

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГАОУ ВО «СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



СВЕРЖДАЮ

Директор НОЦ «Институт  
непрерывного образования»

*Е.В. Мошкина*  
Е.В. Мошкина

23 » февраля 2025 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха  
промышленных и гражданских зданий»

Красноярск 2025

**УЧЕБНЫЙ ПЛАН**  
**программы повышения квалификации**  
**«Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха промышленных и гражданских зданий»**

Форма обучения: очная.

Срок обучения: 72 часа.

№ п/п	Наименование модулей (курсов)	Общая трудоемкость, ч	Всего контактных, ч	Контактные часы		СРС, ч	Формы контроля
				Лекции	Практические и семинарские занятия		
1.	Санитарно-гигиенические условия воздушной среды в помещениях	6	4	4	–	2	Зачет
2.	Организация воздухообмена в помещениях и расчет	36	18	9	9	18	Зачет
3.	Кондиционирования воздуха	16	8	4	4	8	Зачет
4.	Технические испытания и эксплуатация	12	6	6	–	6	Зачет
	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>2</b>				<b>2</b>	<b>Зачет</b>
	<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>		<b>23</b>	<b>13</b>	<b>36</b>	

## УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН программы повышения квалификации

### «Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха промышленных и гражданских зданий»

Категория слушателей: студенты, обучающиеся на технических направлениях подготовки; руководители и специалисты различных отраслей.

Срок обучения: 72 часа.

Форма обучения: очная.

Режим занятий: 12 часов в неделю.

№ п/п	Наименование модулей (курсов)	Общая трудоемкость, ч	Всего контактных, ч	Контактные часы		СРС, ч	Результаты обучения
				Лекции	Практические и семинарские занятия		
<b>1.</b>	<b>Санитарно-гигиенические условия воздушной среды в помещениях</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	–	<b>2</b>	<b>PO1</b>
1.1.	Нормативно-правовое обеспечение в области проектирования, санитарно-гигиенические нормы для проектирования систем вентиляции и кондиционирования	1	1	1	–	–	PO1
1.2.	Физические свойства воздуха, микроклимат помещений. Приборы для измерения параметров воздуха	1	1	1	–	–	PO1
1.3.	Расчетные параметры наружного воздуха и внутренней среды	4	2	2	–	2	PO1
<b>2.</b>	<b>Организация воздухообмена в помещениях и расчет</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>18</b>	<b>PO1-PO4</b>
2.1.	Классификация систем вентиляции в различных типах помещений	2	1	1	–	1	PO1
2.2.	Схемы организации воздухообмена в помещениях различного назначения	4	2	1	1	2	PO1
2.3.	I-d диаграмма влажного воздуха. Построение процессов обработки приточного воздуха и воздуха помещений	4	2	1	1	2	PO2

№ п/п	Наименование модулей (курсов)	Общая трудоемкость, ч	Всего контактных, ч	Контактные часы		СРС, ч	Результаты обучения
				Лекции	Практические и семинарские занятия		
2.4.	Балансовые уравнения для расчета воздухообмена	6	3	2	1	3	PO3
2.5.	Конструирование систем ВиКВ. Конструктивные элементы вентиляционных систем	4	2	1	1	2	PO4
2.6.	Основное оборудование и материалы систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Выбор и расчет воздухораспределителей	6	3	1	2	3	PO4
2.7.	Аэродинамический расчет систем механической и естественной вентиляции	6	3	2	1	3	PO4
2.8.	Расчет и подбор вентиляционного оборудования	4	2	–	2	2	PO4
<b>3.</b>	<b>Кондиционирования воздуха</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>PO1-PO2</b>
3.1.	Классификация систем кондиционирования воздуха	2	1	1	–	1	PO2
3.2.	Системы кондиционирования VRF и система «Чиллер-фанкойл»	2	1	1	–	1	PO2
3.3.	Естественные и искусственные источники холода. Холодильные машины: принцип работы, схемы	4	2	2	–	2	PO2
3.4.	Основные положения выбора, описание и конструкция схем тепло- и холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха	8	4	2	2	4	PO1
<b>4.</b>	<b>Технические испытания и эксплуатация</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>PO4-PO5</b>
4.1.	Монтажные и пуско-наладочные работы. Измерительные приборы	8	4	2	2	4	PO5
4.2.	Энергосбережение в системах вентиляции и кондиционирования воздуха	4	2	2	–	2	PO4
	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>2</b>				<b>2</b>	<b>PO1–PO5</b>
	<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>23</b>	<b>13</b>	<b>36</b>	

**Календарный учебный график\***  
**программы повышения квалификации**

**«Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха промышленных и гражданских зданий»**

Наименование модулей (курсов)	Неделя	Объем учебной нагрузки, ч.	Виды занятий (количество часов)			
			Лекция	Практ. и семинарские занятия	СРС	Итоговый контроль
Санитарно-гигиенические условия воздушной среды в помещениях	1	6	4	-	2	Зачет
Организация воздухообмена в помещениях и расчет	1-3	36	9	9	18	Зачет
Кондиционирования воздуха	3-5	16	4	4	8	Зачет
Технические испытания и эксплуатация	5-6	12	6	-	6	Зачет
<b>Итоговая аттестация</b>	6	2			2	<b>Зачет</b>
<b>ИТОГО</b>		<b>72</b>	<b>23</b>	<b>13</b>	<b>36</b>	

# **I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

## **1.1. Аннотация программы**

Программа повышения квалификации «Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха промышленных и гражданских зданий» разработана с учетом профессионального стандарта «Специалист по проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха объектов капитального строительства».

Данная программа базируется на сводах правила стандартов в области строительства, требованиям к проектной и технологической документации в области систем отопления, вентиляции, кондиционирования, теплоснабжения и холодоснабжения объектов капитального строительства.

Программа повышения квалификации «Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха промышленных и гражданских зданий» нацелена на повышение профессионального уровня слушателей в области ремонта и обслуживания систем вентиляции и кондиционирования объектов капитального строительства с формированием и (или) совершенствованием компетенций, соответствующих профессиональному стандарту «Специалист по проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха объектов капитального строительства», утвержденного приказом Минтруда России от 19.04.2021 г. N 251н.

## **1.2. Цель программы**

Цель программы — повышение профессионального уровня слушателей в рамках имеющейся квалификации, развитие их профессиональных компетенций по вопросам проектирования и эксплуатации систем вентиляции и кондиционирования воздуха в зданиях и сооружениях.

## **1.3. Компетенции (трудовые функции) в соответствии с Профессиональным стандартом (формирование новых или совершенствование имеющихся)**

В соответствии с профессиональным стандартом «Специалист по проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха объектов капитального строительства», утвержденного приказом Минтруда России от 19.04.2021 г. N 251н, программа направлена на формирование и (или) совершенствование следующих трудовых функций (уровень квалификации б):

– А/01.6 Разработка рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха объекта капитального строительства.

