

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
Г.В.Сакаш  
подпись    инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01.00.05 «Теплогазоснабжение и вентиляция»  
код и наименование специальности  
«Отопление и вентиляция кафе-столовой на 200  
посадочных мест в Советском районе г. Красноярска»  
тема

Пояснительная записка

Руководитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Г.В.Смольников  
подпись, дата    должность, ученая степень    инициалы,  
фамилия  
Выпускник \_\_\_\_\_ Д.Д.Коробейникова  
подпись, дата    инициалы,  
фамилия  
Консультант:  
ТВИС ТГВ \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Г.В.Смольников  
подпись, дата    должность, ученая степень    инициалы, фамилия

Красноярск 2017

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Отопление и вентиляция кафе-столовой на 200 посадочных мест в Советском районе г. Красноярска»

Содержит: 53 страницы, 2 иллюстраций, 9 таблиц, 35 формул, 1 приложение, 11 листов графического материала.

ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ  
АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ,  
КОЭФИЦИЕНТЫ МЕСТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ, ВОЗДУХООБМЕН,  
ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

Объект реконструкции – кафе столовая в г. Красноярске

Цели работы:

- обеспечение температурного комфорта в помещениях кафе-столовой;
- обеспечение качественного воздухообмена в помещениях ;
- расчет и подбор вентиляционного оборудования;
- технология монтажа систем вентиляции.

В результате проведенных расчетов были разработаны схемы отопления и вентиляции и произведен подбор основного оборудования.

В разделе ТВИС рассмотрены вопросы монтажа и испытания систем отопления и вентиляции, разработана монтажная схема системы вентиляции.

# СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ.....	
ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 Исходные данные для проектирования .....	9
1.1 Характеристика района строительства.....	9
1.2 Расчетные параметры наружного воздуха .....	9
1.3 Расчетные параметры внутреннего воздуха .....	10
1.4 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....	11
2 Отопление .....	15
2.1 Выбор принципиальных решений по отоплению.....	15
2.2 Расчет потерь тепла.....	15
2.3 Расчет отопительных приборов.....	20
2.4 Гидравлический расчет системы отопления.....	23
2.5 Подбор и предварительная настройка терморегуляторов .....	26
3 Вентиляция.....	27
3.1 Расчет поступлений тепла в помещение.....	27
3.1.1 Теплопоступление от источников искусственного освещения.....	27
3.1.2 Теплопоступление от солнечной радиации через световые проемы...28	
3.1.3 Теплопоступление от солнечной радиации через покрытия.....	29
3.1.4 Теплопоступление, влагопоступление и поступление углекислого газа от людей.....	30
3.1.5 Теплопоступление от нагретого оборудования .....	32
3.1.6 Баланс помещений по вредностям.....	32
3.2 Расчет воздухообмена в помещении.....	33
3.2.1 Параметры воздуха в вентиляционном процессе.....	33
3.2.2 Определение параметров влажного воздуха по I-d диаграмме.....	33
3.2.3 Определение расчетных воздухообменов.....	34
3.2.4 Определение воздухообменов по нормативным кратностям.....	35
3.2.5 Составление воздушного баланса.....	38
3.3 Выбор принципиальных и конструктивных схем вентиляции.....	41
3.4 Организация воздухообмена в помещении.....	42
3.5 Аэродинамический расчет вентиляционных систем.....	42
3.6 Расчет и подбор вентиляционного оборудования .....	46
3.6.1 Расчет калориферов.....	46
3.6.2 Расчет и подбор воздушных фильтров.....	48
3.6.3 Расчет и подбор вентиляторов.....	49
3.6.4 Расчет и подбор воздушно тепловой завесы.....	51
3.6.5 Подбор насосов.....	52
3.7 Спецификация оборудования и материалов.....	53

4	Технология заготовительных, монтажных работ.....
4.1	Подготовительные работы перед монтажом систем вентиляции.....
4.2	Подготовительные работы перед монтажом системы отопления.....
4.3	Последовательность монтажа системы отопления.....
4.4	Последовательность монтажа воздуховодов систем вентиляции.....
4.5	Испытание и сдача в эксплуатацию систем вентиляции .....
4.6	Испытание и сдача в эксплуатацию систем отопления.....
4.7	Расчет длин воздуховодов В7.....
	<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Целью данного проекта является решение проблем отопления, вентиляции дошкольного учреждения, т.е. обеспечение комфорта, экономии тепла и топлива, надежного и удобного управления системами, гармонии внешнего вида инженерного оборудования с дизайном помещений.

Из-за применения новых технологий и строительных материалов, установка герметичных стеклопакетов для борьбы с теплотерями через ограждающие конструкции приводят к тому, что естественная вентиляция практически не возможна. В местах большого скопления людей эта проблема стоит весьма остро.

Для этого в проекте предусматриваем приточно-вытяжную вентиляцию с механическим побуждением, систему отопления с комплексом тепловой автоматики, которые обеспечивают в помещениях высокий уровень комфорта и энергосбережения.

В проекте применяем инженерное оборудование российских и зарубежных фирм..

# 1 Исходные данные для проектирования

## 1.1 Характеристика района строительства

Объект проектирования – кафе-столовая в г.Красноярске  
Фасад ориентирован на С.

Географический пункт его расположения – г. Красноярск.

Географическая широта  $56^{\circ}$ с.ш.

Продолжительность отопительного периода  $z_{от.пер.} = 234$  дня.

Средняя температура отопительного периода  $t_{от.пер.} = -7,2^{\circ}\text{C}$ .

Основные характеристики элементов здания:

Объем здания  $5668,95 \text{ м}^3$

Наружная стена: утеплитель – кирпич керамический

Остекление – тройные стеклопакеты в отдельных металлических переплета

Двери – двойные  $3,2*2,5$

Источник теплоснабжения – ТЭЦ

Теплоноситель вода с параметрами  $T_1 / T_2 = 150/70^{\circ}\text{C}$ .

## 1.2 Расчетные параметры наружного воздуха

Расчетные параметры наружного воздуха следует принимать по [1] в зависимости от географического месторасположения объекта и назначения вентиляционных систем.

При расчете систем вентиляции для гражданского здания следует принимать расчетные параметры А для тёплого периода года и параметры Б для холодного. В переходный период года температура наружного воздуха принимается  $+8^{\circ}\text{C}$ , энтальпия  $+22,5$  кДж/кг. Расчетные данные заносим в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчетные параметры наружного воздуха

Период года	Барометрическое давление, гПа	Параметры А			Параметры Б		
		Температура, $^{\circ}\text{C}$	Удельная энтальпия, кДж/кг	Скорость ветра, м/с	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Удельная энтальпия, кДж/кг	Скорость ветра, м/с
Холодный	980	-	-	-	-40	-40,2	1
Теплый		22,5	49,4	1	-	-	-

### 1.3 Расчетные параметры внутреннего воздуха

Расчетные параметры внутреннего воздуха для торгового комплекса следует принимать по таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные параметры внутреннего воздуха

Наименование помещения	Период года	Температура, °С	Относительная влажность, %	Подвижность, м/с
Обеденный зал	Холодный и переходный	16	50-60	0,2
	Теплый	25,5		0,3
Горячий цех	Холодный и переходный	5	50-60	0,2
	Теплый	25,5		0,3
Холодный цех, мясо - рыбный цех	Холодный и переходный	16	50-60	0,2
	Теплый	25,5		0,3
Санузлы, коридор	Холодный и переходный	18	50-60	0,2
	Теплый	25,5		0,3
Гардероб, холл	Холодный и переходный	18	50-60	0,2
	Теплый	25,5		0,3
Кабинет заведующего производством	Холодный и переходный	18	50-60	0,2
	Теплый	25,5		0,3
Цех замеса и разделки теста, овощной цех	Холодный и переходный	16	50-60	0,2
		25,5		0,3
Костюмерная, комната уборного инвентаря	Холодный и переходный	18	50-60	0,2
	Теплый	25,5		0,3
Кладовая готовой продукции	Холодный и переходный	16	50-60	0,2
	Теплый	25,5		0,3
Конференц-зал	Холодный и переходный	20	50-60	0,2
	Теплый	25,5		0,3

## 1.4 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Ограждающие конструкции здания должны иметь регламентируемые нормами [3] сопротивления теплопередаче  $R_o$ ,  $(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$ . Величина  $R_o$ ,  $(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$  определяется толщиной принятого в конструкции ограждения теплоизоляционного слоя, выбор которой и определение коэффициента теплопередачи  $K$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$  и является основной целью теплотехнического расчета. Расчет ведется в соответствии со СНиП II-3-79\*.

При расчете ограждающих конструкции здания согласно [3] относительная влажность воздуха помещений принимается от 50 до 60% при расчетной температуре внутреннего воздуха в помещениях не менее 12 и не более 24°C. Тогда по таблице 1 [3] влажностный режим помещений – нормальный.

Зона влажности для данного района строительства по приложению 1 [3] - сухая.

Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности района строительства устанавливаем по приложению 2 [2] для города Красноярска - А, основываясь на них, ниже приведены расчетные коэффициенты теплопроводности строительных материалов.

Таблица 3 – Характеристики строительных материалов ограждающих конструкций

Наименование ограждения	Материал слоя	$\rho$ , $\text{кг}/\text{м}^3$	$\lambda$ , $\text{Вт}/\text{м}^2\text{°C}$	$\delta$ , м
Наружная стена	1.Кирпич керамический	1000	0,47	1,278
	2.Штукатурка известково-песчанная	1600	0,7	0,015
Бесчердачное перекрытие	1.Плита железобетонная	2500	1,92	0,22
	2.Минеральная вата	125	0,07	0,226
	3.Цементная стяжка	1800	0,76	0,05
	4.Рубероид на битумной основе	600	0,17	0,005
Полы	1.Плита железобетонная	2500	1,92	0,22

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций  $R_o$ ,  $(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$  следует принимать не менее требуемых значений,  $R_o^{\text{Тр}}$ ,  $(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$  определяемых исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий и условий энергосбережения.



Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП):

$$ГСОП = (t_B - t_{от.пер}) \cdot z_{от.пер} \quad (1.1)$$

где  $t_B$  - расчетная температура внутреннего воздуха, °С; Для расчета ограждений кафе  $t_B = 16^\circ\text{C}$ ;

$t_{от.пер}$  - средняя температура отопительного периода °С;

$z_{от.пер}$  - продолжительность отопительного периода, сут., периода со средней суточной температурой воздуха  $\leq 8^\circ\text{C}$  по [1].

$$ГСОП = (16 - (-7,2)) \cdot 234 = 5452$$

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций  $R_o^{TP}$ , ( $\text{m}^2\text{C}$ )/Вт, из условий энергосбережения в зависимости от ГСОП по таблице 16\* [3] следующее:

наружных стен	- 2,8
перекрытие	- 3,6
окна	- 0,55
дверь	- 4,5

Вычисляем требуемое сопротивление теплопередачи  $R_o^{TP}$ , ( $\text{m}^2\text{C}$ )/Вт, исходя из санитарных и комфортных условий, рассчитываемого ограждения

$$R_o^{TP} = \frac{(t_e - t_n) \cdot n}{\alpha_e \cdot \Delta t^H} \quad (1.2)$$

где  $t_B$  – то же, что и в формуле (1.1);

$t_n$  – температура наружного воздуха, °С;

$n$  – поправочный коэффициент в расчетной разности температур. Принимается в зависимости от положения к наружному воздуху, для расчета наружной стены  $n=1$ ;

$\alpha_e$  – коэффициент теплообмена на внутренней поверхности ограждения, Вт/( $\text{m}^2\text{C}$ ). Для гладких поверхностей  $\alpha_e = 8,7$  Вт/( $\text{m}^2\text{C}$ );

$\Delta t^H$  - нормируемый температурный перепад между температурой внутренней поверхности ограждения и температурой внутреннего воздуха, °С (согласно [3], для наружных стен  $\Delta t^H=4,5^\circ\text{C}$ ).

Для наружных стен

$$R_o^{TP} = \frac{(16 - (-40)) \cdot 1}{8,7 \cdot 4,5} = 1,43 (\text{m}^2\text{C})/\text{Вт}$$

Требуемое сопротивление теплопередаче заполнения световых проемов (окон,) принимаем по таблице 9\*[3] для трехкамерных стеклопакетов из стекла с твердым покрытием в алюминиевых переплетах

$$R_o^{TP} = 0,55 \text{ m}^2 \text{ C}/\text{Вт}.$$

За расчетное сопротивление теплопередаче принимаем большее

$$R_{o}^{Tr} \text{ стены} = 2,8 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$$

$$R_{o}^{Tr} \text{ перекрытие} = 3,6 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$$

$$R_{o}^{Tr} \text{ светового проема} = 0,55 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$$

$$R_{o}^{Tr} \text{ двери} = 4,5 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$$

Рассчитываем толщину искомого слоя из условия  $R_{o}^{Tr} < R_{o}^{\Phi}$ , где  $R_{o}^{\Phi}$  - фактическое сопротивление теплопередачи  $R_{o}^{\Phi}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$ , ограждающей конструкции определяется по формуле

$$R_{o}^{\Phi} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_H} \quad (1.3)$$

где  $\delta$  - толщина слоя, м;

$\lambda$  - коэффициент теплопроводности соответствующего слоя,  $\text{Вт/м}^0\text{С}$ ;

$\alpha_B$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по таблице 4\* СНиП II-3-79\*;

$\alpha_H$  - коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции  $\text{Вт/(м}^2 \text{ °С)}$ , принимаемый по таблице 6\* СНиП II-3-79\*.

Определяем толщину слоя тепловой изоляции, принимая в качестве расчетного значения сопротивления наружной стены.

Для наружных стен

$$\delta = 0,47 * (2,8 - (\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,7} + \frac{1}{23})) = 1,278 \text{ м}$$

Определяем коэффициент теплопередачи  $K$ ,  $\text{Вт/(м}^2 \text{ °С)}$ , по формуле

$$K = \frac{1}{R} \quad (1.4)$$

где  $R$  - действительное сопротивление наружной стены,  $\text{м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$ .

$$K = \frac{1}{2,8} = 0,357 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °С)}$$

Перекрытие чердачное.

Определяем толщину слоя тепловой изоляции, принимаем в качестве слоя тепловой изоляции слой плит минераловатных жестких на синтетическом связующем

$$\delta = 0,07(3,6 - (\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{1}{23})) = 0,226 \text{ м}$$

Выбираем толщину плит  $\delta = 0,22$  м, для того чтобы выполнялось условие  $R_o^{Tr} < R_o^{\Phi}$ ,

Определяем действительное сопротивление

$$R = \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,226}{0,07} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{1}{23} \right) = 3,6 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$$

$$K = \frac{1}{3,6} = 0,26 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{°C}),$$

Тройные стеклопакеты

$$K = \frac{1}{0,55} = 1,82 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{°C})$$

Двери

$$K = \frac{1}{4,5} = 0,22 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{°C})$$

В нашем случае полы находятся над холодным подпольем.

Таблица 4 – Теплотехнические характеристики наружных ограждений

Наименование ограждения	$\delta$ , м	$R_o$ , ( $\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$	$K$ , $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$
Наружные стены	1,293	2,8	0,357
Перекрытие подвальное	0,22	3,2	0,31
Перекрытие чердачное	0,5	3,6	0,26
Дверь	-	4,5	0,22

## 2 Отопление

### 2.1 Выбор принципиальных решений по отоплению

Система отопления предназначена для создания в помещениях здания температурной обстановки, соответствующей комфортной для человека или требованиям технологического процесса.

Основные принципиальные решения по системе отопления принимаем на основании [2]. Для системы отопления в качестве теплоносителя используем высокотемпературную воду (150/70°C). Система отопления – центральная с механическим побуждением циркуляции воды, двухтрубная с нижней разводкой. Отопление осуществляется местными отопительными приборами – алюминиевыми радиаторами «Calidor Super». Схемы систем отопления местными приборами предусматриваем тупиковыми, как наиболее простые, надежные в эксплуатации и дешевые.

### 2.2 Расчет потерь тепла

При составлении теплового баланса помещений, определяющего тепловую нагрузку  $Q_p^{от}$ , Вт на систему отопления, учитываются теплопотери: через ограждения здания  $Q_o$ , Вт; на нагревание инфильтрационного воздуха  $Q_{и}$ , Вт.

$$Q_p^{от} = Q_o + Q_{и} \quad (2.1)$$

Теплопотери через наружные ограждения здания,  $Q_o$ , Вт, рассчитываются для всех помещений первого, верхнего этажей и для лестничной клетки секции по формуле

$$Q_o = k \cdot F \cdot (t_b - t_n) \cdot n \cdot (1 + \Sigma\beta) \quad (2.2)$$

где  $K$  – то же, что в формуле (1.4);

$F$  – расчетная площадь ограждений,  $m^2$ ;

$t_b, t_n$  – расчетные температуры соответственно воздуха внутри помещения и наружного воздуха, °C;

$n$  – то же, что в формуле (1.2)

$\beta$  – коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери через ограждения.

