И. Велькин



Уральский
федеральный
университет
имени первого Президента
России Б. Н. Ельцина.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)

Программа вступительных испытаний в аспирантуру
**2.1.3 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование
воздуха, газоснабжение и освещение**

стр. 14 из 14

Лист согласования

Зам. директора по науке и инновациям
Института строительства и архитектуры
к.т.н.

З.В. Беляева

Начальник ОПНПК

Е.А. Бутрина