– А/02.6 Подготовка к выпуску рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха объекта капитального строительства.

– А/03.6 Создание элементов систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в качестве компонентов для информационной модели объекта капитального строительства.

#### **1.4. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения программы слушатели будут способны:

PO1. Собрать исходные данные с целью создания элементов систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

PO2. Выбирать соответствующие современные и эффективные системы вентиляции и кондиционирования в зависимости от их назначения и конструкции.

PO3. Применять балансовые уравнения для расчета воздухообмена.

PO4. Рассчитывать системы естественной и механической вентиляции и кондиционирования воздуха.

PO5. Оценивать соответствие рабочей документации принятым проектным решениям проектной документации.

#### **1.5. Категория слушателей**

Студенты, обучающиеся на технических направлениях подготовки; руководители и специалисты различных отраслей, имеющие высшее или среднее профессиональное образование.

#### **1.6. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение**

Среднее профессиональное и/или высшее образование.

#### **1.7. Продолжительность обучения**

Продолжительность обучения по программе составляет 72 часа.

#### **1.8. Форма обучения**

Очная.

#### **1.9. Требования к материально-техническому обеспечению необходимому для реализации дополнительной профессиональной программы повышения квалификации (требования к аудитории, компьютерному классу, программному обеспечению)**

Для успешного освоения программы необходимы:

– навыки владения системой автоматизированного проектирования NanoCAD;

– интернет-браузер, обновленный до последней версии: Google Chrome(предпочтительно), Opera, Microsoft Edge, Safari, Mozilla FireFox/

#### **1.10. Особенности (принципы) построения дополнительной профессиональной программы повышения квалификации**

Особенности построения программы повышения квалификации «Системы вентиляции и кондиционирования воздуха»:

– процесс практической подготовки специалистов проходит на действующем современном оборудовании;

– модульная структура программы;

- в основу проектирования программы положен компетентностный подход;
- использование информационных и коммуникационных технологий, в том числе современных систем технологической поддержки процесса обучения, обеспечивающих комфортные условия для обучающихся, преподавателей.

**1.11. Документ об образовании:** удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

## II. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Обучение по программе повышения квалификации реализовано в формате очного обучения. Лекционный материал представляется ведущим специалистом в виде систематического, последовательного, монологического изложения учебного материала, как правило, теоретического характера. Такие занятия представляют собой элемент технологии представления учебного материала путем логически стройного, систематически последовательного и ясного изложения. В рамках самостоятельной работы по изучению теоретического материала предполагается выполнение практической работы.

### Материально-технические условия реализации дисциплины

Занятия со слушателями осуществляются с использованием лабораторной установки, предназначенной для исследований и выполнения лабораторных работ, приточных, вытяжных, приточно-вытяжных установок вентиляции и кондиционирования воздуха в учебной лаборатории «Теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования» Сибирского федерального университета.



Установка выполнена на базе оборудования производства фирмы «GENERAL CLIMATE» в комплекте:

- приточная установка воздуха Storm-1 – (25)–R- H-2000/400;
- вытяжная установка воздуха Storm-1 – (25)-R-2000/400;
- чиллер GACC-120;
- фанкойл настенного типа GHW-06V 2T.

Установка дополнена системой воздухопроводов с различными типами воздухораспределителей.

Система кондиционирования воздуха является частью инженерно-технологической инфраструктуры здания и предназначена для проведения лабораторных работ в области исследований работы приточных, вытяжных, приточно-вытяжных установок вентиляции и кондиционирования воздуха (рисунок 1).

Система позволяет:

- проводить исследования распределения воздуха по воздуховодам различного сечения;
- исследовать работы элементов сети (тройники, переходы, отводы) различных конфигураций и сечений;
- изучать работу воздухораздающих и воздухоприемных устройств (регулируемые и не регулируемые);
- изменять количество приточного, вытяжного и смешенного воздуха;
- исследовать распределение воздуха и изменение его параметров в помещении (воздушные струи);
- исследовать работу воздушных фильтров;
- исследовать работу шумоглушителя;
- исследовать работу воздухонагревателей и воздухоохладителей;
- изучать возможности обработки воздуха в форсуночной камере орошения;
- изучать возможности работы рекуператора с промежуточным теплоносителем в теплый и холодные периоды года.

### Элементы приточно-вытяжной установки

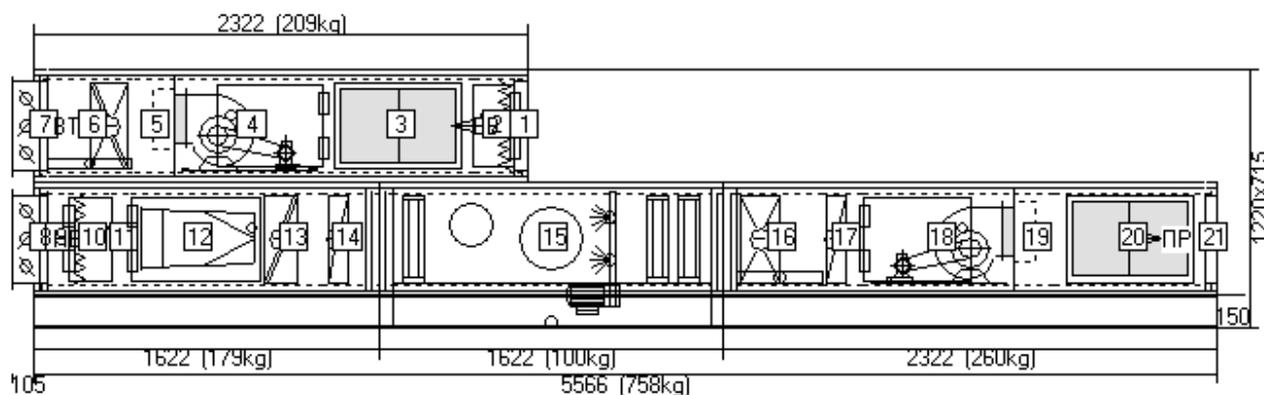


Рисунок 1 – Приточно-вытяжная установка

- 1 – забор воздуха; 2 – гибкая вставка на всасывании; 3 – шумоглушитель; 4 – вентилятор; 5 – гибкая вставка на нагнетании; 6 – охладитель рекуператора с промежуточным теплоносителем; 7 – наружный воздушный клапан; 8 – забор воздуха, гибкая вставка на всасывании; 9 – воздушный клапан; 10 – фильтр грубой очистки, 11 – пустая секция; 12 – фильтр тонкой очистки; 13 – нагреватель водяной (рекуператор); 14 – нагреватель водяной (первая ступень нагрева); 15 – камера орошения; 16 – охладитель водяной; 17 – нагреватель водяной (вторая ступень нагрева); 18 – приточный центробежный вентилятор с электроприводом; 19 – пустая секция; 20 – шумоглушитель; 21 – гибкая вставка на нагнетания.