При вычислении площади помещений пользуемся правилом обмера. Теплопотери через полы, расположенные по грунту рассчитываем по зонам шириной 2м, параллельным наружным стенам. Добавочные потери теплоты принимаем в долях от основных потерь в соответствии с приложением 9[2]. Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции сводится в таблицу 5.

Таблица 5– Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции

Номер помещения, название и температур внутреннего воздуха	Характеристика ограждений				$(t_{в}-t_{н})n$	K, Вт/м <sup>2</sup> °С	Дополнительные теплопотери		$\eta$	Q <sub>o</sub> , Вт
	название	ориентация	размеры, м	площадь, м <sup>2</sup>			ориентацию, %	прочие, %		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Этаж на отметки 0.000										
№ 1 Тамбур t <sub>в</sub> = 16°С	НС	С	2,65*4,2	11,13	56	0,357	10	-	1,1	245
	Д.Д	С	3,2*2,5	8	56	0,22	10	-	1,1	108
	Пл.	-	1,3*1,9	2,47	6,6	0,31	-	-	1	5
										$\Sigma$
№ 2 Гардероб t <sub>в</sub> = 16°С	НС1	С	3,5*4,2	14,7	58	0,357	10	15	1,25	380
	НС2	3	2,87*4,2	12,05	58	0,357	10	15	1,25	312
	Пл	-	2,87*3,5	10,04	58	0,31	-	-	1	181
										$\Sigma$
№ 4 Санузел посетителя t <sub>в</sub> = 16°С	НС	3	3,64*4,2	15,3	58	0,357	10	-	1,1	348
	Пл	-	3,64*3,6	13,2	58	0,31	-	-	1	237
									$\Sigma$	585
№ 7 Санузел посетителя t <sub>в</sub> = 18°С	НС1	Ю	2,52*4,2	10,6	58	0,357	-	-	1	219
	Пл	-	2,52*4,2	10,6	58	0,31	-	-	1	190
									$\Sigma$	409
№ 9 Обеденный зал t <sub>в</sub> = 16°С	НС1	Ю	26,9*4,2	112,98	56	0,357	-	15	1,15	2598
	НС2	С	26,9*4,2	112,98	56	0,357	10		1,1	2485
	Д.О	Ю	1,2*1,5	16,2	56	1,82	-	15	1,15	1899
	Д.О	С	1,2*1,5	16,2	56	1,82	10		1,1	1816
	Пл		26,9*12	320,11	56	0,31	-		1	5557
										$\Sigma$
№ 34 Коридор t <sub>в</sub> = 18°С	НС	ЮЗ	6*4,2	25,2	58	0,357	5	15	1,2	626
	Д.О	ЮЗ	1,2*1,5	1,8	58	1,82	5	15	1,2	228
	Пл	-	6*3,2	19,2	58	0,31	-	-	1	345
									$\Sigma$	1199
№ 40 Конференц-зал t <sub>в</sub> = 16°С	НС	ЮЗ	9,3*4,2	39,06	60	0,357	5	-	1,05	878
	Д.О	ЮЗ	1,2*1,5	5,4	60	1,82	5	-	1,05	619
	Пл	-	9*6	55,8	60	0,31	-	-	1	1038
									$\Sigma$	2535

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
№ 44 Гардероб $t_b = 18^\circ\text{C}$	НС	ЮЗ	2,6*4,5	10,92	58	0,357	5	15	1,2	271
	НС	ЮВ	1,5*4,2	6,3	58	0,357	-	15	1,15	150
	Пл	-	2,6*1,5	3,9	58	0,31	-	-	1	70
									$\Sigma$	491
№ 35 Холл $t_b = 18^\circ\text{C}$	НС	ЮВ	1,9*4,2	7,98	58	0,357	-	15	1,15	190
	Пл	-	1,9*2,3	4,37	58	0,31	-	-	1	79
									$\Sigma$	269
№ 26 Кладовая готовой продукции $t_b = 16^\circ\text{C}$	НС	ЮВ	4*4,2	16,8	56	0,357		15	1,15	386
	НС	СВ	2,4*4,2	10,08	56	0,257	5	15	1,2	242
	Пл		4,*2,4	9,6	56	0,31			1	167
									$\Sigma$	795
№ 23 Коридор $t_b = 16^\circ\text{C}$	НС	СВ	7,3*4,2	30,66	56	0,357	5	15	1,2	736
	НС	ЮВ	4,9*4,2	20,58	56	0,357	-	15	1,15	473
	ДО	СВ	1,2*1,5	3,6	56	1,82	5	15	1,2	440
	Пл	-	7,3*4,9	35,77	56	0,31	-		1	621
									$\Sigma$	2270
№ 21 Санузел $t_b = 18^\circ\text{C}$	НС	ЮВ	2,1*4,2	8,82	58	0,357	-	-	1	183
	ДО	ЮВ	1,2*1,5	1,8	58	1,82	-	-	1	190
	Пл	-	2,1*1,8	3,78	58	0,31	-	-	1	68
									$\Sigma$	441
№ 20 Санузел $t_b = 18^\circ\text{C}$	НС	ЮВ	2,1*4,2	8,82	58	0,357	-	-	1	183
	ДО	ЮВ	1,2*1,5	1,8	58	1,8	-	-	1	188
	Пл		2,1*1,8	3,78	58	0,31	-	-	1	68
									$\Sigma$	439
№ 22 Комната уборного инвентаря $t_b = 18^\circ\text{C}$	НС	ЮВ	1,9*4,2	8,19	58	0,357	-	15	1,15	195
	НС	СВ	2*4,2	8,4	58	0,357	5	15	1,2	209
	Пл	-	2*1,95	3,9	58	0,31	-	-	1	70
									$\Sigma$	474
№ 15 Мясо- рыбный цех $t_b = 16^\circ\text{C}$	НС	ЮВ	3,8*4,2	15,96	56	0,357	-	15	1,15	367
	НС	СВ	5,8*4,2	24,57	56	0,357	10	15	1,25	614
	Пл	-	3,8*5,8	22,23	56	0,31	-	-	1	386
									$\Sigma$	1367
№ 14 Овощной цех $t_b = 16^\circ\text{C}$	НС	СВ	6*4,2	25,2	56	0,357	10	15	1,25	630
	НС	СЗ	3,1*4,2	13,02	56	0,357	10	15	1,25	325
	ДО	СЗ	1,2*1,5	1,8	56	1,82	10	15	1,25	229
	Пл	-	6*3,1	18,6	56	0,31	-	-	-	323
									$\Sigma$	1507
№ 13 Кабинет заведующей $t_b = 16^\circ\text{C}$	НС	СЗ	2,7*4,2	11,34	58	0,357	10	-	1,1	258
	ДО	СЗ	1,2*1,5	1,8	58	1,82	10	-	1,1	209
	Пл	-	2,7*4,9	13,3	58	0,31	-	-	1	239
									$\Sigma$	706
№ 12 Цех замеса и разделки теста $t_b = 16^\circ\text{C}$	НС	СЗ	6*4,2	18,6	56	0,357	10	-	1,1	292
	ДО	СЗ	1,2*1,5	3,6	56	1,82	10	-	1,1	404
	Пл	-	6*3,9	23,64	56	0,31	-	-	1	579
									$\Sigma$	1275

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
№ 11 Холодный цех $t_b = 16^\circ\text{C}$	НС	СЗ	6*4,2	18,6	56	0,357	10	-	1,1	409
	ДО	СЗ	1,2*1,5	3,6	56	1,82	10	-	1,1	404
	Пл		6*3,9	23,64	56	0,31	-	-	1	410
									$\Sigma$	1223
№ 10 Горячий цех $t_b = 5^\circ\text{C}$	НС	С	9*4,2	23,64	45	0,357	10	-	1,1	418
	ДО	С	1,2*1,5	3,6	45	1,82	10	-	1,1	324
	Пл		9*6,25	56,32	45	0,31	-	-	1	786
									$\Sigma$	1528
№ 8 Костюмерн ая $t_b = 18^\circ\text{C}$	НС	Ю	2,8*4,2	11,76	58	0,357	-	-	1	244
	Пл	-	2,8*5,1	14,42	58	0,31	-	-	1	259
									$\Sigma$	503
Лестничная клетка 1	НС	ЮВ	6*8,4	50,4	56	0,357	5	-	1,05	1058
	Пл	-	6*3,4	20,4	56	0,31	-	-	1	354
									$\Sigma$	1412
Лестничная клетка 2	НС	З	6*3,2	19,2	56	0,357	5	-	1,05	403
	НС	Ю	2,7*3,2	8,8	56	0,357	-	-	1	176
	Пл	-	6*2,7	16,2	56	0,31	-	-	1	281
									$\Sigma$	860
$\Sigma 35974 \text{ Вт}$										
Этаж на отметки 4.200										
№ 17 Техническо е помещение $t_b = 16^\circ\text{C}$	НС	ЮЗ	18*4,2	75,18	56	0,357	5	15	1,2	1804
	НС	ЮВ	1,4*4,2	5,88	56	0,357	-	15	1,15	135
	Пт	-	18*1,4	25,64	56	0,26	-	-	1	373
									$\Sigma$	2312
№ 24 Тепловой узел $t_b = 12^\circ\text{C}$	НС	ЮВ	1,4*4,2	5,88	52	0,357	-	-	1	109
	Пт	-	1,4*2,4	3,44	52	0,26	-	-	1	47
									$\Sigma$	156
№ 15 Помещение временного хранения $t_b = 2^\circ\text{C}$	НС	ЮВ	1,5*4,2	6,3	42	0,357	-	15	1,15	109
	НС	СВ	2,4*4,2	10,08	42	0,357	5	15	1,2	181
	Пт		1,5*2,4	3,6	42	0,26	-	-	1	39
									$\Sigma$	329
№ 16 Кладовая хлеба $t_b = 12^\circ\text{C}$	НС	ЮВ	1,4*4,2	5,88	52	0,357	-	-	1	109
	Пт	-	1,4*2,4	3,44	52	0,26	-	-	1	47
									$\Sigma$	156
№ 13 Загрузочная $t_b = 10^\circ\text{C}$	НС	СВ	4,1*4,2	17,22	50	0,357	10	-	1,1	338
	Пт	-	4,1*4	16,34	50	0,26	-	-	1	212
									$\Sigma$	550
№ 12 Коридор $t_b = 16^\circ\text{C}$	НС	ЮВ	2*4,2	8,4	56	0,357	-	-	1	168
	Пт	-	2*7,85	15,7	56	0,26	-	-	1	229
									$\Sigma$	397
№ 20 Венткамера $t_b = 18^\circ\text{C}$	НС	Ю	29*4,2	124,32	58	0,357	-	-	1	2574
	Пт	-	29*0,7	20,42	58	0,26	-	-	1	308
									$\Sigma$	2882

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
№ 9 Кабинет директора, бухгалтера $t_b = 18^\circ\text{C}$	НС	ЮВ	5,6*4,2	23,52	58	0,357	5	15	1,2	584
	НС	СВ	4,1*4,2	17,22	58	0,357	10	15	1,25	446
	ДО	ЮВ	1,2*1,5	1,8	58	1,82	5	15	1,2	228
	ДО	СВ	1,2*1,5	1,8	58	1,82	10	15	1,25	238
	Пт	-	5,6*4,1	22,96	58	0,26	-	-	1	346
									$\Sigma$	1842
										$\Sigma$ 9150
Итого по зданию $\Sigma$ 45124 Вт										

В графе 2 таблицы 5 приняты такие условные обозначения: НС - наружная стена; ДО-окно; Пл – пол; Пт- потолок; ДД – двойная дверь

Расчет теплопотерь на инфильтрацию

Теплопотери на нагрев инфильтрующегося воздуха в холодный период года  $Q_{и}$ , Вт рассчитывается по формуле:

$$Q_{и}=0,278 * A_{ок} * G_{ок} * F_{ок} * (t_b - t_n), \text{ Вт}$$

где  $A_{ок}$ - коэффициент учитывающий влияние встречного теплового потока, принимается равной 0,8.

$F_{ок}$ - площадь окна,  $\text{м}^2$ ;

$t_b$ - температура внутреннего воздуха,  $^\circ\text{C}$

$t_n^B$ - температура наружного воздуха по параметру Б,  $^\circ\text{C}$

$G_{ок}$ - расход воздуха поступающего в помещение путем инфильтрации,  $\text{кг}/(\text{м}^2/\text{ч})$

$$G_{ок}=0,1 * \Delta P^{2/3} / R_{и},$$

где  $\Delta P$ - разность давлений у наружного и внутреннего поверхности окна;

$R_{и}$ - сопротивление воздухопроницанию окна, равная 0,29.

$$\Delta P=(H-h) * (j_n - j_b) + 0,05 * j_n * v^2 * (C_n - C_3) K_v;$$

где Н-высота здания, м;

h- высота от поверхности земли до центра рассматриваемого окна, м

$j_n, j_b$ - удельный вес воздуха при  $t_n^B$  и  $t_n=5^\circ\text{C}$

V- скорость ветра в холодный период года,  $^\circ\text{C}$

$C_n$  и  $C_3$  – аэродинамический коэффициент для наветренной и заветренной стороны здания, соответственно 0,8 и 0,6.

$K_v$ - коэффициент изменения скоростного давления по высоте здания, 0,75.

Расчет теплопотерь на инфильтрацию и расчет теплопотерь через ограждающие конструкции сводится в таблицу 6.



Таблица 6-Тепловой баланс помещений

№ ком.	Теплопотери через ограждающие конструкции $Q_0$	Теплопотери на инфильтрацию $Q_{и}$	Тепловая нагрузка на систему отопления $Q$
1 этаж			
1	380	84,43	464
2	870	0	870
4	590	0	590
7	410	0	410
8	500	0	500
9	15380	1628,33	17008
34	1210	87,45	1297
40	2540	271,39	2811
44	490	90,46	580
35	270	0	270
26	800	0	800
23	2280	168,86	2449
21	440	87,45	527
20	440	87,45	527
22	480	87,45	567
15	1370	0	1370
14	1510	84,43	1594
13	710	87,45	797
12	1270	168,86	1439
11	1220	168,86	1389
10	1530	135,69	1666
ЛК1	1410	0	1410
ЛК2	860	0	860
2 этаж			
№ ком.	$Q_0$	$Q_{и}$	$Q$
17	2310	0	2310
24	680	0	680
16	160	0	160
15	330	0	330
13	550	0	550
12	400	0	400
9	1850	85	1935
20	2880	0	2880

### 2.3 Расчет отопительных приборов

Тепловой расчет отопительных приборов заключается в определении габаритов нагревательной поверхности, обеспечивающей необходимое теплоступление в помещение. Для всех помещений к установке принимаем алюминиевые радиаторы «Calidor Super».

Определяем количество теплоносителя  $G_{пр}$ , кг/ч, проходящего через отопительный прибор в течение часа

$$G = \alpha \cdot \frac{3,6 \cdot Q \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c(t_2 - t_0)} \quad (2.2)$$

где  $Q_{от}$  – то же, что в формуле (2.1);

$c$  – удельная теплоемкость воды, кДж/(кг°С);

$t_1, t_0$  – соответственно температуры теплоносителя в подающей и обратной магистралях, °С;

$\alpha$  – коэффициент затекания воды в прибор;

$\beta_1$  – коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери, связанные с размещением отопительных приборов у наружных ограждений;

$\beta_2$  – поправочный коэффициент, учитывающий теплоотдачу через дополнительную сверх расчетной площадь принимаемых к установке приборов;

Рассчитываем температурный напор для отопительного прибора  $\Delta t$ , °С;

$$\Delta t = \frac{t_{вх} + t_{вых}}{2} - t_в \quad (2.3)$$

где  $t_{вх}, t_{вых}$  – температура теплоносителя соответственно на входе и выходе из отопительного прибора, °С;

$t_в$  – температура внутри помещений °С;

Определяем комплексный коэффициент  $\varphi$  по формуле

$$\varphi = \left( \frac{\Delta t}{70} \right)^{1+n} \cdot \left( \frac{G_{np}}{360} \right)^p \cdot b \quad (2.4)$$

где  $n$  и  $p$  – коэффициенты полученные экспериментальным путем;

$b$  – поправочный коэффициент на атмосферное давление.

Рассчитываем теплоотдачу открыто проложенных теплопроводов, Вт;

$$Q_{mp} = q \cdot l_г \cdot q \cdot l_в \quad (2.5)$$

где  $q_в, q_г$  – соответственно теплоотдача горизонтально и вертикально проложенных теплопроводов, Вт/м;

$l_в, l_г$  – соответственно длины горизонтально и вертикально проложенных теплопроводов, м;

Рассчитываем требуемый тепловой поток  $q_{тр}$ , Вт/м<sup>2</sup>

$$q_{mp} = \frac{Q_{np} - 0,9 \cdot Q_{mp}}{\varphi} \quad (2.6)$$

Расчет сводим в таблицу 7.