*Вытяжная установка:*

- 1) забор воздуха;
- 2) гибкая вставка на всасывании;
- 3) шумоглушитель — предназначен для снижения уровня шума, создаваемого вентилятором. Состоит из шумопоглощающих пластин из негорючей минеральной ваты. Пластины усилены тканевым покрытием из стекловолокна, предотвращающим срыв частиц минеральной ваты потоком воздуха;
- 4) вытяжной центробежный вентилятор с электроприводом;
- 5) гибкая вставка на нагнетании;
- 6) охладитель водяной (рекуператор с промежуточным теплоносителем) — применяется для снятия тепла с удаляемого воздуха. Теплоноситель используется водный раствор этиленгликоля;
- 7) воздушный клапан с электроприводом состоит из стального окрашенного корпуса, внутри которого на осях смонтированы поворотные лопатки. От электрического привода через систему тяг и рычагов осуществляется синхронное движение лопаток от положения «закрыто» до положения «открыто». При отключении питания клапан закрывается возвратной пружиной.

*Приточная установка:*

- 1) забор воздуха, гибкая вставка на всасывании;
- 2) воздушный клапан с электроприводом состоит из стального окрашенного корпуса, внутри которого на осях смонтированы поворотные лопатки. От электрического привода через систему тяг и рычагов осуществляется синхронное движение лопаток от положения «закрыто» до положения «открыто». При отключении питания клапан закрывается возвратной пружиной;
- 3) фильтр грубой отчистки (кассетный EU-4) — состоит из оцинкованного стального каркаса и уложенного V-образно, и защищено проволочной сеткой, синтетического материала. Размеры фильтрующих элементов соответствуют действующим стандартам. Фильтр устанавливается по направляющим, это делает его обслуживание быстрым и простым;
- 4) пустая секция;
- 5) фильтр тонкой отчистки (карманный EU-5) — применяется в системах с повышенными требованиями по очистке воздуха как второй фильтрующий элемент. Размеры фильтрующих элементов соответствуют действующим стандартам. Фильтр устанавливается по направляющим, это делает его обслуживание быстрым и простым;
- 6) нагреватель водяной (рекуператор с промежуточным теплоносителем) — применяется для предварительного нагрева воздуха. Теплоноситель используется водный раствор этиленгликоля;
- 7) нагреватель водяной (**первая ступень нагрева**) — применяется для основного нагрева приточного воздуха. Теплоноситель вода с температурой 80–60 °С от существующего в лаборатории автоматизированного теплового пункта;

8) камера орошения — применяется для изменения относительной влажности приточного воздуха, а также для его охлаждения в зависимости от температуры распыляемой воды. Камера состоит из распределителя потока воздуха, трубопроводов, распространяющих воду, форсуночного блока, каплеуловителя, водяного насоса, поддона и поплавкового клапана. Корпус камеры оснащен открывающимся смотровым окном. Питание увлажнителя запитано от системы холодного и горячего водоснабжения здания, через смеситель;

9) охладитель водяной — применяется для охлаждения приточного воздуха и осушения в летний период. В качестве охладителя используются Cu/Al (медно-алюминиевые) теплообменники «GEA»;

10) нагреватель водяной (**вторая ступень нагрева**) — применяется для приведения температуры приточного воздуха до расчетных показателей. Теплоноситель вода с температурой 80–60 °С от существующего в лаборатории автоматизированного теплового пункта;

11) приточный центробежный вентилятор с электроприводом;

12) пустая секция;

13) шумоглушитель — предназначен для снижения уровня шума, создаваемого вентилятором. Состоит из шумопоглощающих пластин из негорючей минеральной ваты. Пластины усилены тканевым покрытием из стекловолокна, предотвращающим срыв частиц минеральной ваты потоком воздуха;

14) гибкая вставка на нагнетании.

*Чиллер* — предназначен для подготовки охлаждения воды или водяных растворов (используется водный раствор этиленгликоля) для обеспечения работы охладителя приточной системы и фанкойла. Предназначен для эксплуатации вне здания.

*Фанкойл* — настенного типа с 2-х трубным теплообменником и фильтром EU-2.

Воздуховоды из тонколистовой оцинкованной стали прямоугольного и круглого сечения класса «Н» (нормальные). Распределение воздуха осуществляется через регулируемые и не регулируемые воздухораспределители различных конструкций.

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Программа реализуется в очном формате. Она включает занятия лекционного типа, практические занятия на базе испытательной лаборатории «Теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования» Инженерно-строительного института Сибирского федерального университета.

### **Содержание комплекта учебно-методических материалов**

По данной программе разработан учебно-тематический план, график работы, сведения о результатах обучения, набор лекционного материала, нормативные документы, списки основной и дополнительной литературы.

### **Виды и содержание самостоятельной работы**

Самостоятельная работа слушателя представляет собой процесс углубления и закрепления теоретических знаний. Она включает в себя ряд видов деятельности, таких:

- изучение теоретического курса, в том числе, материалов, которые не вошли в курс лекций;
- изучение нормативных документов, включая стандарты в области проектирования систем вентиляции, кондиционирования и холодоснабжения объектов промышленного и гражданского строительства;
- выполнение практических заданий по темам программы повышения квалификации.

### **III. КАДРОВЫЕ УСЛОВИЯ**

Руководитель программы:

**Панфилов Виталий Иванович**, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерных систем зданий и сооружений Инженерно-строительного института Сибирского федерального университета.

Преподаватели программы:

**Матюшенко Анатолий Иванович**, доктор технических наук, профессор кафедры инженерных систем зданий и сооружений Инженерно-строительного института Сибирского федерального университета.

**Панфилов Михаил Витальевич**, ассистент кафедры инженерных систем зданий и сооружений Инженерно-строительного института Сибирского федерального университета.

**Бредихина Татьяна Александровна**, заведующая лабораторией теплогазоснабжения и вентиляции кафедры инженерных систем зданий и сооружений Инженерно-строительного института Сибирского федерального университета.

## IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

### 4.1. Учебно-методическое обеспечение, в т.ч. электронные ресурсы в корпоративной сети СФУ и сети Интернет

1. Абрамкина Д.В. Проектирование систем отопления, вентиляции и кондиционирования промышленных зданий: учебно-метод. пособие / Д.В. Абрамкина, А.С. Чуленев, К.М. Агаханова. – М.: МИСИ – МГСУ, 2020. – 61 с.

2. Аверкин А.Г. I-d-диаграмма влажного воздуха и ее применение при проектировании технических устройств: учеб. пособие / А.Г. Аверкин. – СПб.: Лань, 2021. – 192 с.

3. Богословский В.Н. 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.

4. Вентиляция и кондиционирование воздуха жилых и общественных зданий: учеб.-метод. пособие для выполнения курсового проекта по дисциплине Проектирование объектов ЖКХ / сост. В.И. Панфилов, М.В. Панфилов, Т.А. Бредихина. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т. 2023. – 73 с.

5. Вентиляция, кондиционирование воздуха и холодоснабжение: учебно-метод. пособие / Сиб. федер. ун-т, Инж.-строит. ин-т; сост.: В.И. Панфилов, А.С. Климов, И.Б. Оленев. – Красноярск: СФУ, 2021. – 123 с.

6. Вентиляция. Отопление и вентиляция промышленного здания: учебно-метод. пособие для курсового проектирования [для студентов профиля подготовки 270800.62.05 «Теплогазоснабжение и вентиляция» всех форм обучения] / Сиб. федер. ун-т, Инж.-строит. ин-т; сост.: В.И. Панфилов, В.К. Шмидт, Г.В. Смольников. – Красноярск: СФУ, 2014.

7. Внутренние санитарно-технические устройства: в 3 ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 1 / В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин; ред.: Н.Н. Павлов, Ю.И. Шиллер. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – 416 с.

8. Внутренние санитарно-технические устройства: В 3 ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2 / Б.В. Баркалов [и др.]; ред. Н.Н. Павлов, Ю.И. Шиллер. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – 416 с.

9. Воздухораспределители компании «Арктос»: указания по расчету и практическому применению. – Изд. 5-е. – М.: [Печатный двор], 2008. – 215 с.

10. Каменев П.Н. Вентиляция: учебник для студентов вузов / П.Н. Каменев. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: АСВ, 2011. – 631 с.

11. Кокорин О.Я. Системы и оборудование для создания микроклимата помещений: учебник / Леноблэнергострой. – М.: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2022. – 219 с.

12. Краснов В.И. Монтаж систем вентиляции и кондиционирования воздуха: учеб. пособие / Моск. политех. ун-т. – М.: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2022. – 224 с.

13. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий: учеб. пособие для вузов / В.П. Титов, Э.В. Сазонов, Ю.С. Краснов, В.И. Новожилов. – М.: Стройиздат, 1985. – 208 с.
14. Молчанов Б.С. Проектирование промышленной вентиляции: пособие для проектировщиков / Б.С. Молчанов. – 2-е изд., перераб. – Ленинград: Стройиздат, 1970. – 239 с.
15. Монтажное проектирование систем вентиляции: метод. указания к курсовому проекту для студентов спец. 290700 – «Теплогазоснабжение и вентиляция» / Сост. В.И. Панфилов. – Красноярск: КрасГАСА, 2002. – 57 с.
16. Н.В. Богословский. Отопление: учебник для вузов, обучающихся по спец. «Теплоснабжение и вентиляция» / Н.В. Богословский, А.Н. Сканава. – М.: Стройиздат, 1991. – 735 с.
17. Отопление жилых и общественных зданий: учеб.-метод. пособие для выполнения курсового проекта по дисциплине Проектирование объектов ЖКХ / сост. В.И. Панфилов, М.В. Панфилов, Т.А. Бредихина. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т. 2023. – 91 с.
18. Посохин В.Н. Аэродинамика вентиляции / В.Н. Посохин. – М.: Авок-пресс, 2008. – 209 с.
19. Протасевич А.М. Энергосбережение в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: учеб. пособие / А.М. Протасевич. – Минск: ООО «Новое знание»; М.: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2019. – 384 с.
20. Сазонов Э.В. Вентиляция: теоретические основы расчета: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по инженерно-техническим направлениям / Э.В. Сазонов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2020. – 201 с.
21. Свистунов В.И. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства: учеб. для студентов вузов спец. строительство, жилищно-коммунальное хозяйство, теплоэнергетика / В.М. Свистунов, Н.К. Пушняков. – 2-е изд. – СПб.: Политехника, 2006. – 423 с.
22. Справочник по теплоснабжению и вентиляции: в 2-х кн. / Р.В. Щекин, С.М. Корневский, Г.Е. Бем [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – Киев: Будивельник, 1976. Кн. 2: Вентиляция и кондиционирование воздуха. – 1976. – 352 с.
23. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции: учеб. пособие для вузов / В.Н. Талиев. – М.: Стройиздат, 1979. – 295 с.
24. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие / Б.М. Хрусталева [и др.]; ред. Б.М. Хрусталева. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 783 с.
25. Штокман Е.А. Теплогазоснабжение и вентиляция: учеб. пособие / Е.А. Штокман, Ю.Н. Карагодин. – М.: Изд-во АСВ, 2013; 2012. – 171 с.

#### **4.2. Программное обеспечение (информационные обучающие системы, системы вебинаров, сетевые ресурсы хостинга видео, изображений, файлов, презентаций и др.)**

1. Программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Office, Adobe Acrobat.
2. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>.
3. Электронно-библиотечная система «Znaniy.com» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://znaniy.com/>.
4. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.

### **V. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

#### **5.1. Формы аттестации, оценочные материалы, методические материалы**

Обучение на программе повышения квалификации предполагает выполнение индивидуальных текущих заданий и сдачи итогового зачета.

Методические материалы, необходимые для выполнения текущих заданий рекомендуются преподавателем на занятиях.

#### **5.2. Требования и содержание итоговой аттестации**

Основанием для аттестации слушателя по программе «Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха промышленных и гражданских зданий» является выполнение на положительную оценку всех текущих заданий и сдачи зачета.

Зачет по программам осуществляется в форме собеседования.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

## дисциплины (модуля)

### «Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха промышленных и гражданских зданий»

#### 1. Аннотация

Дисциплина (модуль) базируется на сводах правил и стандартов в области строительства, требованиям к проектной и технологической документации в области систем отопления, вентиляции, кондиционирования, теплоснабжения и холодоснабжения объектов капитального строительства и предоставит слушателям возможность приобрести теоретические и практические знания в области проектирования, ремонта и обслуживания систем вентиляции и кондиционирования объектов капитального строительства.

#### Результаты обучения:

В результате успешного освоения модуля «Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха промышленных и гражданских зданий» слушатели будут способны:

РО1. Собирать исходные данные с целью создания элементов систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

РО2. Выбирать соответствующие современные и эффективные системы вентиляции и кондиционирования в зависимости от их назначения и конструкции.

РО3. Применять балансовые уравнения для расчета воздухообмена.

РО4. Рассчитывать системы естественной и механической вентиляции и кондиционирования воздуха.