Таблица 7 - Расчет отопительных приборов

№ стояка	№этажа	tвх°С	tвых°С	Δt°С	φ	Gст, кг/ч	Qст, Вт	qпр, Вт/м2	Название
Ст1	1-этаж	95	70	66,5	0,925	201	5572	5572	"Calidor Super", 14 секции, высота H=500мм
Ст2	1-этаж	95	70	66,5	0,925	86	2388	2388	"Calidor Super ", 12 секций, высота H=350мм
Ст3	1-этаж	95	70	66,5	0,925	115	3184	3184	" Calidor Super ", 8 секций, высота H=350мм
Ст4	1-этаж	95	70	66,5	0,925	115	3184	3184	" Calidor Super ", 8-секций, высота H=350мм
Ст5	1-этаж	95	70	66,5	0,925	115	3184	3184	" Calidor Super ", 8 секций, высота H=350мм
Ст6	1-этаж	95	70	66,5	0,925	115	3184	3184	" Calidor Super ", 8 секции, высота H=350мм
Ст7	1-этаж	95	70	66,5	0,925	144	3980	3980	" Calidor Super ", 10 секции, высота H=350мм
Ст8	1-этаж	95	70	66,5	0,925	72	1990	1990	" Calidor Super ", 10 секции, высота H=350мм
Ст9	1-этаж	95	70	66,5	0,925	58	1592	1592	" Calidor Super ", 8 секции, высота H=350мм
Ст10	1этаж	95	70	66,5	0,925	115	3184	3184	" Calidor Super ", 8 секций, высота H=350мм
Ст11	1-этаж	95	70	66,5	0,925	115	3184	3184	" Calidor Super ", 8 секций, высота H=350мм
Ст12	1-этаж	95	70	66,5	0,925	108	2985	2985	" Calidor Super ", 15 секции, высота H=350мм
Ст13	1-этаж	95	70	66,5	0,925	22	597	597	" Calidor Super ", 3 секций, высота H=500мм
Ст14	1-этаж	95	70	66,5	0,925	22	597	597	" Calidor Super ", 3 секций, высота H=500мм
Ст15	1-этаж	95	75	69	0,975	173	4776	3184	" Calidor Super ", 8 секций, высота H=350мм
	2-этаж	75	70	56,5	0,755			1592	" Calidor Super ", 8секций, высота H=350мм
Ст16	1-этаж	95	75	69	0,975	173	4776	3184	" Calidor Super ", 8 секций, высота H=350мм
	2-этаж	75	70	56,5	0,755			1592	" Calidor Super ", 8 секций, высота H=350мм
Ст 17	1-этаж	95	75	69	0,975	173	4776	3184	" Calidor Super ", 8 секций, высота H=350мм
	2-этаж	75	70	56,5	0,755			1592	" Calidor Super ", 8 секций, высота H=350мм
Ст18	1-этаж	95	75	69	0,975	173	4776	3184	" Calidor Super ", 8 секций, высота H=350мм
	2-этаж	75	70	56,5	0,755			1592	" Calidor Super ", 8 секций, высота H=350мм
Ст19	1-этаж	95	75	69	0,975	173	4776	3184	" Calidor Super ", 8 секций, высота H=350мм
	2-этаж	75	70	56,5	0,755			1592	" Calidor Super ", 8 секций, высота H=350мм
Ст20	1-этаж	95	70	66,5	0,925	58	1592	1592	" Calidor Super ", 8 секций, высота H=350мм
Ст21	1-этаж	95	82,5	72,75	1,03	230	6368	3184	" Calidor Super ", 8 секций, высота H=350мм
	2-этаж	82,5	70	60,25	0,852			3184	" Calidor Super ", 8 секций, высота H=350мм
Ст22	1-этаж	95	82,5	72,75	1,03	230	6368	3184	" Calidor Super ", 8 секций, высота H=350мм
	2-этаж	82,5	70	60,25	0,852			3184	" Calidor Super ", 8 секций, высота H=350мм
Ст23	1-этаж	95	82,5	72,5	1,03	144	3980	1990	" Calidor Super ", 10 секций, высота H=350мм
	2-этаж	82,5	70	60,25	0,852			1990	" Calidor Super ", 10 секций, высота H=350мм

## 2.4 Гидравлический расчет системы отопления

Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления проводится согласно [9] и заключается в определении диаметров трубопроводов и потерь напора на преодоление гидравлических сопротивлений, возникающих в трубе, в стыковых соединительных деталях, в местах резких поворотов и изменений диаметра трубопровода.

Гидравлический расчет системы водяного отопления выполняют различными способами. Рассмотрим наиболее распространенные из них.

Первый способ гидравлического расчета – по удельной линейной потере давления, когда подбирают диаметр труб при равных перепадах температуры воды во всех стояках и ветвях, соответствующих расчетному перепаду температуры воды во всей системе.

Второй способ гидравлического расчета – по характеристикам сопротивления и проводимостям, когда устанавливают распределение потоков воды в циркуляционных кольцах системы и получают неравные перепады температуры воды в стояках и ветвях.

Рассчитываем расход теплоносителя на участках:

$$G = \frac{3.6 \cdot Q}{c(t_r - t_o)}; \text{ кг/ч} \quad (2.7)$$

где  $Q$  - тепловая нагрузка на участках рассчитываемого рециркуляционного кольца, Вт;

$t_r, t_o$  - температуры теплоносителя соответственно в подающей и обратной магистралях; °С

Рассчитываем среднюю величину удельной потери давления на трение  $R_{cp}$

$$R_{cp} = \frac{k \Delta P}{\sum_{ц,к}}; \text{ Па/м} \quad (2.8)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий потери давления на трение

По величинам  $R_{cp}$ , Па/м и  $G$ , кг/ч находим диаметры участков  $d$ , мм.

По величине диаметра участка  $d$ , мм, и расходу теплоносителя  $G$ , кг/ч определить удельные потери давления на участке  $R$ , Па/м и скорость движения теплоносителя  $V$ , м/с.

Определяем динамическая давление

$$R_{дин} = \frac{V^2 \rho}{2}; \text{ Па} \quad (2.9)$$

где  $\rho$  – плотность теплоносителя, кг/м<sup>3</sup>

Определяем коэффициенты местных сопротивлений  $\zeta$  и рассчитываем потерю давления в местных сопротивлениях

$$Z = P_{дин} \sum \zeta; \text{ Па} \quad (2.10)$$

Определяем потери давления на участках

$$R1 + Z, \text{ Па} \quad (2.11)$$

Аксонметрические схемы систем представлены на листах графической части.

Гидравлические потери напора в трубах определяются по номограмме рис. 2.2 [9]. Величину потерь напора на местные сопротивления, в соединительных деталях и арматуре принимаем по рекомендации [9]. Невязка между приборами компенсируем с помощью клапанов с предварительной настройкой RTD-G. Окончательная настройка производится автоматически. В тепловом узле системы увязываем балансировочными клапанами MSV-I.

Расчет сводим в таблицу 8

Таблица 8- Гидравлический расчет системы отопления

№ участка	Q, Вт	G, кг/г	L, м	d, мм	V, м/с	R, Па/м	R*L, Па	Рдинам, Па	$\Sigma\xi$	Z, Па	R*L+Z, Па
система1											
магистраль											
1-2	2391	82	12	20	0,066	5,2	62,4	2,2	2,4	5,23	67,63
2-3	3830	131	12	20	0,104	12	144	5,4	3	16,22	160,22
3-4	5219	179	12	20	0,146	22	264	10,7	3	31,97	295,97
4-5	6885	236	18,6	25	0,113	10	186	6,4	9,4	60,01	246,01
5-6	8775	301	12	25	0,15	17	204	11,3	6,2	69,75	273,75
6-7	10665	366	12	32	0,101	6	72	5,1	6,2	31,62	103,62
7-8	12555	430	12	32	0,119	8	96	7,1	6,2	43,90	139,90
8-9	14445	495	12	32	0,138	10	120	9,5	6,2	59,04	179,04
9-10	16335	560	12	32	0,155	12	144	12,0	13,8	165,77	309,77
10-11	17795	610	14,4	40	0,13	8	115,2	8,5	2,8	23,66	138,86
11-УУ	36164	1240	2	50	0,158	7,8	15,6	12,5	0,6	7,49	23,09
Подмагистраль											
12-13	1042	36	12	20	0,028	1,1	13,2	0,4	5	1,96	15,16
13-14	3840	132	12	20	0,104	12	144	5,4	6,2	33,53	177,53
14-15	5426	186	12	20	0,15	23,5	282	11,3	6,2	69,75	351,75
15-16	6074	208	4	25	0,102	8,4	33,6	5,2	10,2	53,06	86,66
16-17	7019	241	12	25	0,118	11	132	7,0	6,2	71,01	203,01
17-18	9629	330	12	32	0,092	4,5	54	4,2	6,2	26,24	80,24
18-19	12239	420	12	32	0,119	7,7	92,4	7,1	6,2	43,90	136,30
19-20	14849	509	12	32	0,14	11	132	9,8	6,2	60,76	192,76
20-21	17459	599	6	32	0,166	15	90	13,8	6,2	85,42	175,42
21-22	17959	616	8	32	0,17	16	128	14,5	6,6	95,37	223,37
22-11	18369	630	27,4	40	0,135	8	219,2	9,1	5	45,56	264,76
Ответвление											
23-22	410	14	3	20	0,027	1	3	0,4	5,2	1,90	4,90
Ответвление											
24-25	590	20	8	20	0,027	1	8	0,4	7,6	2,77	10,77
25-10	1460	50	11	20	0,04	1,5	16,5	0,8	7	5,60	22,10
Система 2											
№ участка	Q, Вт	G, кг/г	L, м	d, мм	V, м/с	R, Па/м	R*L, Па	Рдинам, Па	$\Sigma\xi$	Z, Па	R*L+Z, Па
магистраль											
1-2	165	6	8	20	0,027	1	8	0,4	4	1,46	9,46
2-3	330	11	8	20	0,027	1	8	0,4	7	2,55	10,55
3-4	2767	95	11	20	0,077	7	77	3,0	10,6	31,42	108,42
4-5	3939	135	4	20	0,108	13	52	5,8	7,4	43,16	95,16
5-6	4466	153	10	20	0,122	16	160	7,4	8,6	64,00	224,00
6-7	6240	214	12	25	0,105	8,8	105,6	5,5	7,4	40,79	146,39
7-8	6970	239	11	25	0,116	10,5	115,5	6,7	8,6	57,86	173,36
8-УУ	7530	258	26	25	0,125	12	312	7,8	8,4	65,63	377,63

## 2.5 Подбор и предварительная настройка терморегуляторов и балансировочных клапанов

Регулирующую арматуру следует устанавливать во всех помещениях, кроме гардеробных, душевых, санитарных узлов, кладовых, а так же тех, где имеется опасность замерзания теплоносителя (на лестничных клетках, тамбурах и т.п.)

Регулирующую арматуру для отопительных приборов двухтрубных систем отопления следует принимать с повышенным сопротивлением.

Все отопительные приборы снабжены терморегуляторами (термостат) RTD – G, которые автоматические поддерживают заданную температуру воздуха в помещении путем изменения расхода воды через прибор.

В зависимости от диаметра присоединительной трубы подбираем диаметр клапана и по диаграммам гидравлического сопротивления терморегуляторов выбираем их предварительную настройку.

Для увязки систем отопления на гребенке используем ручные балансировочные клапаны MSV-I. Данные клапан подбираются по диаметру трубопровода, на котором он устанавливается.

Подбор клапанов сводится в таблице 9.

Таблица 9- Подбор и предварительная настройка балансировочных клапанов MSV-I.

Система	1	2	3	4	5	6	7
Диаметр клапана	32	25	32	40	40	40	40
Индекс настройки	2	1	2	1	1	1	4

### 3 Вентиляция

Система вентиляции- это набор оборудования, аксессуаров и автоматики, спроектированной и смонтированной в единую систему, благодаря которой осуществляется приток свежего воздуха в помещение и вытяжка обратно.

Современные системы вентиляции проектируют на основе импортного оборудования, а также оборудования некоторых российских заводов, работающих в основном, по конверсии. Современные системы вентиляции обеспечивают не только циркуляцию воздуха в помещении, но и его очистку, изменение температуры и влажности, т.е. осуществляется полная обработка воздуха.

#### 3.1 Расчет поступлений тепла в помещения

##### 3.1.1 Теплопоступления от источников искусственного освещения

Количество тепла, (Вт), поступающего в помещение от источников искусственного освещения

$$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв} \text{ Вт} \quad (3.1)$$

где E – освещенность, лк;

F- площадь пола помещения, м<sup>2</sup>;

q<sub>осв</sub> – максимально допустимая удельная установленная мощность светильников. Определяется по табл. 6.3 [9] q<sub>осв</sub> = 0,074 Вт/(м<sup>2</sup>лк);

n<sub>осв</sub> - доля тепла, поступающего в помещение, n<sub>осв</sub> = 1 для ламп находящихся в помещении.

Таблица 10 – Характеристики помещений и источников освещения

N	Наименование, назначение помещения	Тип лампы	Свет светильника	Место расположения светильника	F, м <sup>2</sup>	H, м
9	Обеденный зал	Люмин.	Прямого света	В помещении	321,6	4,2
10	Горячий цех	Люмин.	Прямого света	В помещении	56,32	4,2

Тогда количество тепла, поступающего от источников искусственного освещения, составит:

$$\text{для обеденного зала: } Q_1 = 200 \cdot 321,6 \cdot 0,067 \cdot 1 = 4310 \text{ Вт}$$

$$\text{для горячего цеха: } Q_2 = 300 \cdot 56,32 \cdot 0,074 \cdot 1 = 1250,3 \text{ Вт}$$



Суммарное количество тепла, поступающего от источников искусственного освещения, составит:

$$\Sigma Q_{об.осв} = Q_1 + Q_2 = 5560,3 \text{ Вт}$$

### 3.1.2 Теплопоступления от солнечной радиации через световые проемы

Количество теплоты, Вт, поступающее в теплый период года через световые проемы,

$$Q_O = (q' * F'_O + q'' * F''_O) * \beta_{C3}; \quad (3.2)$$

где  $q'$ ,  $q''$  - тепловые потоки, поступающие в помещение через вертикальное остекление, Вт/м<sup>2</sup>;

$F'_O$ ,  $F''_O$  - площади световых проемов, соответственно облучаемых и не облучаемых прямой солнечной радиацией, м<sup>2</sup>;

$\beta_{C3}$  - коэффициент теплопропускания солнечных устройств. Для окон без солнцезащитных устройств  $\beta_{C3} = 0,9$ .

Для вертикальных остеклений, частично или полностью облучаемых прямой солнечной радиацией,

$$q' = (q_{ВП} + q_{BP}) * K_1 * K_2 \quad (3.3)$$

Для вертикальных остеклений, находящихся в тени,

$$q'' = q_{BP} * K_1 * K_2, \quad (3.4)$$

где  $q_{ВП}$ ,  $q_{BP}$  - поступление теплоты, Вт/м<sup>2</sup>, соответственно от прямой и рассеянной солнечной радиации;

$K_1$  - коэффициент, учитывающий затенение остекления;

$K_2$  - коэффициент, учитывающий загрязнение остекления.

Из таблицы 3 приложения 12 [2] или по [5] принимаем суммарное количество прямой и рассеянной радиации, поступающих через вертикальное остекление световых проемов, обращенных на север, юг. Для удобства ведения расчета данные заносим в таблицу 11.

Таблица 11 - Теплопоступления от прямой и рассеянной солнечной радиации через вертикальные световые проемы

Часы суток	Количество теплоты, поступающее через вертикальные остекления, Вт/м <sup>2</sup>	
	Обращенное на С.	Обращенное на Ю
4-5	88/19	12
5-6	103/56	35
6-7	17/66	58
7-8	65	22/74
8-9	62	128/85
9-10	55	245/88
10-11	57	347/91
<u>11-12</u>	55	398/92

Из таблицы 11 видно, что период максимальных поступлений теплоты в помещение наблюдается с 11 до 12 часов.

Суммарное количество теплоты в период максимальных поступлений в помещение определяем:

$$Q_0 = (55 \cdot 0,6 \cdot 0,9 \cdot 1,8 \cdot 9 \cdot 0,9) + (490 \cdot 0,6 \cdot 88,2 \cdot 0,9 \cdot 1,8 \cdot 9 \cdot 0,9) = 4291 \text{ Вт}$$

### 3.1.3 Теплопоступления от солнечной радиации через покрытие

Количество тепла, Вт, поступающее в теплый период года в помещение через горизонтальное покрытие

$$Q_n = (q_0 + \beta \cdot A_q) F, \quad (3.5)$$

где  $F$  - площадь покрытия помещения, м<sup>2</sup>.