РО5. Оценивать соответствие рабочей документации принятым проектным решениям проектной документации.

#### 2. Содержание

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических занятий (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
<b>1. Санитарно-гигиенические условия воздушной среды в помещениях (6 ч.)</b>			
Тема 1.1 Нормативно-правовое обеспечение в области проектирования, санитарно-гигиенические нормы для проектирования систем вентиляции и кондиционирования (1 ч.)	Требования к системам вентиляции и кондиционирования воздуха для обеспечения комплексной безопасности зданий, жизни и здоровья человека при неблагоприятных воздействиях внешней среды (1 ч.)	—	—

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических занятий (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
Тема 1.2. Физические свойства воздуха, микроклимат помещений. Приборы для измерения параметров воздуха (1 ч.)	Температура, влажность, подвижность воздуха, атмосферное давление, электрическое состояние, солнечная радиация. Приборы для определения показателей микроклимата (1 ч.)	–	–
Тема 1.3. Расчетные параметры наружного воздуха и внутренней среды (4 ч.)	Выбор внутренних расчетных параметров. Основные критерии для выбора наружных расчетных параметров (2 ч.)	–	Изучение учебных материалов по теме, ответы на вопросы для самопроверки (2 ч.)
<b>2. Организация воздухообмена в помещениях и расчет (36 ч.)</b>			
Тема 2.1. Классификация систем вентиляции в различных типах помещений (2 ч.)	Определение, назначение и классификация систем вентиляции (1 ч.)	–	Изучение учебных материалов по теме, выполнение задания (1 ч.)
Тема 2.2. Схемы организации воздухообмена в помещениях различного назначения (4 ч.)	Основные принципы организации воздухообмена. Схемы организации воздухообмена в помещениях. Особенности организации воздухообмена в помещениях (1 ч.)	Расчет воздухообмена в производственных помещениях (1 ч.)	Изучение учебных материалов по теме, выполнение задания (2 ч.)
Тема 2.3. I-d диаграмма влажного воздуха. Построение процессов обработки приточного воздуха и воздуха помещений (4 ч.)	Основные характерные процессы на i-d диаграмме. Процессы обработки воздуха: нагревание, охлаждение, увлажнение, осушение, смешение (1 ч.)	Определение параметров и построение процессов на I-d диаграмме влажного воздуха (1 ч.)	Изучение учебных материалов по теме, выполнение задания (2 ч.)
Тема 2.4. Балансовые уравнения для расчета воздухообмена (6 ч.)	Определение требуемого воздухообмена помещений. Местная система вентиляции, назначение,	Расчет теплотерь. Расчет теплоступеней. Составление теплового баланса (1 ч.)	Изучение учебных материалов по теме, выполнение задания (3 ч.)

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических занятий (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
	особенности применения. Местные отсосы: классификация, минимальный объем вытяжной системы (2 ч.)		
Тема 2.5. Конструирование систем ВиКВ. Конструктивные элементы вентиляционных систем (4 ч.)	Конструктивные элементы вентиляционных систем. Виды воздуховодов и способы их соединений. Материалы для изготовления воздуховодов. Средства крепления. Размещение приточных и вытяжных камер. Прокладка воздуховодов по зданию. Требования к плотности воздуховодов в системах общеобменной вентиляции, системах дымоудаления, аварийной вентиляции (1 ч.)	Элементы вентиляционных систем. Виды воздуховодов и способы их соединений. Материалы для изготовления воздуховодов. Средства крепления. Размещение приточных и вытяжных камер. Прокладка воздуховодов по зданию. Требования к плотности воздуховодов в системах общеобменной вентиляции, системах дымоудаления, аварийной вентиляции (1 ч.)	Изучение учебных материалов по теме, выполнение задания (2 ч.)
Тема 2.6. Основное оборудование и материалы систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Выбор и расчет воздухораспределителей (6 ч.)	Вентиляторы. Калориферы. Фильтры. Клапаны. Защита калориферов от замерзания. Шумоглушители. Воздухораспределитель и. Местные отсосы (2 ч.)	Расчет и подбор вентиляторов, калориферов, фильтров. Защита калориферов от замерзания. Воздушные клапаны. Шумоглушители. Расчет и подбор воздухораспределителей (1 ч.)	Изучение учебных материалов по теме, выполнение задания (3 ч.)
Тема 2.7. Аэродинамический расчет систем механической	Составление расчетных схем систем приточной и вытяжной	Составление расчетных схем систем приточной	Изучение учебных материалов по

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических занятий (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
и естественной вентиляции (6 ч.)	вентиляции. Методы аэродинамического расчета, последовательность. Понятия статического и динамического давления. Потери давления на трение и в местных сопротивлениях в сетях вентиляции. Понятие о воздуховодах равномерной раздачи и всасывания, порядок расчёта (2 ч.)	и вытяжной вентиляции. Аэродинамического расчет приточной системы. Аэродинамического расчет вытяжной системы. Расчет воздуховодов равномерной раздачи (1 ч.)	теме, выполнение задания (3 ч.)
Тема 2.8. Расчет и подбор вентиляционного оборудования (4 ч.)	–	Расчет и выбор воздухораспределительных устройств. Подбор оборудования (2 ч.)	Изучение учебных материалов по теме, выполнение задания (2 ч.)
<b>3. Кондиционирования воздуха (16 ч.)</b>			
Тема 3.1. Классификация систем кондиционирования воздуха (2 ч.)	Общие сведения о системах кондиционирования воздуха. Требования к системам кондиционирования воздуха. Основные типы кондиционеров (1 ч.)	–	Изучение учебных материалов по теме, выполнение задания (1 ч.)
Тема 3.2. Системы кондиционирования VRF и система «Чиллер-фанкойл» (2 ч.)	Принцип работы системы кондиционирования VRF и система «Чиллер-фанкойл». Компоновка работы системы кондиционирования VRF и система «Чиллер-фанкойл» (1 ч.)	–	Изучение учебных материалов по теме, выполнение задания (1 ч.)
Тема 3.3. Естественные и искусственные источники холода. Холодильные машины: принцип работы, схемы (4 ч.)	Естественные источники холодоснабжения. Искусственные источники холодоснабжения:	–	Изучение учебных материалов по теме, выполнение задания (2 ч.)

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических занятий (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
	<p>парокомпрессионная и абсорбционная холодильные машины. Назначение, устройство и принцип действия холодильной машины (2 ч.)</p>		
<p>Тема 3.4. Основные положения выбора, описание и конструкция схем тепло- и холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха (8 ч.)</p>	<p>Основные положения выбора схем тепло- и холодоснабжения центральных и водо-воздушных систем КВ. Аккумуляторы теплоты и холода, расчет. Схемы теплоснабжения воздухонагревателей первой и второй ступени центральных кондиционеров. Схемы холодоснабжения камер орошения, поверхностных воздухоохладителей. Схемы тепло- и холодоснабжения местных агрегатов водо-воздушных СКВ: двухтрубные, трехтрубные и четырехтрубные. Обратное водоснабжение парокомпрессионных холодильных машин с водяным охлаждением конденсатора. Принципиальная схема. Сухие и мокрые градирни (2 ч.)</p>	<p>Выбор схем тепло- и холодоснабжения центральных и водо-воздушных систем КВ. Аккумуляторы теплоты и холода, расчет. Разработка и расчет схемы теплоснабжения воздухонагревателей первой и второй ступени центральных кондиционеров. Разработка и расчет схем холодоснабжения камер орошения, поверхностных воздухоохладителей. Разработка схемы тепло- и холодоснабжения местных агрегатов водо-воздушных СКВ: двухтрубные, трехтрубные и четырехтрубные. Разработка схемы обратного водоснабжения парокомпрессионных холодильных машин с водяным охлаждением конденсатора. Расчет сухих и мокрых градирен (2 ч.)</p>	<p>Изучение учебных материалов по теме, выполнение задания (4 ч.)</p>

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических занятий (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
<b>Технические испытания и эксплуатация (12 ч.)</b>			
Тема 4.1. Монтажные и пуско-наладочные работы. Измерительные приборы (8 ч.)	Исполнительная документация. Исполнительная схема систем вентиляции. Акт испытания. Выполнение замеров характеристик систем вентиляции. Пусконаладочные работы (2 ч.)	Измерительные приборы. Выполнение замеров характеристик систем вентиляции. Исполнительная схема систем вентиляции. Акт испытания вентсистемы (2 ч.)	Изучение учебных материалов по теме, выполнение задания (4 ч.)
Тема 4.2. Энергосбережение в системах вентиляции и кондиционирования воздуха (4 ч.)	Направления энергосбережения в СКВ. Использование возобновляемых источников энергии в СКВ (энергии солнца, теплоты грунта и т.д.). Регенерация теплоты удаляемого воздуха, теплообменники, схемы. Технико-экономическая оценка энергосберегающих мероприятий в СКВ (2 ч.)	—	Изучение учебных материалов по теме, выполнение задания (2 ч.)
Итоговая аттестация (2 ч.)			Зачет (2 ч.)

### **3. Оценка качества освоения дисциплины (формы аттестации, оценочные и методические материалы)**

**Форма аттестации** — зачет.

Критерии оценивания результатов обучения

«**Зачтено**» выставляется слушателю, если он показал достаточно прочные знания основных положений обучающего курса, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты.

«**Не зачтено**» выставляется слушателю, если при ответе выявились существенные пробелы в знаниях основных положений обучающего курса, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи.

## Примеры вопросов для сдачи зачета (собеседования)

1. Цели и задачи вентиляции.
2. Понятие профессионального заболевания.
3. Нормативные требования к вентиляционным системам
4. Сочетание параметров воздуха и температуры окружающих поверхностей, влияющих на комфортное самочувствие человека: оптимальная, допустимая, результирующая температуры. i-d диаграмма влажного воздуха.
5. Вентиляционные системы, классификации.
6. Основные вредные выделения в гражданских зданиях.
7. Понятие предельно допустимой концентрации вредного вещества в воздухе помещения.
8. Расчет воздухообмена помещения по вредностям, по санитарной норме, по нормируемой кратности.
9. Составление таблицы воздушного баланса здания.
10. Конструктивные элементы вентиляционных систем.
11. Виды воздуховодов и способы их соединений.
12. Материалы для изготовления воздуховодов.
13. Средства крепления.
14. Размещение приточных и вытяжных камер.
15. Прокладка воздуховодов по зданию.
16. Требования к плотности воздуховодов в системах общеобменной вентиляции, системах дымоудаления, аварийной вентиляции.
17. Вентиляторы. Калориферы. Фильтры. Клапаны. Защита калориферов от замерзания. Шумоглушители. Воздухораспределители. Местные отсосы.
18. Составление расчетных схем систем приточной и вытяжной вентиляции.
19. Методы аэродинамического расчета, последовательность.
20. Понятия статического и динамического давления.
21. Потери давления на трение и в местных сопротивлениях в сетях вентиляции.
22. Понятие о воздуховодах равномерной раздачи и всасывания, порядок расчёта.
23. Допустимые уровни шума в помещении.
24. Источники шума в вентиляционных системах.
25. Шумоглушители, конструкции, область применения.
26. Подбор шумоглушителей.
27. Воздушные завесы.
28. Назначение, классификация, конструкции, растёт воздушных завес.
29. Тёплые тамбуры для входных поёмов гражданских зданий.
30. Расчет и подбор воздушной завесы.
31. Теплоснабжение водяных воздушных завес.
32. Управление ВТЗ.
33. Исполнительная схема систем вентиляции.
34. Акт испытания. Пусконаладочные работы. Паспорт вентсистем.

## Примеры практических заданий

### 1. Работа воздухораспределителей в приточной системе.

Воздухораспределители являются важнейшими элементами систем кондиционирования воздуха и вентиляции. Однако выбор систем воздухораспределения является достаточно сложной задачей и требует знания всех разработок в этой области.

Задача воздухораспределителей состоит в обеспечении равномерного распределения воздуха в помещении с целью:

- ассимиляции тепловой нагрузки, как положительной, так и отрицательной;
- ассимиляции взвешенной в воздухе мельчайшей пыли и удаление ее вытяжной системой;
- поддержания в помещении заданной минимальной неравномерности температуры и скорости движения воздуха (градиента температуры и скорости в пределах установленного диапазона по вертикали и горизонтали).

При проектировании систем воздухораспределения следует учитывать фактические особенности помещения, которые могут влиять на распространение (циркуляцию) воздуха:

- наличие препятствий на пути движения воздушных струй;
- наличие локальных интенсивных тепловых источников;
- изменения температуры и/или расхода воздуха (например, в системах с переменным расходом) в приточных струях, влияющие на их дальность.

**Первая группа задач.** Построение фактической струи из воздухораспределителей различных конструкций в приточной системе. Схема приточной системы показана на рисунке 2.