$q_0$  - среднесуточное поступление тепла в помещение, Вт/м<sup>2</sup>.

$A_q$  - амплитуда колебаний теплового потока, Вт/м<sup>2</sup>.

$$q_0 = \frac{1}{R_0} (t_n^{ycl} - t'_{\epsilon}), \quad (3.6)$$

где  $R_0$  - сопротивление теплопередаче покрытия, м<sup>2</sup>·°C/Вт,

$t_n^{ycl}$  - условная среднесуточная температура воздуха, °C.

$t'_{\epsilon}$  - внутренняя температура под перекрытием с учетом градиента температур, °C.

$$t_n^{ycl} = t_n + \frac{\rho \cdot I_{cp}}{\alpha_n}, \quad (3.7)$$

где  $t_n$  - среднесуточная температура наружного воздуха за июль месяц, °C.

$\rho$  - коэффициент поглощения солнечной радиации материалом, для металла 0,9.

$\alpha_n$ - коэффициент теплопередачи наружной поверхности., Вт/м<sup>2</sup>\*°С.

$$\alpha_i = 8,7 + 11,6\sqrt{U} \quad (3.8)$$

где  $U$  - скорость ветра в теплый период года, м/с.

$$A_q = \alpha_e \cdot A_{тв}, \quad (3.9)$$

где  $\alpha_e$ - коэффициент теплопередачи от внутренней поверхности покрытия, Вт/м<sup>2</sup>\*°С.

$A_{тв}$  - амплитуда колебаний температур внутренней поверхности покрытия °С.

$$A_{тв} = \frac{A_{тн}^{расч}}{\gamma}, \quad (3.10)$$

где  $A_{тн}^{расч}$  - расчетная амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха, °С.

$\gamma$  - величина затухания расчетной амплитуды,  $\gamma = 8,7 \cdot R_0$ .

### 3.1.4 Теплопоступления, влагопоступления и поступления углекислого газа от людей.

Тепловыделения человека складываются из отдачи явного и скрытого тепла и зависят от вида выполняемой работы, температуры внутреннего воздуха и теплозащитных свойств одежды. От этих же факторов зависят и поступления в помещение влаги от человека. При определении тепло-влагопоступлений и поступления СО<sub>2</sub> от людей используются данные по удельным количествам указанных вредностей от одного человека.

Теплопоступления от людей, Вт:

$$Q_{чел} = q_n \cdot n, \quad (3.11)$$

где  $q_n$  - полное тепловыделение одним человеком, Вт;

$n$  - количество человек в помещении, для обеденного зала  $n = 200$  чел, для горячего цеха 10 чел.;

Количество влаги  $W$ (кг/ч), выделяемой людьми, зависит от нормы влаговыделений одним человеком  $W_i$  (г/ч).

$$W = \frac{W_i \cdot n}{1000} \quad (3.12)$$

Поступления углекислого газа от людей (одинаково для теплого и холодного периодов), г/час

$$M = M_i \cdot n \quad (3.13)$$

где  $M_i$  - количество углекислого газа, выделяемого одним человеком, 40 г/час.

Обеденный зал:

Холодный и переходный период при  $t_B=16^\circ\text{C}$

$$Q_{\text{чел}}^{\text{явн}} = 115,6 \cdot 200 = 23120 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{чел}}^{\text{пол}} = 155,8 \cdot 200 = 31160 \text{ Вт}$$

$$W = 59 \cdot 200 = 11800 \text{ г/час}$$

$$M = 40 \cdot 200 = 8000 \text{ г/час}$$

Теплый период при  $t_B=25,5^\circ\text{C}$

$$Q_{\text{чел}}^{\text{явн}} = 64 \cdot 200 = 12800 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{чел}}^{\text{пол}} = 145 \cdot 200 = 29000 \text{ Вт}$$

$$W = 115 \cdot 200 = 23000 \text{ г/час}$$

$$M = 40 \cdot 200 = 8000 \text{ г/час}$$

Горячий цех:

Холодный и переходный период при  $t_B=5^\circ\text{C}$

$$Q_{\text{чел}}^{\text{явн}} = 172 \cdot 10 = 1720 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{чел}}^{\text{пол}} = 285 \cdot 10 = 2850 \text{ Вт}$$

$$W = 75 \cdot 10 = 750 \text{ г/час}$$

$$M = 63 \cdot 10 = 630 \text{ г/час}$$

Теплый период при  $t_B=25,5^\circ\text{C}$

$$Q_{\text{чел}}^{\text{явн}} = 70 \cdot 10 = 700 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{чел}}^{\text{пол}} = 197 \cdot 10 = 1970 \text{ Вт}$$

$$W = 85 \cdot 10 = 850 \text{ г/час}$$

$$M = 63 \cdot 10 = 630 \text{ г/час}$$

### 3.1.5 Теплопоступления от нагретого оборудования

Поступление тепла от нагретого оборудования:

$$Q_T = N \cdot k_{загр} \cdot k_{одн} \cdot k_{м.о.} \text{ Вт} \quad (3.15)$$

где  $N$  - мощность оборудования, кВт;

$k_{загр}$  - коэффициент загрузки электрооборудования, принимаем для электроплит – 0,65, для жарочных шкафов– 0,5, для прочего оборудования– 0,3;

$k_{одн}$  - коэффициент работы электрического оборудования, кафе – 0,8;

$k_{м.о.}$  - коэффициент местных отсосов - 0,3

Горячий цех на 1 этаже

$$Q_{эл} = (0,5 \cdot 5,4 \cdot 0,8 \cdot 0,3) + (18,5 \cdot 0,65 \cdot 0,8 \cdot 0,3) + (15,5 \cdot 0,65 \cdot 0,8 \cdot 0,3) + (9 \cdot 0,3 \cdot 0,8 \cdot 0,3) = 6600 \text{ Вт}$$

### 3.1.6 Баланс помещений по вредностям

Расчет поступления теплоты, влаги и газов в помещение завершается составлением сводной таблицы 9 выделения теплоты  $Q^{пол}_{изб.}$ ,  $Q^{явн}_{изб.}$ , влаги  $W$ , газов  $M$  для трех периодов года.

Для холодного и переходного периодов года, следует принять условие компенсации теплопотерь через ограждающие конструкции системой отопления, и в дальнейшем все теплопоступления учитывать как избыточные.

$$Q_{изб} = Q_{чел} + Q_{осв}; \quad (3.16)$$

Для теплого периода следует дополнительно учитывать теплопоступления от солнечной радиации (через остекление и через покрытия)

$$Q_{изб} = Q_{чел} + Q_{осв} + Q_o + Q_n; \quad (3.17)$$

Расчет теплопоступлений, влагопоступлений и газопоступлений сводим в таблицу 12.

Таблица 12 - Сводная таблица вредных выделений в помещениях

Наименование помещения	Период года	$t_B, ^\circ\text{C}$	$Q^{пол}_{изб.}$ Вт	$Q^{явн}_{изб.}$ Вт	$W, \text{ г/ч}$	$M, \text{ г/ч}$
Обеденный зал	Теплый	25,5	37601	21401	23000	8000
	Переходный	16	35470	27430	11800	8000
	Холодный	16	35470	27430	11800	8000
Горячий цех	Теплый	25,5	16330	15060	800	630
	Переходный	5	17210	16080	75	630
	Холодный	5	17210	16080	75	630

## 3.2 Расчет воздухообмена в помещении

### 3.2.1 Параметры воздуха в вентиляционном процессе

Температура удаляемого воздуха из верхней зоны помещения,

$$t_y = t_g + (H - 2) \text{grad} t, \quad (3.18)$$

где  $t_b$  – расчетная температура внутреннего воздуха в помещении °С;

$H$  – высота помещения, м;

$\text{grad } t$  – температурный градиент, в зависимости от удельного теплопоступления,

Для теплого периода:

$$t_y = 25,5 + (4,2 - 2) \cdot 1,2 = 28,14 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Для переходного периода:

$$t_y = 16 + (4,2 - 2) \cdot 0,3 = 16,66 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Для холодного периода:

$$t_y = 16 + (4,2 - 2) \cdot 0,3 = 16,66 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура приточного воздуха в холодный период следует принимать на 4-6°С ниже, чем температура внутреннего воздуха.  $t_{\text{пр}} = 12^\circ\text{C}$ .

Для теплого периода температура приточного воздуха равна температуре наружного воздуха по параметру А,  $t_{\text{пр}} = 22,5^\circ\text{C}$ .

Концентрация углекислого газа в удаляемом воздухе для учреждений  $C_y = 2 \text{ г/м}^3$ , Концентрация  $\text{CO}_2$  в наружном или приточном воздухе  $C_n$  для больших городов  $0,8 \text{ г/м}^3$ .

### 3.2.2 Определение параметров влажного воздуха по I-d диаграмме

В помещениях с тепло- и влаговыделениями воздухообмен определяют по I-d диаграмме с одновременным учетом изменения энтальпии и влагосодержания воздуха.

Основной характеристикой изменения параметров воздуха в помещении является угловой коэффициент луча процесса, кДж/кг

$$\varepsilon = \frac{3.6 \cdot Q_{\text{узб}}^n}{W} \quad (3.19)$$

Для теплого периода года:

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot 37601}{23,0} = 5885 \text{ кДж/кг}$$

Для холодного и переходного периодов:

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot 35470}{11,8} = 10821 \text{ кДж/кг}$$

### 3.2.3 Определение расчетных воздухообменов

Расчет воздухообменов  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ ,  $G_4$  производится для трех периодов года, исходя из условий ассимиляции поступающих вредностей.

Воздухообмен по избыткам явной теплоты:

$$G_1 = \frac{Q_{изб}^я}{0,278(t_y - t_n)}, \quad (3.20)$$

по избыткам полной теплоты:

$$G_2 = \frac{Q_{изб}^{пол}}{0,278(I_y - I_n)}, \quad (3.21)$$

по избыткам влаги:

$$G_3 = \frac{W}{(d_y - d_n)}, \quad (3.22)$$

по газовым выделениям:

$$G_4 = \frac{M}{C_y - C_n}. \quad (3.23)$$

где  $Q_{изб}^{пол}$ ,  $Q_{изб}^я$  – избытки полной и явной теплоты в помещении, Вт;

$W$  – избытки влаги в помещении, кг/ч;

$M$  – количество газов, выделяющихся в помещении, г/ч;

$t_y$ ,  $t_n$  – температура удаляемого и приточного воздуха, °С;

$I_y$ ,  $I_n$  – энтальпии воздуха, кДж/кг;

$C_y$ ,  $C_n$  – содержание углекислого газа в воздухе, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_y$ ,  $\rho_n$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

При выделении нескольких вредностей в помещение одновременно воздухообмен определяется по каждой из них в отдельности, за расчетный принимается больший. Объемное количество воздуха, м<sup>3</sup>/ч, определяем по формуле

$$L = \frac{G}{\rho} \quad (3.24)$$

где  $G$  – воздухообмен, кг/ч;  
 $\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

После расчета воздухообмена по вредностям определяется минимальный воздухообмен в рассчитываемом помещении. Минимальный воздухообмен в помещении определяют из расчета на одного человека 60 м<sup>3</sup>/ч.

Результаты расчета воздухообменов по всем видам вредностей для трех периодов года сводим в таблицу 13.

Таблица 13 - Расчетные воздухообмены по вредностям

Наименование помещения	Период года	Воздухообмен, кг/ч					Расчетный
		По явным тепло-избыткам	По полным тепло-избыткам	По влаго-избыткам	По газовы-деления м	min.до пустимые	
Обеденный зал	Теплый	13649	14389	16428	6667	14328	16428
	Переходный	17463	23198	29000	6667	14868	29000
	Холодный	21174	21998	19667	6667	14868	21998
Горячий цех	Теплый	15060	16330	850	630	716,4	16330
	Переходный	16080	17210	75	630	743,4	17210
	Холодный	16080	17210	75	630	743,4	17210

### 3.2.4 Определение воздухообменов по нормативным кратностям

Для вспомогательных помещений воздухообмены определяются по нормативным кратностям, которые приведены в СНиП «Общественные здания и сооружения».

В помещениях, для которых даны кратности по притоку и вытяжке, воздухообмены, м<sup>3</sup>/ч, определяются

$$L = kV, \quad (3.25)$$

где  $k$  – нормируемая кратность воздухообмена;  
 $V$  – объем помещения, м<sup>3</sup>.

Значения нормируемой кратности и воздухообмены приведены в таблице 14.



Таблица 14-Нормируемые кратности и воздухообмен в помещениях

№ поз	Наименование помещения	Объем пом-я V, м <sup>3</sup>	Кратность, К <sup>-1</sup>		Воздухообмен, м <sup>3</sup> /ч		Примечание
			Приток	Вытяжка	Приток	Вытяжка	
1	2	3	4	5	6	7	8
Отм. – 4,2 м							
1	Инвентарная	24	-	1	-	24	В4
2	Кладовая сыпучих продуктов и напитков	57	-	1	-	57	В4
5	Гардероб персонала мужской	27	по балансу с д/с и с/у	-	125	-	П2
6	Душевая	4	-	75 м <sup>3</sup> /ч на 1 д/с,	-	75	В5
7	Душевая	4	-	75 м <sup>3</sup> /ч на 1 д/с,	-	75	В5
8	Санузел персонала	7	-	50 м <sup>3</sup> /ч на 1 с/у	-	50	В5
9	Кабинет директора, бухгалтера	62	1	-	62	-	П1
10	Гардероб персонала мужской	50	по балансу с д/с	-	75	-	П2
13	Загрузочная	44	3	-	132	-	П2
14	Моечная оборотной посуды	15	4	6	60	90	П2,В4
15	Помещение временного хранения отходов	10	10	10	100	100	П2,В4
16	Кладовая хлеба	9	-	1	-	9	В4
19	Гардероб персонала	35	по балансу с д/с	-	75	-	П2
20	Венткамера	60	2	-	120	-	П2
21	Кладовая овощей	32	-	2	-	64	В4
24	Тепловой узел	46	-	существ	-	существ	ВЕ
25	Электрощитовая	38	-	существ	-	существ	ВЕ
Отм. – 0,00 м							
3	Холл	83	2	-	166	-	П1
4	Санузел посетителей	40	-	100 м <sup>3</sup> /ч на 1 с/у	-	300	В3
5	Комната инвентаря	6	-	1	-	6	В3
7	Санузел посетителей	14	-	25 м <sup>3</sup> /ч на писуар	-	250	В3

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8
8	Костюмерная	43	2	2	86	86	П1,В1
9	Обеденный зал	965	по	расчету	4000	4000	П1,В1
10	Горячий цех	169	по	расчету	3012	3012	П2,В2
11	Холодный цех	71	3	4	213	284	П2,В2
12	Цех замеса и разделки теста	100	по	расчету	350	350	П2,В2
13	Кабинет заведующего производством	30	2	-	60	-	П2
14	Овощной цех	56	3	4	168	224	П2,В2
15	Мясо-рыбный цех	67	3	4	210	268	П2,В2
16	Помещение для распаковки и подготовки сырья	25	1	1	25	25	П2,В2
18	Помещение для приготовления яичной массы	20	3	5	60	100	П2,В2
19	Помещение для мойки и подготовки яиц	20	3	5	60	100	П2,В2
20	Санузел персонала мужской	11	-	100 м <sup>3</sup> /ч на 1 с/у 25 м <sup>3</sup> /ч на писуар	-	125	В8
21	Санузел персонала женский	11	-	100 м <sup>3</sup> /ч на 1 с/у	-	100	В8
22	Комната уборочного инвентаря	12	-	1	-	12	В8
24	Кладовая упаковочного материала	14	-	1	-	14	В4
25	Бельевая	14	1	2	14	28	П2,В4
26	Кладовая готовой продукции;	29	-	2	-	58	В4
28	Выпечной цех	51	по	расчету	722	722	П2,В2
29	Помещ.мойки и стерилизации кондитер.мешков, внутрицеховой тары и инвентаря	18	по	расчету	328	328	П2,В2
31	Цех оформл. конд. изделий,крема, полуфабрикатов	29	по	расчету	109	138	П2,В2
32	Моечная столовой посуды	50	по	расчету	593	593	П2,В2
33	Моечная кухонной посуды	30	по	расчету	418	418	П2,В2

## Окончание таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8
37	Сервизная	10	-	1	-	10	В4
38	Кладовая готовой продукции; кондитерских изделий	19	-	2	-	38	В4
39	Санузел посетителей	14	-	100 м <sup>3</sup> /ч на 1 с/у 25 м <sup>3</sup> /ч на писуар	-	125	В5
40	Конференц-зал	168	по	расчету	900	900	П4,В7
41	Зал кулинарии	162	3	3	486	486	П3,В6
44	Гардероб	12	-	1	-	12	В7

### 3.2.5 Составление воздушного баланса

Воздушный баланс составляют для трех периодов года. Расчетные воздухообмены, как по вредностям, так и по номеруемой кратности для всех помещений заносят в таблицу 15. При этом в начале составляют баланс в кг/ч, а затем определяют объемное количество воздуха в м<sup>3</sup>/ч.