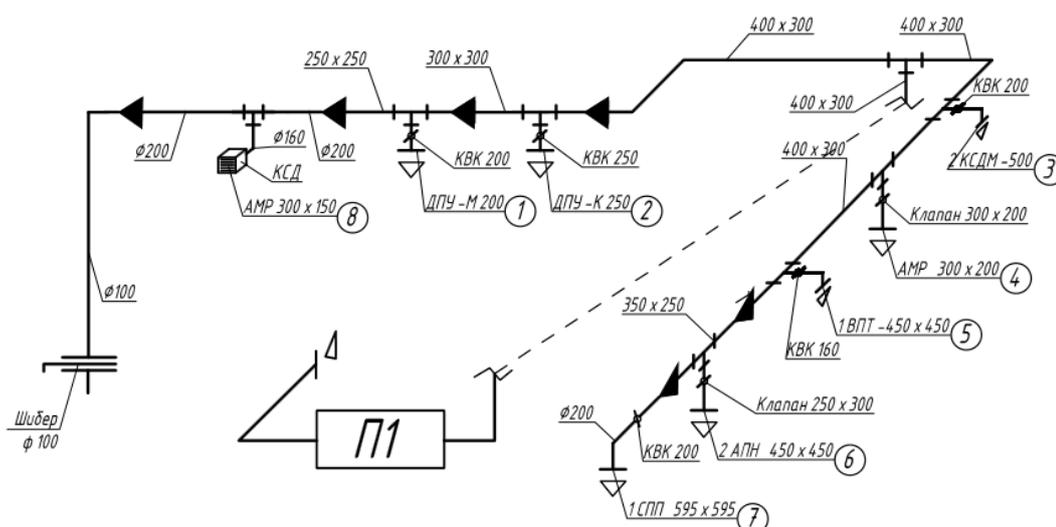


Рисунок 2 – Схема приточной системы П1.

- 1 – Пластиковый диффузор ДПУ-М-200, 2 – Пластиковый диффузор ДПУ-К-250,  
3 – Щелевая вентиляционная решетка 2АЛС 500+Б+2КСДМ с камерой статического давления, 4 – Решетка АМР300x200, 5 – Воздухораспределитель панельный 1ВНТ 450x450,  
6 – Диффузор 2АПН450x450, 7 – Воздухораспределитель панельный 1СПП595x595,  
8 – Решетка АМР300x150.

**Практическая работа № 1.** Построить конфигурацию вертикальной приточной струи, образованную воздухораспределителями, позиция на схеме 1–7. Пример — рисунок 3.

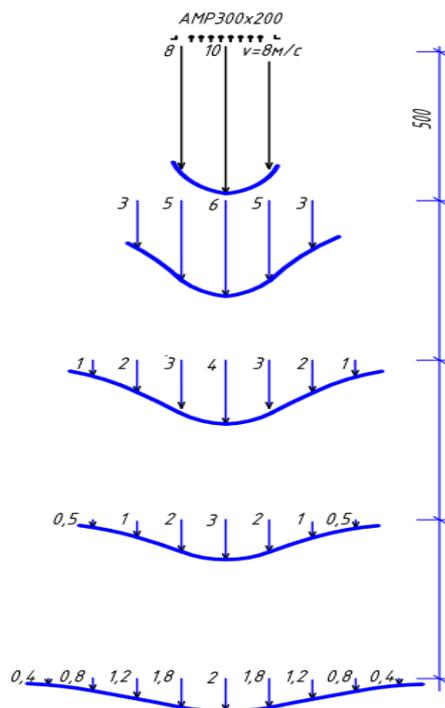


Рисунок 3 – Вертикальная приточная струя, образованная приточной регулируемой решеткой AMP 300x200. Угол поворота жалюзи  $\alpha = 0^\circ$ . При открытии регулятора расхода 100% ( $\beta = 0^\circ$ ).

**Практическая работа № 2.** Построить конфигурацию горизонтальной приточной струи, образованную воздухораспределителем, позиция на схеме 8. Пример — рисунок 4.

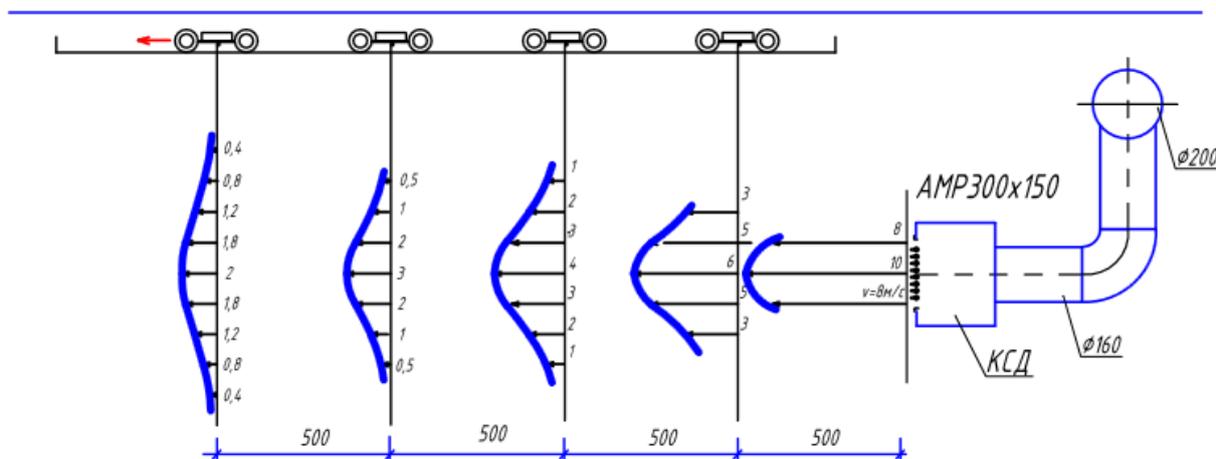


Рисунок 4 – Горизонтальная приточная струя, образованная приточной регулируемой решеткой AMP 300x150. Угол поворота жалюзи  $\alpha = 0^\circ$ . При открытии регулятора расхода 100% ( $\beta = 0^\circ$ ).

### **Практическая работа № 3.**

Исходя из схемы приточной установки, можно исследовать каждый воздухораспределитель для понятия характеристик струи приточного воздуха. При разных расходах.

Расходы меняются с помощью регулирующих клапанов на подводках к воздухораспределителям или с помощью частотного преобразователя.

Аналогичные исследования можно проводить и на вытяжной установке.

Построение выполняется по результатам измерения скоростей крыльчатым анемометром Testo 410-1.

При исследовании горизонтальной приточной струи используется установка визуализации (нитьевой метод, фото) струи.



**Вторая группа задач.** Исследование работы делителей потока воздуха (тройники) в приточных системах.

#### **Тройник круглого сечения с прямой и базовой врезкой.**

Тройник - фасонное изделие, с помощью которого к основному вентиляционному каналу подсоединяется дополнительный воздуховод. Это основной прямой участок трубы или короба, в который сбоку подсоединяется врезка. Существуют разные варианты стыковки и смещения врезки, в зависимости от конкретного расположения стыкуемых коммуникаций.