После составления таблицы 15 необходимо для каждого периода определить суммарные и весовые объемные расходы приточного воздуха по этажам и по зданию в целом. При этом весовые расходы притока и вытяжки в кг/ч, должны быть равными. Как правило, суммарный расход вытяжки превышает притока. Поэтому полученную разность расходов необходимо подать для соблюдения воздушного баланса в коридоры, вестибюли, холлы.

Таблица 15 Составление воздушного баланса

№ поз	Наименование помещения	Объем пом-я V, м <sup>3</sup>	Приток		Вытяжка		Период года
			механ	кратн	механ	кратн	
1	2	3	4	5	6	7	8
Отм. – 4,20 м							
3	Холл	83	<u>198,2</u> 166	2			Теплый
			<u>205,7</u> 166	2			Холодный , переходный
4	Санузел посетителей	40	-	-	<u>351,6</u> 300	7,5	Теплый
			-	-	<u>365,7</u> 300	7,5	Холодный , переходный
5	Комната уборочного инвентаря	6	-	-	<u>7,03</u> 6	1	Теплый
			-	-	<u>7,3</u> 6	1	Холодный , переходный

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8
7	Санузел посетителей	14	-	-	$\frac{293}{250}$	17,8	Теплый
			-	-	$\frac{304,7}{250}$	17,8	Холодный, переходный
8	Костюмерная	43	$\frac{102,7}{86}$	2	$\frac{100,8}{86}$	2	Теплый
			$\frac{106,5}{86}$	2	$\frac{104,8}{86}$	2	Холодный, переходный
9	Обеденный зал	965	$\frac{4776}{4000}$	4,1	$\frac{4688}{4000}$	4,1	Теплый
			$\frac{4956}{4000}$	4,1	$\frac{4876}{4000}$	4,1	Холодный, переходный
10	Горячий цех	169	$\frac{3596,3}{3012}$	17,8	$\frac{3530}{3012}$	17,8	Теплый
			$\frac{3731,9}{3012}$	17,8	$\frac{3671,6}{3012}$	17,8	Холодный, переходный
11	Холодный цех	71	$\frac{254,3}{213}$	3	$\frac{332,8}{284}$	4	Теплый
			$\frac{263,9}{213}$	3	$\frac{346,2}{284}$	4	Холодный, переходный
12	Цех замеса и разделки теста	100	$\frac{417,9}{350}$	3,5	$\frac{410,2}{350}$	3,5	Теплый
			$\frac{433,6}{350}$	3,5	$\frac{426,6}{350}$	3,5	Холодный, переходный
13	Кабинет заведующего производством	30	$\frac{71,6}{60}$	2	-	-	Теплый
			$\frac{74,3}{60}$	2	-	-	Холодный, переходный
14	Овощной цех	56	$\frac{200,6}{168}$	3	$\frac{262,5}{224}$	4	Теплый
			$\frac{208,1}{168}$	3	$\frac{273,1}{224}$	4	Холодный, переходный
15	Мясо-рыбный цех	67	$\frac{250,7}{210}$	3,1	$\frac{314,1}{268}$	4	Теплый
			$\frac{260,2}{210}$	3,1	$\frac{326,7}{268}$	4	Холодный, переходный
16	Помещение для распаковки и подготовки сырья	25	$\frac{29,8}{25}$	1	$\frac{29,3}{25}$	1	Теплый
			$\frac{30,9}{25}$	1	$\frac{30,5}{25}$	1	Холодный, переходный
18	Помещение для приготовления яичной массы	20	$\frac{71,6}{60}$	3	$\frac{117,2}{100}$	5	Теплый
			$\frac{74,3}{60}$	3	$\frac{121,9}{100}$	5	Холодный, переходный
19	Помещение для мойки и подготовки яиц	20	$\frac{71,6}{60}$	3	$\frac{117,2}{100}$	5	Теплый
			$\frac{74,3}{60}$	3	$\frac{121,9}{100}$	5	Холодный, переходный

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8
20	Санузел персонала мужской	11	-	-	$\frac{146,5}{125}$	11,4	Теплый
			-	-	$\frac{152,4}{125}$	11,4	Холодный , переходный
21	Санузел персонала женский	11	-	-	$\frac{117,2}{100}$	9,1	Теплый
			-	-	$\frac{121,9}{100}$	9,1	Холодный , переходный
22	Комната уборочного инвентаря	12	-	-	$\frac{14,1}{12}$	1	Теплый
			-	-	$\frac{14,6}{12}$	1	Холодный , переходный
24	Кладовая упаковочного материала	14	-	-	$\frac{16,4}{14}$	1	Теплый
			-	-	$\frac{17,1}{14}$	1	Холодный , переходный
25	Бельевая	14	$\frac{16,7}{14}$	1	$\frac{32,8}{28}$	2	Теплый
			$\frac{17,3}{14}$	1	$\frac{34,1}{28}$	2	Холодный , переходный
26	Кладовая готовой продукции;	29	-	-	$\frac{67,9}{58}$	2	Теплый
			-	-	$\frac{70,7}{58}$	2	Холодный , переходный
28	Выпечной цех	51	$\frac{862,1}{722}$	14,2	$\frac{846,2}{722}$	14,2	Теплый
			$\frac{894,5}{722}$	14,2	$\frac{880,1}{722}$	14,2	Холодный , переходный
29	Помещ.мойки и стерилизации кондитер.мешков	18	$\frac{391,6}{328}$	18,2	$\frac{384,4}{328}$	18,2	Теплый
			$\frac{406,4}{328}$	18,2	$\frac{399,8}{328}$	18,2	Холодный , переходный
31	Цех оформл. конд. изделий,крема	29	$\frac{130,1}{109}$	3,7	$\frac{161,7}{138}$	4,8	Теплый
			$\frac{135,1}{109}$	3,7	$\frac{168,2}{138}$	4,8	Холодный , переходный
32	Моечная столовой посуды	50	$\frac{708}{593}$	11,9	$\frac{695}{593}$	11,9	Теплый
			$\frac{734,7}{593}$	11,9	$\frac{722,9}{593}$	11,9	Холодный , переходный
33	Моечная кухонной посуды	30	$\frac{499,1}{418}$	13,9	$\frac{489,9}{418}$	13,9	Теплый
			$\frac{517,9}{418}$	13,9	$\frac{509,5}{418}$	13,9	Холодный , переходный
37	Сервизная	10	-	-	$\frac{11,72}{10}$	1	Теплый
			-	-	$\frac{12,19}{10}$	1	Холодный , переходный

## Окончание таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8
38	Кладовая готовой продукции	19	-	-	$\frac{44,5}{38}$	2	Теплый
			-	-	$\frac{46,3}{38}$	2	Холодный , переходный
39	Санузел посетителей	14	-	-	$\frac{146,5}{125}$	8,9	Теплый
			-	-	$\frac{152,4}{125}$	8,9	Холодный , переходный
40	Конференц-зал	168	$\frac{1074,6}{900}$	5,3	$\frac{1054,8}{900}$	5,3	Теплый
			$\frac{1115,1}{900}$	5,3	$\frac{1097,1}{900}$	5,3	Холодный , переходный
41	Зал кулинарии	162	$\frac{580,3}{486}$	3	$\frac{569,6}{486}$	3	Теплый
			$\frac{602,1}{486}$	3	$\frac{592,4}{486}$	3	Холодный , переходный
44	Гардероб	12	-	-	$\frac{14,1}{12}$	1	Теплый
			-	-	$\frac{14,6}{12}$	1	Холодный , переходный

Расчетным является теплый период. Руководствуясь СНИП 41-01-2003 принимаем воздухообмен нормируемый  $60\text{м}^3/\text{ч}$  на человека.

### 3.3 Выбор принципиальных и конструктивных схем вентиляции

При разработке схем, прежде всего, выбирают места расположения приточных и вытяжных камер. Приточные камеры служат для обработки и подачи воздуха и располагаются в подвале или изолированном помещении первого этажа. Вытяжные камеры располагают на чердаке, на перекрытиях лестничных клеток или вблизи капитальных стен, чтобы уменьшить вибрацию перекрытия. Как приточные, так и вытяжные камеры располагают по возможности центрально по отношению к обслуживаемым помещениям с тем, чтобы радиус действия систем и, соответственно, потери давления в них были минимальными.

Приточные камеры не разрешается размещать непосредственно под жилыми комнатами, классами, аудиториями и другими помещениями, требующими пониженного уровня шума.

Подачу воздуха системами приточной вентиляции в здание производим непосредственно в помещениях постоянного пребывания людей.

В системах принимаем:

- металлические воздуховоды из листовой стали прямоугольного сечения;
- кирпичные каналы в стенах.

В качестве воздухораспределителей принимаем:

- алюминиевые решетки 4АПР с индивидуальными регулируемыми

горизонтальными жалюзи.

Во всех вытяжных системах установлены обратные клапаны из гальванизированной стали.

### 3.4 Организация воздухообмена в помещении

Организация воздухообмена в помещении включают выбор схемы воздухообмена, способа подачи и удаления воздуха, определение скорости движения и температуры воздуха в обслуживаемой зоне. В здании кафе проектируем приточную вентиляцию.

В здании приток и удаление воздуха осуществляем по схеме "сверху - вверх".

У наружных дверей устанавливаем электрические воздушные тепловые завесы периодического действия.

### 3.5 Аэродинамический расчет вентиляционных систем

Аэродинамический расчет выполняется с целью определения сечений воздуховодов и суммарных потерь давления по участкам основного направления (магистрала) с увязкой всех остальных участков системы.

Перед началом расчета вычерчивают аксонометрические схемы воздуховодов систем вентиляции, на которых указывается номер, расход воздуха и длина участков.

Расчет выполняют по методу удельных потерь давления, согласно которому потери давления, Па, на участке воздуховода определяются

$$\Delta P = Rl\beta + z \quad (3.26)$$

где  $R$  – удельные потери давления на трение на 1 м стального воздуховода, Па/м;

$\beta$  – коэффициент шероховатости, для стальных воздуховодов 1;

$l$  – длина участка, м;

$z$  – потери давления в местных сопротивлениях, Па

$$Z = \sum \xi \cdot P_{дин}, \quad (3.27)$$

где  $\sum \xi$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке;

$P_{дин}$  – динамическое давление воздуха, Па.

Правильности учета потерь давления в местных сопротивлениях следует уделять особое внимание, т.к. доля их в общих потерях давления весьма значительна.

Аэродинамический расчет системы вентиляции состоит из двух этапов: расчета основного направления (магистральной) и увязки всех остальных участков системы. Расчет ведется в следующей последовательности:

- 1) С аксонометрической схемы заносим в таблицу 1 номера участков, расход воздуха, длину участков.
- 2) Определяем ориентировочное значение площади сечения воздуховодов

$$F = \frac{L}{3600v}; \quad (3.28)$$

где  $L$  – расход воздуха на участке  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$V_{\text{рек}}$  – рекомендуемая скорость воздуха,  $\text{м}/\text{с}$ ,  $v$  – 5-8  $\text{м}/\text{с}$ ;

- 3) По полученному значению принимаем стандартную площадь и сечение воздуховода. Определяем эквивалентный диаметр по скорости.
- 4) Определяет фактическое значение скорость воздуха,  $\text{м}/\text{с}$ , определяют с учетом площади сечения принятого стандартного воздуховода

$$v = \frac{L}{3600F} \quad (3.29)$$

- 5) Определяем удельные потери давления на трение, ориентируясь на эквивалентный диаметр и скорость по таблицам.
- 6) Из таблиц выписываем значение динамического давления.
- 7) Определяем потери давления на трение, Па, определяем по формуле

$$\Delta P_{\text{тр}} = R \cdot \beta \cdot l \quad (3.30)$$

- 8) Определяем сумму коэффициентов местных сопротивлений, используя таблицы местных сопротивлений [7], [8].
- 9) Определяем потери давления в местных сопротивлениях, Па, по формуле

$$Z = \sum \xi \cdot P_{\text{дин}} \quad (3.31)$$

- 10) Общие потери давления на участке, Па;

$$\Delta P = Rl\beta + z \quad (3.32)$$

- 11) Производим увязку ответвлений с магистралью

$$\Delta = \frac{\Delta P_{\text{маг}} - \Delta P_{\text{отв}}}{\Delta P_{\text{маг}}} \cdot 100 \leq 15\% \quad (3.33)$$

Расчет сводим в таблицу 16.



Таблица 16 - Аэродинамический расчет систем вентиляции

№ участка	Расход воздуха L, м3/ч	размеры воздуховода ахб, мм	диаметр эквивалентный d <sub>э</sub> , мм	Площадь сечения воздуховода F, м <sup>2</sup>	Длина воздуховода L, м	Скорость движения воздуха U, м/с	Коэффициент шероховатости β	Динамическое давление воздуха Рд, Па	Удельная потеря давления на трение R, Па/м	Потеря давления по всему участку β*R*L, Па	Коэффициент местного сопротивления, К	Потери давления на местные сопротивления Pz, Па	Общая потеря давления на участке PR*L+Pz, Па	Суммарные потери Р, Па
Система: П1,														
Основная магистраль														
1	400	300x250	273	0,075	3	1,5	1,0	1,2	0,11	0,33	2,4	2,88	11,21	11
2	800	300x250	273	0,075	6	3	1,0	5,4	0,41	2,46	1,5	8,1	10,56	22
3	1200	400x250	308	0,1	6	3,3	1,0	6,1	0,44	2,64	0,2	1,22	3,86	25
4	1600	400x250	308	0,1	6	4	1,0	9,6	0,6	3,6	0,59	5,66	9,26	35
5	2000	500x250	333	0,125	6	4	1,0	9,6	0,55	3,3	2,8	26,88	30,18	65
6	2361	800x200	320	0,16	4	4,1	1,0	9,6	0,32	1,28	2	19,2	20,48	85
7	2722	500x300	375	0,2	3	4,4	1,0	12,1	0,57	1,71	1,7	20,57	22,28	107
8	4808	600x400	480	0,24	5	5,6	1,0	18,2	0,64	3,2	1,1	20,02	23,22	130
9	4936	600x400	480	0,24	5	5,7	1,0	20	0,7	3,5	1,3	26	29,5	160
Ответвление														
10	400	300x250	273	0,075	2	1,5	1,0	1,2	0,11	0,22	2,65	3,18	17	17
11	800	300x250	273	0,075	6	3	1,0	5,4	0,41	2,46	0,2	1,08	3,54	20
12	1200	400x250	308	0,1	6	3,3	1,0	6,1	0,44	2,64	0,1	0,61	3,25	23
13	1600	400x250	308	0,1	6	4	1,0	9,6	0,6	3,6	1,3	12,48	16,08	39
14	2000	500x250	333	0,125	4	4	1,0	9,6	0,55	2,2	1,8	17,28	19,48	58
15	2086	500x250	333	0,125	7	4,6	1,0	12,1	0,68	4,76	2,4	29,04	33,8	91
Δ=														
Система: П3.														
Основная магистраль														
16	121	250x150	187,5	0,0375	1,5	0,9	1,0	0,5	0,08	0,12	3,4	1,7	26	26
17	243	250x150	187,5	0,0375	1,5	1,8	1,0	1,9	0,27	0,4	0,8	1,52	2	28
18	364	250x150	187,5	0,0375	1,5	2,7	1,0	3,7	0,48	0,72	1,5	5,55	6	34
19	486	250x150	187,5	0,0375	2,5	3,6	1,0	7,3	0,86	2,15	3,9	28,47	31	65

Окончание таблицы 16

№ участка	Расход воздуха L, м3/ч	размеры воздуха ахб, мм	диаметр эквивалентный d <sub>э</sub> , мм	Площадь сечения воздуха F, м <sup>2</sup>	Длина воздуховода L, м	Скорость движения воздуха U, м/с	Коэффициент шероховатости β	Динамическое давление воздуха Р <sub>д</sub> , Па	Удельная потеря давления на трение R, Па/м	Потеря давления по всему участку β* $R$ * L, Па	Коэффициент местного сопротивления, К	Потери давления на местные сопротивления Р <sub>з</sub> , Па	Общая потеря давления на участке Р <sub>Р</sub> *L+Р <sub>з</sub> , Па	Суммарные потери Р, Па
Система: В8.														
Основная магистраль														
20	237	150x150	150	0,0225	0,5	2,9	1,0	3,7	0,63	0,315	2,8	10,36	19	19
21	474	150x150	150	0,0225	2,5	5,8	1,0	18,2	2,5	6,25	1,8	32,76	39	58
22	711	150x150	150	0,0225	1,5	8,8	1,0	43,3	5,5	8,25	2,4	103,92	112	170
Система: В7.														
Основная магистраль														
23	12	150x100	120	0,015	1,25	0,2	1,0	0,1	0,03	0,0375	2,7	0,27	15	15
24	24	150x100	120	0,015	2	0,4	1,0	0,1	0,05	0,1	1,1	0,11	2,1	17
25	462	250x250	250	0,0625	2	2,0	1,0	2,4	0,22	0,44	1,8	4,32	4,76	22
26	690	250x250	250	0,0625	2	3,1	1,0	5,4	0,46	0,92	2	10,8	11,72	34
27	912	300x250	273	0,075	13,2	3,4	1,0	7,3	0,54	7,128	1,7	12,41	19,54	53

## 3.6 Расчет и подбор вентиляционного оборудования

### 3.6.1 Расчет калориферов

В системах приточной вентиляции для нагрева воздуха в холодный и переходный периоды следует применять пластинчатые воздухонагреватели, работающие на теплоносителе – вода.

Расчет калориферов производится в следующей последовательности:

1) Расход тепла на нагревание воздуха

$$Q = 0,278G(t_k - t_n) \quad (3.34)$$

где  $G$  – весовое количество нагреваемого воздуха, кг/ч;

$t_k$  и  $t_n$  – конечная и начальная температуры воздуха.

2) Задаемся массовой скоростью  $(v\rho) = 7 \text{ кг/м}^2\text{с}$  и определим требуемую площадь живого сечения калорифера по воздуху,  $\text{м}^2$

$$f_0 = \frac{G}{(v\rho)} \quad (3.35)$$

3) Принимаем по [7] калорифер

4) Действительная массовая скорость для принятого калорифера

$$(v\rho) = \frac{G}{3600 f_0^{\phi}} \quad (3.36)$$

5) Скорость движения теплоносителя в трубах калорифера

$$v = \frac{3.6Q}{1000c_b f_{\text{тр}} (t_{\text{гор}} - t_{\text{обр}}) n \cdot 3600} \quad (3.37)$$

где  $Q$  – расход тепла на нагревание воздуха, Вт;

$c_b$  – удельная теплоемкость воды, 4,19 кДж/кг $^{\circ}$ С;

$f_{\text{тр}}$  – площадь живого сечения трубок калорифера;

$t_{\text{гор}}$ ,  $t_{\text{обр}}$  – температура воды в подающей и обратной линиях,  $^{\circ}$ С;

$n$  – количество калориферов.

6) Коэффициент теплопередач установки  $k = 38 \text{ Вт/(м}^2\text{}^{\circ}\text{С)}$ .

7) Находим поверхность нагрева калориферной установки

$$F = \frac{Q}{k(T_{\text{cp}} - t_{\text{cp}})} \quad (3.38)$$

где  $T_{\text{cp}}$  – средняя температура теплоносителя,  $^{\circ}$ С;

$t_{cp}$  – средняя температура воздуха, °С.

8) Определяем общее количество калориферов в установке

$$N = \frac{F_K}{F} \quad (3.39)$$

9) Округлив количество калориферов до целого числа  $N$ , определяем поверхность нагрева калориферной установки  $m^2$ .

$$F_\phi = F_K N \quad (3.40)$$

10) Определяем запас площади нагрева  $\delta$ , который не должен превышать 10%

$$\delta = \frac{F_\phi - F_K}{F_\phi} 100\% \leq 10\% \quad (3.41)$$

В случае, если  $\delta \geq 10\%$ , следует принимать другую модель или номер калорифера.

$$Q = 0,278 \cdot 9805,2(16 + 40) = 152647 \text{ Вт}$$

$$f_0 = \frac{9805,2}{(7 \cdot 3600)} = 0,39 \text{ м}^2$$

$$(v\rho) = \frac{9805,2}{3600 \cdot 0,189} = 14,4 \text{ кг}/(\text{м}^2\text{с})$$

$$v = \frac{3,6 \cdot 152647}{1000 \cdot 4,19(150 - 70) \cdot 0,00111 \cdot 2 \cdot 3600} = 0,21 \text{ м/с}$$

$$F = \frac{152647}{38 \cdot (110 - 28)} = 49 \text{ м}^2$$

$$T_{cp} = 0,5 \cdot (150 + 70) = 110 \text{ °С}$$

$$t_{cp} = 0,5 \cdot (|-40| + 16) = 28 \text{ °С}$$

$$N = \frac{49}{24,19} = 2 \text{ шт}$$

$$F_\phi = 24,19 \cdot 2 = 48,4 \text{ м}^2$$

$$\delta = \frac{49 - 48,4}{49} 100\% = 1,22\% \leq 10\%$$

11) Сопротивление калориферной установки по проходу воздуху  
103,3 Па.

12) Гидравлическое сопротивление калорифера 0,016 кПа.

Воздухонагреватель, идущий в комплекте с приточной установкой.

### 3.6.2 Расчет и подбор воздушных фильтров

Очистку наружного воздуха от пыли для систем вентиляции допускается не проектировать, если воздухоприемные устройства размещены в зеленой зоне.

Для приточных систем вентиляции кафе применяем фильтры синтетические плоские класса G4.

Расчет фильтров производится в следующей последовательности.

- 1) Необходимая эффективность очистки, %:

$$\xi = \frac{(X_H - X_K)}{X_H} \cdot 100 \quad (3.42)$$

где  $X_H, X_K$  - концентрация пыли в воздухе, соответственно до (наружного) и после (приточного) очистки,  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

- 2) Площадь фильтрованной поверхности,  $\text{м}^2$ :

$$F_\Phi = L / q \quad (3.43)$$

где  $L$  - количество воздуха, подаваемого в помещение (расчетный воздухообмен),  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$q$  - рекомендуемая воздушная нагрузка ( $q = 7000 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ч}$ ).

- 3) Количество устанавливаемых ячеек фильтра:

$$n_1 = F_\Phi / f_{\text{я}} \quad (3.44)$$

где  $f_{\text{я}}$  - площадь рабочего сечения ячейки, принимаемая для фильтров синтетических плоских равна  $0,74 \text{ м}^2$ .

- 4) Округлив  $n_1$  до целого числа, определяют общую площадь фильтра,  $\text{м}^2$ :

$$F = n \cdot f_{\text{я}} \quad (3.45)$$

- 5) Определяют начальное сопротивление фильтра  $H_H$ , Па:  $H_H = 60 \text{ Па}$

- 6) Расчетное сопротивление фильтра, Па,

$$H_{\text{рф}} = 2 \cdot H_H \quad (3.46)$$

- 7) Расчетную пылеемкость фильтра  $G_\Phi$ ,  $\text{г}/\text{м}^2$ , определяют по табл. с учетом  $H_{\text{рф}}$

- 8) Продолжительность работы фильтра до его регенерации, в сутках, определяют по зависимости:

$$T = \frac{G_{\phi} \cdot 10^5}{q \cdot \xi \cdot \tau \cdot (X_H - X_K)} \quad (3.47)$$

где  $\tau$  - число часов работы фильтра в сутки, 14 ч.

$$\xi = \frac{(0,5 - 0,1)}{0,5} \cdot 100 = 80 \%$$

$$F_{\phi} = 8171 / 7000 = 1,167 \text{ м}^2$$

$$n_1 = 1,167 / 0,74 = 1,6 = 2 \text{ шт}$$

$$F = 2 \cdot 0,74 = 1,48 \text{ м}^2$$

$$H_{p\phi} = 2 \cdot 60 = 120 \text{ Па}$$

$$G_{\phi} = 2000 \text{ г/м}^2$$

$$T = \frac{2000 \cdot 10^5}{7000 \cdot 80 \cdot 14 \cdot (0,5 - 0,1)} = 64 \text{ суток}$$

Предложенные фильтры в приточной установке устраивают нашему расчету.

### 3.6.3 Расчет и подбор вентиляторов

Выбор радиального вентилятора выполняют по требуемой производительности  $L_B$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , и полному давлению вентилятора  $P_B$ , Па:

$$L_B = 1,1 \cdot L; \quad (3.48)$$

для приточных систем вентиляции

$$P_B = 1,1 \cdot \Delta P_{МАГ} + \Delta P_K + H_{p\phi}, \quad (3.49)$$

для вытяжных систем вентиляции

$$P_B = 1,1 \cdot \Delta P_{МАГ}, \quad (3.50)$$

$\Delta P_{МАГ}$  - общие потери давления в воздуховодах по магистральному направлению, Па;

$\Delta P_K$  - сопротивление калориферной установки по воздуху, Па;

$H_{p\phi}$  - сопротивление фильтра, Па;

Для приточной системы П1.

$$L_B = 1,1 \cdot 4936 = 5429,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$P_B = 1,1 \cdot 160 + 120 + 103,3 = 399,3 \text{ Па}$$

Приточные установки - агрегаты для подготовки и подачи с улицы в помещение свежего воздуха по вентиляционным каналам. Это модульные агрегаты, состоящие из нескольких секций. Наиболее важными являются секции вентилятора, секция подогрева, секция охлаждения и секция фильтрации.

Выбираем готовую приточную установку фирмы VS-55-R-НС/S, состоящие из отдельных функциональных секций, соединенные между собой, которая удовлетворяет нашим расчетам.

Используя заданный расход воздуха и необходимые функции обработки воздуха: смешение, фильтрация, нагревание, охлаждение, вентиляция, подбираем приточные установки.

Для вытяжной системы В7.

$$L_B = 1,1 \cdot 912 = 1003,2 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$P_B = 1,1 \cdot 53 = 58,3 \text{ Па}$$

Вентиляторы выбираем фирм Ostberg.

Для вытяжной системы В8

$$L_B = 1,1 \cdot 237 = 260,7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$P_B = 1,1 \cdot 170 = 187 \text{ Па}$$

Вентиляторы выбираем фирм Ostberg.

Подбираем вентилятор СК 250С.

### 3.6.4 Расчет и подбор воздушно тепловой завесы

Завеса имеет корпус, изготовленный из листовой стали, с высококачественным полимерным покрытием. Внутри корпуса расположены воздухонагреватель (электрический или водяной), вентилятор, сопло для выхода струи.

Вентилятор всасывает воздух из помещения через переднюю перфорированную стенку корпуса, поток воздуха нагревается в воздухонагревателе, после чего вентилятор выбрасывает поток через сопло в виде струи в плоскости проема или под углом к ней.

Завесы устанавливаются горизонтально над проемом или вертикально возле проема (одно- и двусторонние). Как правило, струя, истекающая из завесы, должна иметь размах, равный ширине или высоте проема. Поэтому важнейшим из габаритных размеров завесы является ее длина. Если размер стороны проема, вдоль которой устанавливается завеса, больше длины завесы, то выстраивают в ряд несколько примыкающих друг к другу завес, перекрывающих суммарной длиной сторону проема.

Условия расчета: двери двойные с тамбуром высотой  $H=3,2\text{м}$ , шириной  $B=2,5\text{м}$ , допустимые параметры  $v<8\text{м/с}$ ,  $t<50^\circ\text{C}$ .

1) Протяженность оси воздушной струи, м

$$S = 1,05 \cdot H \quad (3.51)$$

2) Разобьем проем на 4 уровня по 0,525 м каждая и проведем расчет разности давления для каждой из них. При этом

$$P_V = (C_H - C_3)(V_H^2 / 2) \rho_H \cdot K \quad (3.52)$$

Результаты заносим в таблицу 17

Таблица 17-Расчет воздушной завесы

№ зоны	$h_i, \text{м}$	$H - h_i, \text{м}$	$(H - h_i) \Delta \gamma, \text{Па}$	$P_{Hi}, \text{Па}$	$\Delta P_i, \text{Па}$	$V_{0i}$
1	0,8	3,4	9,9	31,8	17,7	7
2	1,6	2,6	7,6	28,7	15,4	6,8
3	2,4	1,8	5,3	23,1	13,1	6
4	3,2	1	2,94	19,6	10,8	5

3) Находим расход воздуха на 1 м щели:  $L_{1-1}=0,7 \text{ м}^3/\text{с}$   
 $L_{1-2}=0,68 \text{ м}^3/\text{с}$  ,  $L_{1-3}=0,6 \text{ м}^3/\text{с}$  ,  $L_{1-4}=0,5 \text{ м}^3/\text{с}$



4) Массовый расход воздуха на завесу составит, кг/с

$$G = \rho \sum L l \quad (3.53)$$

5) Температура воздуха, подаваемого в воздушную завесу, °С

$$t_0 = (t_B(1 - \beta_{B.П}) - \beta_{H.П} \cdot t_{II}) / \beta_{0П} \quad (3.54)$$

6) Определяем затраты тепла на подогрев воздуха, Вт

$$Q_3 = 3600 \cdot c_B \cdot G_3 (t_0 - t_{BX}) \quad (3.55)$$

$$S = 1,05 \cdot 3,2 = 3,36 \text{ м}$$

$$P_v = (0,8 + 0,4) \cdot (1^2 / 2) \cdot [353 / (273 - 40)] \cdot 1 = 0,912 \text{ Па}$$

$$G = 1,2 \cdot (0,7 \cdot 0,525 + 0,68 \cdot 0,525 + 0,6 \cdot 0,525 + 0,5 \cdot 0,525) \cdot 1,2 = 1,891 \text{ кг/с}$$

$$t_0 = \left[ \frac{18 \cdot (1 - 0,61) - 0,02(-40)}{0,25} \right] = 31,3 \text{ °С}$$

$$Q_3 = 3600 \cdot 1,005 \cdot 1,891 \cdot (31,3 - 18) = 90994 \text{ кДж/ч}$$

Подбираем тепловую завесу фирмы «Frico» марки АС 205, АС 203 мощность 5 и 3 кВт, высота установки 2,5 м, расход 1400/1900 м<sup>3</sup>/ч, напряжение 220В, вес 21 кг, цена 21186 руб.

### 3.6.5 Подбор насосов

Для выбора насосов для отопления требуется знать его необходимую подачу и напор для случая номинальной нагрузки.

Напор складывается из стандартной разности давлений в подающей и обратной магистралях, которую обеспечивает ручной балансировочный клапан MSV-F 1,6 мПа и потерь давления в наиболее удаленной от насоса ветви 1938 Па. В сумме 3083 Па = 3,1 м.вод.ст. Расход сетевой воды на отопление равен 9,8 м<sup>3</sup>/ч.

Подбираем два насоса фирмы GRUNDFOS с двухполюсным однофазным электродвигателем и электронным пропорциональным управлением модели UPS 25/80. Н=5,26 м, G=6,6 м<sup>3</sup>/ч. Максимальная мощность N<sub>max</sub>= 0,245 кВт, U=230 В. Масса 2,6 кг.

Максимальная мощность N<sub>max</sub>= 0,25 кВт, U=230 В

Спецификация оборудования и материалов представлена в таблице 18.