Задачи: приобрести навыки подбора вида тройника (прямое соединение и соединение через базовую врезку).

Схема приточной системы показана на рисунке 5. Варианты конфигурации узлов деления потока воздуха показаны на рисунке 6.

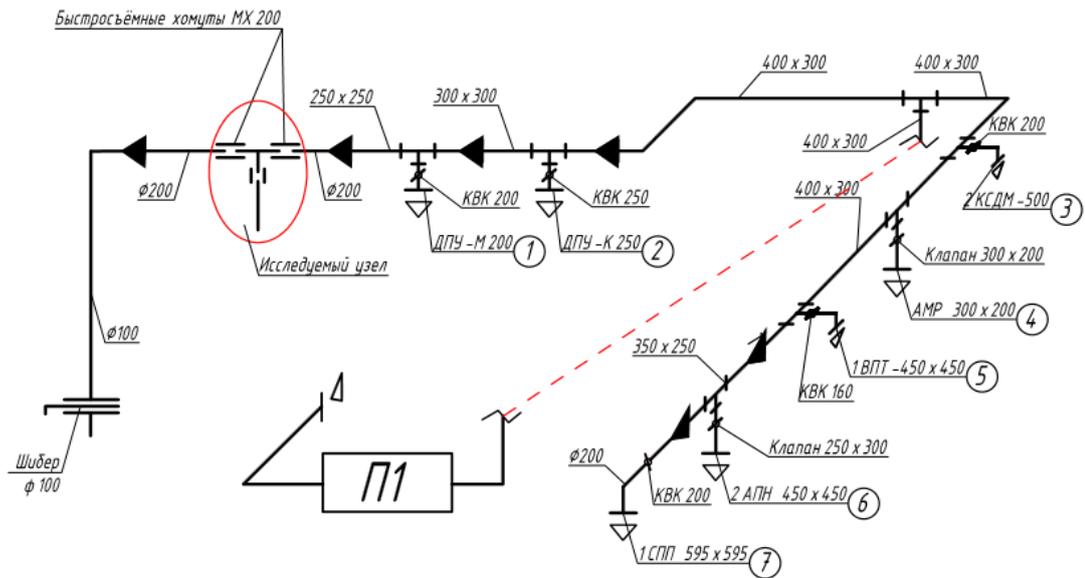


Рисунок 5 – Схема приточной системы (показан исследуемый узел)

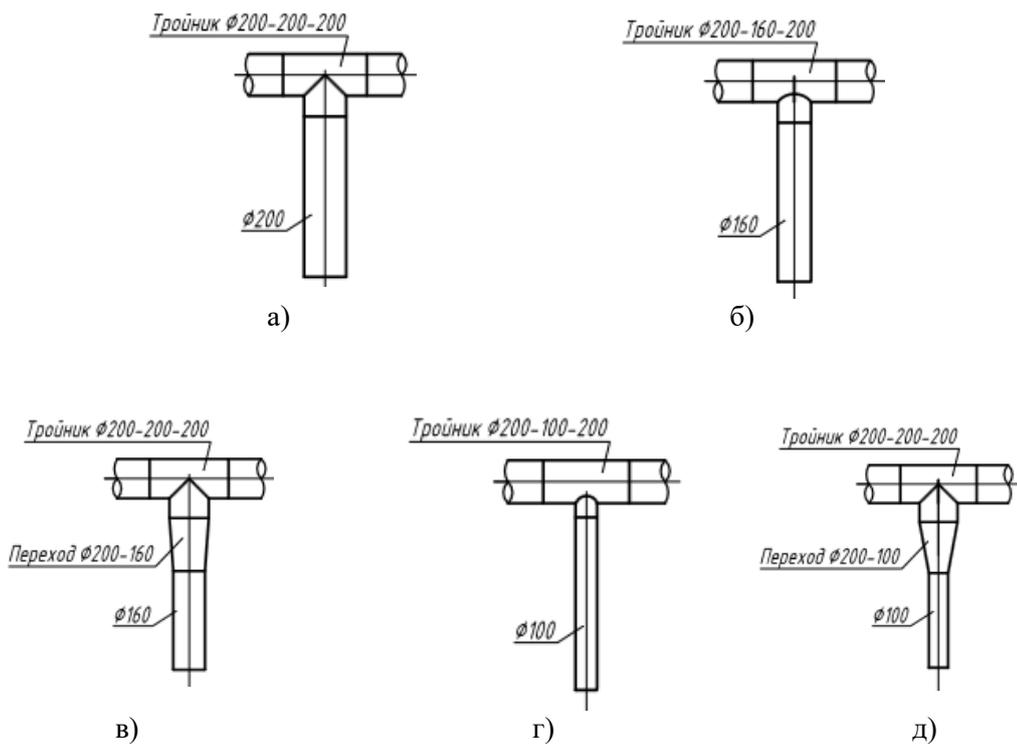


Рисунок 6 – Варианты конфигурации узлов деления потока воздуха  
 а) равнопроходной тройник 200\*200\*200 с прямой врезкой; б) неравнопроходной тройник 200\*160\*200 с прямой врезкой d 160; в) равнопроходной тройник 200\*200\*200 с врезкой d 160 через переход 200\*160; г) неравнопроходной тройник 200\*100\*200 с прямой врезкой d 100; д) равнопроходной тройник 200\*200\*200 с врезкой d 100 через переход 200\*100.

Расходы меняются положением степени открытия шибер (схема) или частотным преобразователем.

Расчет расхода воздуха в ответвлении определяются по известной площади сечения воздуховода и скорости воздуха, в ответвлении измеряемой крыльчатым анемометром Testo 410-1.

Исследования проводятся, при работе тройников в приточной и вытяжной системах.

### ***Задания для самостоятельной работы***

Самостоятельная работа слушателя представляет собой процесс углубления и закрепления теоретических знаний. Она включает в себя ряд видов деятельности, таких:

- изучение теоретического курса, в том числе, материалов, которые не вошли в курс лекций;
- изучение нормативных документов, включая стандарты в области проектирования систем вентиляции, кондиционирования и холодоснабжения объектов промышленного и гражданского строительства;
- выполнение практических заданий по темам программы повышения квалификации.

Программу составили:

Канд. техн. наук, доцент кафедры инженерных систем зданий и сооружений  
Инженерно-строительного института СФУ



В.И. Панфилов

Канд. техн. наук, доцент кафедры автомобильных дорог и городских сооружений  
Инженерно-строительного института СФУ



Е.Ю. Янаев

Зав. лабораторией теплогазоснабжения и вентиляции  
Инженерно-строительного института СФУ



Т.А. Бредихина

Руководитель программы:

Канд. техн. наук, доцент кафедры инженерных систем зданий и сооружений  
Инженерно-строительного института СФУ



В.И. Панфилов