Таблица 18-Спецификация оборудования и материалов

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Радиатор алюминиевый высотой 500мм из 3-х секций	«Calidor Super»			шт	2	
2	То же 4-х секций	«Calidor Super»			шт	1	
3	То же 5-х секций	«Calidor Super»			шт	2	
4	То же 8-ми секций	«Calidor Super»			шт	1	
5	То же 10-ти секций	«Calidor Super»			шт	1	
6	То же 14-ти секций	«Calidor Super»			шт	1	
7	Радиатор алюминиевый высотой 350мм из 3-х секций				шт	9	
8	То же 4-х секций	«Calidor Super»			шт	4	
9	То же 8-х секций	«Calidor Super»			шт	31	
10	То же 10-ми секций	«Calidor Super»			шт	4	
11	То же 12-ти секций	«Calidor Super»			шт	1	
12	То же 15-ти секций	«Calidor Super»			шт	1	
13	Клапан регулирующий прямой Ø20	RTD-G	013L3746	Danfoss	шт	62	
14	Термостатический элемент Ø20	RTD-3640	003L3640	Danfoss	шт	62	
15	Запорный клапан Ø20	MSV-M		Danfoss	шт	6	
16	Кран шаровой полнопроходной Ø20			Bugatti	шт	78	
17	Труба стальная водогазопроводная оцинкованная Ø15	ГОСТ 3262-75*		Россия	м	30	
18	То же Ø20	ГОСТ 3262-75*		Россия	м	300	
19	То же Ø25	ГОСТ 3262-75*		Россия	м	20	
20	То же Ø32	ГОСТ 3262-75*		Россия	м	50	
21	То же Ø40	ГОСТ 3262-75*		Россия	м	3	

Продолжение таблицы 18

1	2	3	4	5	6	7	8
22	То же Ø50	ГОСТ 3262-75*		Россия	м	25	
23	Теплоизоляционный материал $\delta=20$ мм			Россия	м	71	
24	Антикоррозийное покрытие			Россия	м2	10	
25	Окраска металлических огрунтованных поверхностей эмалью ХВ-7141			Россия	м2	31	
26	Приточная установка	VS-55-R-HC/S		VTS	шт	1	
27	Воздухонагреватель	НТ		Арктос	шт	1	
28	Фильтр	G4/F5		Арктос	шт	1	
29	Шумоглушитель	RSA 1000		Арктос	шт	1	
30	Клапан воздушный	АВК		Арктос	шт	1	
31	Гибкая вставка	«Isodec»			м	6	
32	Огнезадерживающий клапан	ОКС-1		Арктос	шт	2	
33	Решетка воздухораспределительная 700x150	AMP		Арктос	шт	10	
34	То же 500x150	AMP		Арктос	шт	2	
35	То же 300x100	AMP		Арктос	шт	2	
36	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,7$ мм 300x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	5	
37	То же 400x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	25	
38	То же 500x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	25	
39	То же 500x300	ГОСТ 14918-80		Россия	м	3	
40	То же 600x400	ГОСТ 14918-80		Россия	м	20	
41	То же 800x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	5	
42	Теплоизоляция $\delta=50$ мм	«URSA»			м3	1	
43	Приточная установка	VS-75-R-H/S		VTS	шт	1	
44	Радиальный вентилятор	СК 250С		Ostberg	шт	1	
45	Воздухонагреватель	PBAS		Арктос	шт	1	
46	Фильтр	EU3		Арктос	шт	1	

Продолжение таблицы 18

1	2	3	4	5	6	7	8
47	Шумоглушитель	RSA 1000		Арктос	шт	1	
48	Клапан воздушный	АВК		Арктос	шт	1	
49	Огнезадерживающий клапан 600x500	ОКС-1		Арктос	шт	2	
50	Решетка воздухораспределительная 700x300	AMP		Арктос	шт	4	
51	То же 500x200	AMP		Арктос	шт	6	
52	То же 400x100	AMP		Арктос	шт	3	
53	То же 300x150	AMP		Арктос	шт	2	
54	То же 300x100	AMP		Арктос	шт	4	
55	То же 200x100	AMP		Арктос	шт	4	
56	Дросселирующий клапан 800x300			Арктос	шт	1	
57	Дросселирующий клапан 500x300			Арктос	шт	1	
58	Дросселирующий клапан 250x250			Арктос	шт	1	
59	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 100x150	ГОСТ 14918-80		Россия	м	15	
60	То же 150x150	ГОСТ 14918-80		Россия	м	6	
61	То же 250x150	ГОСТ 14918-80		Россия	м	7	
62	То же $\delta=0,7$ мм 250x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	25	
63	То же 300x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	6	
64	То же 400x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	5	
65	То же 500x300	ГОСТ 14918-80		Россия	м	10	
66	То же 600x500	ГОСТ 14918-80		Россия	м	16	
67	То же 800x300	ГОСТ 14918-80		Россия	м	5	
68	Теплоизоляция $\delta=50$ мм	«URSA»			м <sup>3</sup>	1	
69	Приточная установка	KVKF 250L			шт	1	
70	Радиальный вентилятор	СК 250С		Ostberg	шт	1	
71	Воздухонагреватель	РВАНС 250-2-2,5			шт	1	
72	Фильтр	ФЛК 250		Ostberg	шт	1	
73	Шумоглушитель	CSA 250/900		Polar Bear	шт	1	

Продолжение таблицы 18

1	2	3	4	5	6	7	8
74	Клапан воздушный	KBK 250		Арктос	шт	1	
75	Гибкая вставка	DS 250		Арктос	шт	2	
76	Решетка воздухораспределительная 300x100	AMP		Арктос	шт	4	
77	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 250x150	ГОСТ 14918-80		Россия	м	13	
78	Теплоизоляция $\delta=50$ мм	URSA			м3	0.1	
79	Приточная установка				шт	1	
80	Радиальный вентилятор	RK 500* 300B3		Ostberg	шт	1	
81	Воздухонагреватель 500x300	PBAS 500x330-2- 2,5		Polar Bear	шт	1	
82	Фильтр 500x300	FLR 500x300		Ostberg	шт	1	
83	Шумоглушитель 500x300	RSA 500x300/1000		Polar Bear	шт	1	
84	Клапан воздушный 500x300	ABK 500x300		Арктос	шт	1	
85	Гибкая вставка	DS 50-20		Ostberg	шт	2	
86	Огнезадерживающий клапан 500x300	OKC-1		Арктос	шт	2	
87	Решетка воздухораспределительная 500x150	AMP		Арктос	шт	4	
88	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 250x150	ГОСТ 14918-80		Россия	м	22	
89	То же $\delta=0,7$ мм 300x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	4	
90	Теплоизоляция $\delta=50$ мм	URSA		Россия	м3	0,3	
91	Вентилятор канальный	KVKF 160M		Systemair	шт	1	
92	Шумоглушитель $\varnothing 160$	CSA160 /900		Арктос	шт	1	
93	Обратный клапан $\varnothing 160$	RSK 160		Арктос	шт	1	
94	Гибкая вставка $\varnothing 160$	DS160		Арктос	шт	2	
95	Быстросъемный хомут $\varnothing 160$	MX160		Арктос	шт	2	

Продолжение таблицы 18

1	2	3	4	5	6	7	8
96	Огнезадерживающий клапан 200x100	ОКС-1		Арктос	шт	1	
97	Решетка воздухораспределительная 200x100	AMP		Арктос	шт	6	
98	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200x100	ГОСТ 14918-80		Россия	м	4	
99	То же 200x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	4	
100	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм $\varnothing 160$	ГОСТ 14918-80		Россия	м	3	
101	То же $\varnothing 200$	ГОСТ 14918-80		Россия	м	5	
102	Теплоизоляция $\delta=50$ мм			Россия	м2	1	
103	Вентилятор канальный	KVKF 100		Systemair	шт	1	
104	Шумоглушитель $\varnothing 100$	CSA 100/900		Арктос	шт	1	
105	Обратный клапан $\varnothing 100$	RSK 100		Арктос	шт	1	
106	Гибкая вставка $\varnothing 100$	DS100		Арктос	шт	2	
107	Быстросъемный хомут $\varnothing 100$	MX100		Арктос	шт	2	
108	Решетка воздухораспределительная 150x150	AMP		Арктос	шт	1	
109	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм $\varnothing 100$	ГОСТ 14918-80		Россия	м	3	
110	Теплоизоляция $\delta=50$ мм			Россия	м2	0,25	
111	Вентилятор канальный	KVKF 160M		Systemair	шт	1	
112	Шумоглушитель $\varnothing 160$	CSA 160/900		Арктос	шт	1	
113	Обратный клапан $\varnothing 160$	RSK 160		Арктос	шт	1	
114	Гибкая вставка $\varnothing 160$	DS160		Арктос	шт	2	
115	Быстросъемный хомут $\varnothing 160$	MX160		Арктос	шт	2	
116	Решетка воздухораспределительная 200x100	AMP		Арктос	шт	1	
117	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм $\varnothing 160$	ГОСТ 14918-80		Россия	м	5	

Продолжение таблицы 18

1	2	3	4	5	6	7	8
118	Теплоизоляция $\delta=50$ мм			Россия	м2	0,4	
119	Вентилятор канальный	KVKF 160M		Systemair	шт	1	
120	Шумоглушитель $\varnothing 160$	CSA 160/900		Арктос	шт	1	
121	Обратный клапан $\varnothing 160$	RSK 160		Арктос	шт	1	
122	Гибкая вставка $\varnothing 160$	DS160		Арктос	шт	2	
123	Быстросъемный хомут $\varnothing 160$	MX160		Арктос	шт	2	
124	Решетка воздухораспределительная 200x100	AMP		Арктос	шт	4	
125	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200x100	ГОСТ 14918-80		Россия	м	6	
126	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм $\varnothing 160$	ГОСТ 14918-80		Россия	м	10	
127	Теплоизоляция $\delta=50$ мм			Россия	м2	0,8	
128	Вентилятор канальный	KVKF 200		Systemair	шт	1	
129	Шумоглушитель $\varnothing 200$	CSA 200/900		Арктос	шт	1	
130	Обратный клапан $\varnothing 200$	RSK 200		Арктос	шт	1	
131	Гибкая вставка $\varnothing 200$	DS200		Арктос	шт	2	
132	Быстросъемный хомут $\varnothing 200$	MX200		Арктос	шт	2	
133	Решетка воздухораспределительная 200x100	AMP		Арктос	шт	8	
134	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200x100	ГОСТ 14918-80		Россия	м	18	
135	То же 200x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	4	
136	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм $\varnothing 200$	ГОСТ 14918-80		Россия	м	4	
137	Теплоизоляция $\delta=50$ мм			Россия	м2	1	
138	Вентилятор канальный	KVKF 160		Systemair	шт	1	
139	Шумоглушитель $\varnothing 160$	CSA 160/900		Арктос	шт	1	
140	Обратный клапан $\varnothing 160$	RSK 160		Арктос	шт	1	

Продолжение таблицы 18

1	2	3	4	5	6	7	8
141	Гибкая вставка Ø160	DS160		Арктос	шт	2	
142	Быстросъемный хомут Ø160	MX160		Арктос	шт	2	
143	Решетка воздухораспределительная 200x100	AMP		Арктос	шт	4	
144	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм 200x100	ГОСТ 14918-80		Россия	м	8	
145	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм Ø160	ГОСТ 14918-80		Россия	м	4	
146	Теплоизоляция δ=50 мм			Россия	м2	0,7	
147	Вентилятор канальный	KV KF 400		Systemair	шт	1	
148	Шумоглушитель 600x400	CSA 600x400/1000		Арктос	шт	1	
149	Обратный клапан 600x400	RSK 600x400		Арктос	шт	1	
150	Гибкая вставка Ø400	DS400		Арктос	шт	2	
151	Быстросъемный хомут Ø400	MX400		Арктос	шт	2	
152	Зонт из нержавеющей стали для местного отсоса 800x800x450			Gastrotechnik a	шт	16	
153	Дросселирующий клапан 200x200			Арктос	шт	12	
154	Дросселирующий клапан 250x200			Арктос	шт	1	
155	Дросселирующий клапан 300x200			Арктос	шт	3	
156	Огнезадерживающий клапан 600x400	ОКС-1		Арктос	шт	1	
157	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм 200x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	3	
158	То же 300x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	3	
159	То же δ=0,7 мм 400x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	3	
160	То же 500x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	4	
161	То же 500x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	6	
162	То же 600x400	ГОСТ 14918-80		Россия	м	8	
163	Теплоизоляция δ=50 мм			Россия	м2	1,5	
164	Вентилятор канальный	KV KF 400		Systemair	шт	1	



Окончание таблицы 18

1	2	3	4	5	6	7	8
165	Шумоглушитель 500x600	CSA 500x600/1000		Арктос	шт	1	
166	Обратный клапан 500x600	RSK 500x600		Арктос	шт	1	
167	Гибкая вставка Ø400	DS400		Арктос	шт	2	
168	Быстросъемный хомут Ø400	MX400		Арктос	шт	2	
169	Зонт из нержавеющей стали для местного отсоса 800x800x450			Gastrotechnik a	шт	17	
170	Дросселирующий клапан 200x200			Арктос	шт	14	
171	Дросселирующий клапан 250x200			Арктос	шт	3	
172	Огнезадерживающий клапан 500x600	ОКС-1		Арктос	шт	2	
173	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	4	
174	То же 250x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	3	
175	То же 300x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	5	
176	То же $\delta=0,7$ мм 400x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	12	
177	То же 500x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	5	
178	То же 600x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	6	
179	То же 500x600	ГОСТ 14918-80		Россия	м	8	
180	Теплоизоляция $\delta=50$ мм			Россия	м2	2	
У1-У4	Воздушная завеса	АС 205		Friko	шт	4	
У5	Воздушная завеса	АС 203С		Friko	шт	1	

## **4 Технология монтажа и заготовительные работы**

### **4.1 Подготовительные работы перед монтажом системы вентиляции**

системах вентиляции воздуха используются вентиляторы, приточные камеры, воздушные завесы, воздухонагреватели, отопительно-вентиляционные агрегаты, оборудование для очистки воздуха, воздуховоды и фасонные части к ним, вентиляционные детали, прокладочные и вспомогательные материалы.

Монтажно-сборочные работы по системам вентиляции воздуха включают в себя следующие основные последовательно вспомогательные процессы: подготовку объекта к монтажу указанных систем; приём и складирование воздуховодов и оборудования, комплектование воздуховодов, фасонных частей и вентиляционных деталей; подбор и комплектование вентиляционного оборудования, а при необходимости проведение предмонтажной ревизии оборудования; сборку узлов; доставку узлов, деталей и элементов к месту монтажа; установку средств крепления; монтаж оборудования; укрупнительную сборку оборудования; монтаж магистральных (вертикальных, горизонтальных и наклонных) воздуховодов; монтаж опусков и деталей систем; изготовление и монтаж подмеров; обкатку смонтированного оборудования; наладку и регулирование систем; сдачу систем в эксплуатацию.

К моменту начала монтажа систем вентиляции воздуха должны быть выполнены следующие общестроительные работы; устройство перекрытий, стен и перегородок в местах прокладки воздуховодов и установки вентиляционного оборудования; устройство фундаментов и других опорных конструкций для присоединения к ним деталей воздуховодов, герметических дверей, унифицированных воздушных заслонок и других деталей вентиляционных систем; устройство монтажных проёмов и выносных площадок для подачи крупногабаритных деталей и вентиляционного оборудования к месту монтажа; пробивка отверстий для прохода воздуховодов через междуэтажные перекрытия, кровлю, стены, и перегородки в тех случаях, когда отверстия не были оставлены при возведении здания; оштукатуривание потолков, стен и перегородок в местах прокладки воздуховодов, установки решеток и других воздухораспределительных устройств; устройство вентиляционных каналов в строительном оформлении; нанесение отметок чистого пола на колоннах, перегородках и стенах; остекление окон и фонарей и установка наружных дверей и ворот. Указанные работы должны быть выполнены на отдельных захватках или на всём объекте. Их готовность оформляется двусторонним актом.

После приёмки объекта под монтаж уточняется совмещённый график производства работ с возможной корректировкой сроков выполнения строительных, электромонтажных, санитарно-технических и других смежных

работ, завозятся вентиляционные заготовки и детали, принимается в монтаж по акту вентиляционное оборудование, завозится ручной инструмент, средства малой механизации, инвентарь и приспособления, заказываются механизмы и согласовываются методы крепления такелажных устройств к конструкциям здания.

#### **4.2 Подготовительные работы перед монтажом системы отопления**

При подготовке объекта к монтажу необходимо разметить места установки нагревательных приборов, места прохода трубопроводов и места установки насосов и узлов управления.

При приёмке строительного объекта под монтаж особое внимание обращают на готовность фундаментов под насосы; на соответствие отверстий и борозд для прокладки трубопроводов заданным проектным величинам или рекомендациям СНиПа; на отделку ниш и поверхности стен за нагревательными приборами.

При разметке и прокладке трубопроводов и нагревательных элементов систем отопления следует соблюдать уклоны и предельно допустимые отклонения при монтажных работах. Вертикальные трубопроводы не должны отклоняться от вертикали больше чем на 2 мм на 1 м длины трубопровода.

Расстояние от поверхности штукатурки или облицовки до оси неизолированных трубопроводов при открытой прокладке должно составлять при диаметре труб до 32 мм от 35 до 55мм, а при диаметре 40...50 мм - от 50 до 60 мм с допустимыми отклонениями  $\pm 5$ мм.

Расстояние между креплениями и опорами для стальных трубопроводов на горизонтальных участках определяется проектом или таблицей 2 СНиП 3.05.01-85. Средства крепления стояков из стальных труб в жилых и общественных зданиях при высоте этажа 3 м устанавливаются на половине высоты этажа. Средства крепления стояков в производственных зданиях устанавливаются через 3м. Подводки к отопительным приборам при длине более 500мм также должны иметь крепления.

Трубопроводы, нагревательные приборы и calorifеры при температуре теплоносителя выше 105°C устанавливаются на расстоянии не менее 100мм от сгораемых конструкций, если они не имеют тепловую изоляцию.

В местах пересечения трубопроводов с перекрытиями, стенами и перегородками устанавливают гильзы заподлицо с поверхностями стен и перегородок и выше на 20 - 30мм отметки чистого пола. Зазор между гильзой и трубой, обеспечивающей свободное перемещение трубы при изменении температуры теплоносителя, заполняется согласно проектным решениям в зависимости от температуры теплоносителя.

Уклоны магистральных трубопроводов пара, воды и конденсата

определяются рабочей документацией или рабочим проектом, но должны быть не менее 0,002, а паропровод, имеющий уклон против движения пара, не менее 0,006. Уклоны подводок к нагревательным приборам выполняются по ходу движения теплоносителя в пределах от 5-10мм на всю длину подводки. При длине подводки менее 500м она может быть смонтирована горизонтально.

Разметка мест установки нагревательных приборов и креплений указанных приборов производится согласно рабочей документации с обеспечением удаления воздуха и спуска теплоносителя из системы отопления. Места расположения отверстий под кронштейны или другие виды креплений размечаются с помощью шаблонов после штукатурки мест установки нагревательных приборов.

Средства крепления трубопроводов и нагревательных приборов устанавливаются на дюбелях с применением строительного монтажного пистолета. Применение деревянных пробок для заделки кронштейнов не допускается.

#### **4.3 Последовательность монтажа системы отопления**

Горизонтальные ветки системы отопления по этажам приняты из напорных труб из сшитого полиэтилена и прокладываются в подготовке пола, либо в декоративном коробе. Магистральные трубопроводы и главные стояки системы приняты из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75\* и стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91 с гидроизоляцией металлизированным алюминиевым покрытием по ГОСТ 9.304-87 и теплоизолируются цилиндрами из стеклянного шпательного волокна с металлизированным покрытием. Неизолированные трубопроводы покрываются масляной краской за 2 раза по ГОСТ 82-92-75.

Удаление воздуха из магистральных трубопроводов систем отопления осуществляется в высших точках автоматическими воздухоотводчиками, установленными на трубопроводах.

При скрытой прокладке трубопроводов воды допускается прокладывать без уклона. Скорость движения воды в них 0,25 м/с.

Отведение воды из трубопроводов горизонтальных ветвей систем отопления в местах установки дренажной арматуры осуществляется при помощи шланга и ручного насоса, предусмотренного в разделе "Узел управления". Открыто прокладываемый стояк расположить на расстоянии 200 мм от оконного проема.

Клапаны установить таким образом, чтобы направление стрелки на корпусе совпадало с направлением движения среды (теплоносителя).

Уклоны подводок к отопительным приборам выполнить 9 мм на длину подводки в сторону движения теплоносителя.

При установке отопительного прибора под окном его край со стороны

стояка не должен выходить за пределы оконного проема. Высота от пола до низа нагревательного прибора в пределах 60-150мм. Расстояние от стены принимаем не менее 25мм. Совмещение вертикальных осей симметрии относительно приборов и оконных проемов необязательно.

Алюминиевые радиаторы установить на кронштейнах, изготавливаемых в соответствии со стандартами. Кронштейны, заделанные в стены или пристрелянные к ней установить под шейки радиаторов.

#### **4.4 Последовательность монтажа воздуховодов систем вентиляции**

Воздуховоды монтировать вне зависимости от наличия технологического оборудования в соответствии с проектными привязками и отметками. Прокладки между фланцами воздуховодов должны выступать внутрь воздуховодов. Прокладки изготовить из ленточной монолитной резины. Болты по фланцам затянуть, все гайки болтов расположить с одной стороны фланца. При установке болтов вертикально гайки расположить с нижней стороны соединения.

Крепления горизонтальных воздуховодов установить на расстоянии при Ø 315, 355 - 4мм, а при Ø 560, 630, 710 ,900- 3мм друг от друга. Хомуты должны плотно охватывать воздуховоды.

Крепления растяжек и подвесок непосредственно к фланцам воздуховодов не допускается. Напряжение регулируемых подвесок должно быть равномерным. Свободно подвешиваемые воздуховоды рассчитать путем установки двойных подвесок через две одинарные подвески длине подвески 0,5м. Воздуховоды укрепить так, что бы их вес не передавался на вентиляционное оборудование. Виброизолирующие гибкие вставки установить непосредственно перед индивидуальными испытаниями. Вентилятор установить на пружинные виброизоляторы.

Зазоры между кромкой переднего диска рабочего колеса и кромкой входного патрубка вентилятора, как в осевом, так и в радиальном направлении не должны превышать 1% диаметра рабочего класса.

Вал вентилятора установить горизонтально, вертикальные стенки не должны иметь перекосов и наклона. Последовательность монтажа проводить согласно СНиП.3.05.02.

Забор воздуха для приточной вентиляции осуществляется на высоте не менее 2 м от уровня земли.

Шахты вытяжной вентиляции выступают над кровлей на высоту 1 м.

Приточный и вытяжной воздух распределяются по помещениям через приточные и вытяжные регулируемые воздухораспределители и диффузоры, установленные на воздуховодах.

Воздуховоды систем приняты из тонколистовой оцинкованной стали прямоугольного сечения и прокладываются в подвесных потолках.

Приточные воздуховоды систем П1- П4, воздухозаборные воздуховоды и вытяжные воздуховоды, проходящие по помещению после воздушных клапанов теплоизолируются. В качестве изоляции используются цилиндры из стеклянного шпательного волокна с металлизированным покрытием по ТУ 21-38-237-91. При монтаже металлических воздуховодов нужно соблюдать следующие основные требования СНиП:

а) воздуховоды необходимо надежно прикреплять к строительным конструкциям здания; не допускается опирание воздуховодов на вентиляционное оборудование;

б) вертикальные воздуховоды не должны отклоняться от вертикали более чем на 2 мм на 1 метр высоты;

в) воздуховоды, предназначенные для транспортирования увлажненного воздуха, в нижней части не должны иметь продольных швов;

г) разводящие участки воздуховодов, на которых возможно выпадение конденсата из транспортируемого влажного воздуха, монтируют с уклоном 0.01 - 0.015 в сторону дренирующих устройств.

#### **4.5 Испытание и сдача в эксплуатацию систем вентиляции**

Перед предпусковыми испытаниями проверяют: соответствие проекту и правильность установки вентиляционного оборудования, устройства вентиляционных шахт каналов и монтажа воздуховодов; прочность креплений вентиляционного оборудования, воздуховодов и других устройств и наличие ограждений у ременных передач; правильность установки жалюзийных решёток, клапанов, герметических дверей и наличие фиксирующих приспособлений у регулирующих устройств; выполнение предусмотренных проектом мероприятий по борьбе с шумом.

Установка вентиляции до её испытания должна непрерывно и исправно проработать в течение времени, определяемого по паспорту испытываемого оборудования или по техническим условиям. По результатам обкатки вентиляционного оборудования составляется акт по форме обязательного приложения 1 СНиП 3.05.01-85.

При испытании проверяют: работоспособность системы; соответствие производительности вентилятора проектным данным; равномерность прогрева водонагревателей и распыления воды форсунками; герметичность соединений; соответствие проектным данным объёма воздуха, проходящего через воздухораспределители и воздухозаборные устройства. Особое внимание обращают на соответствие температур и влажности подаваемого в помещение воздуха проектным данным и на его скорость, особенно, если этот воздух поступает на рабочее место.

Величина подсоса и утечек воздуха в системах вентиляции при длине сети до 50 м не должна превышать 10%, а при большей длине сети 15% производительности вентилятора.

После окончания работ по предпусковым испытаниям и регулировке установок составляют приёмочный акт, приложением к которому должны являться следующие документы: исполнительные чертежи с пояснительной запиской и со всеми внесёнными в рабочую документацию изменениями, допущенными при производстве работ, а также документы, подтверждающие изменения; акты освидетельствования скрытых работ и акты промежуточной приёмки ответственных конструкций; паспорта на оборудование; акты на предпусковые испытания и регулирование вентиляционных установок; паспорта на вентиляционные установки в двух экземплярах по форме обязательного приложения 2 СНиП 3.05.01-85.

Испытание и наладка установок вентиляции на санитарно-гигиенические и технологические требования должны проводиться при полной технологической загрузке вентилируемых помещений и технологического оборудования.

Комплексное опробование систем вентиляции воздуха осуществляется по программе и графику, разработанным заказчиком или по его поручению наладочной организацией и согласованным с генеральным подрядчиком и монтажной организацией.

#### **4.6 Испытание и сдача в эксплуатацию систем отопления**

Приём систем отопления производится в три этапа: наружным осмотром, испытания гидростатическим или манометрическим методом и испытания на тепловой эффект.

При наружном осмотре проверяют исполнительные чертежи и соответствие выполненных работ утверждённому проекту, правильность сборки и прочность крепления труб и отопительных приборов, установка контрольно-измерительных приборов, запорной и регуливающей арматуры, расположения спускных и воздушных кранов, соблюдение уклонов, равномерность прогрева приборов, относительная бесшумность работы насосов и системы в целом, отсутствие течи в резьбовых соединениях, секциях радиаторов, кранах, задвижках и др.

После наружного осмотра проводится испытание по программе, определяемой системой отопления и временем года. Для удобства выявления дефектных мест каждая система испытывается по узлам, а затем в целом. Испытания должны производиться до начала малярных работ.

Испытание систем водяного отопления должно производиться при отключённых источниках теплоносителей и расширительных сосудах гидростатическим методом давления, равным 1,5 рабочего давления, но не менее 0,2 МПа в самой нижней точке системы. Числовое значение давления для испытания вводов в здания и тепловых узлов должно быть согласовано с руководством ТЭЦ.

Паровые и водяные системы считаются выдержавшими испытание гидростатическим методом, если в течение 5 мин нахождения её под пробным давлением падение давления не превысит 0.02 МПа и отсутствуют течи в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре, отопительных приборах и оборудовании.

Манометрические испытания систем отопления производятся следующим образом: систему заполняют воздухом пробным избыточным давлением 0,15 МПа; при обнаружении дефектов монтажа на слух снижают давление до атмосферного и устраняют дефекты; затем систему заполняют воздухом давлением 0,1 МПа и выдерживают её под пробным давлением в течении 5 мин. Система признаётся выдержавшей испытание, если при нахождении её под пробным давлением падение давления не превысит 0,01 МПа.

При пуске отопления в зимних условиях должна быть предусмотрена возможность быстрого опорожнения его от воды, а также выключения и отключение по частям.

Исправное и эффективное действие систем отопления определяется в результате их семичасовой непрерывной работы с теплоносителем в подающем трубопроводе, температура которого должна соответствовать температуре наружного воздуха, но не менее 50°C, и величине циркуляционного давления в системе согласно рабочей документации.

При сдаче систем отопления представляется комплект исполнительных чертежей, все акты приёмки скрытых работ, паспорта оборудования, акты гидравлических испытаний и акты теплового испытания системы.

#### **4.7 Расчет длин воздухопроводов системы В7**

1) Воздухораспределитель:

1') Воздуховод 100x150 мм:  $l_1 = 1500 - l_2 = 1500 - 300 = 1200$  мм;

2) Отвод 90° 100x150 мм:  $l_2 = 300$  мм

3) Воздуховод 150x150 мм:

$l_3 = 2500 - l_2 - l_{отд.4} = 2500 - 300 - 175 = 1975$  мм

4) Узел 1 - тройник прямой неравнопроходной: 100x150/100 x150/150x150

$l_4 = 150 + 75 + 75 + 100 = 400$  мм,

5) Воздуховод 150x250:  $l_5 = 2000 - l_{отд.4} - l_{отд.6} = 2000 - 225 - 175 = 1600$  мм

6) Узел 2 тройник прямой неравнопроходной: 150x250/100x150/250x250

$l_6 = 150 + 75 + 75 + 100 = 400$  мм,

7) Воздуховод 250x250:  $l_7 = 2000 - l_{отд.6} - l_{отд.7} = 2000 - 225 - 175 = 1600$  мм

8) Узел 3 тройник прямой равнопроходной: 250x250/100x150/250x250

$l_8 = 150 + 75 + 75 + 100 = 400$  мм,

9) Воздуховод 250x250 мм:  $l_8 = 2000 - l_{отд.8} - l_{отд.9} = 1500 - 125 - 175 = 1700$  мм



10) Узел 4 тройник прямой неравнопроходной: 250x250/100x150/300x250

$l_{10} = 150 + 75 + 75 + 100 = 400$  мм,

11) Воздуховод 100x150 мм:  $l_{11} = 1500 - l_{омд.10} = 1500 - 225 = 1275$  мм

12) Воздуховод 100x150 мм:  $l_{12} = 1500 - l_{омд.8} = 1500 - 225 = 1275$  мм

13) Воздуховод 100x150 мм:  $l_{13} = 1500 - l_{омд.6} = 1500 - 175 = 1325$  мм

14) Воздуховод 100x150 мм:  $l_{14} = 1500 - l_{омд.4} = 1500 - 175 = 1325$  мм

#### **4.8 Инструменты и приспособления для монтажа систем вентиляции и отопления**

В системах вентиляции используется вентиляторы, кондиционеры, приточные камеры, воздушные завесы, отопительно-вентиляционные агрегаты, оборудование очистки воздуха, воздуховоды и фасонные части к ним, вентиляционные детали, прокладочные и вспомогательные материалы.

Для создания герметичности соединений воздуховодов применяют различные уплотняющие материалы в виде поролона, монолитной листовой технической и пористой резины, полимерного мастичного жгута ПМЖ-1, полимерного материала ПРК-2, термоусаживающих уплотняющих манжет, асбестового жгута, асбестового картона, бутепрола, герлена, кислотостойкого прокладочного пластика или кислотостойкой резины и т.д.

К вспомогательным материалам, используемым для монтажа систем вентиляции воздуха, относятся метизы, электроды, сварочная проволока, лакокрасочные материалы, приводные ремни, смазочные материалы. Их марка определяется монтажным проектом или рабочей документацией.

В качестве уплотнителя для фланцевых соединений при температуре теплоносителя не более 150 °С применяют поранит, толщиной 2-3 мм, или фторопласт 4 мм, а при температуре теплоносителя не более 130 °С – прокладки из термостойкой резины. Для резьбовых соединений в качестве уплотнителя применяют ленту из фторопластового уплотнительного материала или льняную прядь, пропитанную свинцовым суриком или белилами, замешанными на олифе, а также асбестовую прядь вместе с льняной прядью, пропитанные графитом, замешанным на олифе или ленту фторопластового уплотнительного материала.

Сальники у задвижек, вентилях и кранов должны быть при температуре теплоносителя до 100 °С хлопчатобумажной, льняной, пеньковой, фторопластовой набивкой, а при паре или воде с температурой более 100 °С асбестовой, тальковой, плетеной или фторопластовой набивкой. Основные инструменты постоянного использования указаны в таб.4.1

Таблица 4.1-Инструменты постоянного пользования.

Наименование инструментов	Обозначение	Количество	Срок службы, мес
Метр складной металлический	-	5	18
Отвес-рулетка	СТД972/2	2	36
Уровень брусковый		1	24
Молоток: слесарный	800г	2	24
кровельный	750г	2	24
Ключи: гаечные двухсторонние	8x10мм	2	36
	13x14мм	2	36
	17x19мм	2	36
гаечный разводной	S=30	1	24
трещотный	СТД961/76	6	24
Ножницы по металлу	СТД-48; L=200мм	2	24
Зубило слесарное	16x60	2	9
Крейцмейсель слесарный	8x60	1	6
Плоскогубцы	L=200мм	3	24
Струбцина для сборки фланцев	-	4	18
Маска сварочная	-	1	24
Электродержатель	-	1	12
Оправки удлиненные	СТД931/2	4	18
Лебедка рычажные	Q=1-1.5	2	2
Трос стальной	d=10-12мм	5	6

Примечание. Принято, что состав бригады слесарей-вентиляционников входят один электросварщик и один газорезчик по смежной профессии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уровень развития современной климатотехники предъявляет высокие требования к фундаментальной и специальной подготовке специалистов по отоплению, вентиляции воздуха.

Проектирование отопления представляет собой комплекс взаимосвязанных задач: обоснование тепловой мощности, гидравлический расчёт трубопроводов, подбор основного и вспомогательного оборудования.

В дипломном проекте запроектирована система отопления – центральная с механическим побуждением циркуляции воды, двухтрубная с нижней разводкой, с тупиковым движением теплоносителя.

С целью увеличения экономии тепловой энергии, улучшения микроклимата в помещениях и нормального функционирования систем применен комплекс автоматики, который позволяет значительно упростить эксплуатацию и регулирование систем отопления.

А так же в результате проектирования системы вентиляции в кафе были приняты следующие решения:

- приточная и вытяжная вентиляция с механическим побуждением.
- схема организации воздухообмена принята сверху вниз.

## Список использованных источников

1. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. – М.: Стройиздат. 2000. 67 с.
2. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. - М.: Стройиздат, 2000. 66 с.
3. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. – М.: Стройиздат, 2000. 32 с.  
СНиП 31-05-2003 . Общественные здания административного назначения/ Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 2003. 41 с.
4. СНиП 23-03-2003. Защита от шума. – М.: Стройиздат, 2003. 45 с.
5. СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.– М.: Стройиздат, 2003. 73 с.
6. НП 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности». – М.: Стройиздат, 2003. 45 с.
7. Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2. / Под ред. Н.Н.Павлова и Ю.И.Шиллера.-М.: Стройиздат, 1992. 416 с.
8. Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 1. / Под ред. Н.Н.Павлова и Ю.И.Шиллера.-М.: Стройиздат, 1992. 319 с.
9. Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика. Ч. 1. Отопление. / Под ред. И.Г.Староверова и Ю.И.Шиллера.-М.: Стройиздат, 1990. 344 с.
10. Каталог. Системы вентиляции. – Фирма Лиссант. 2005. 217с.
11. Каталог. Системы вентиляции. – Фирма Арктика. 2003. 40с.
12. Каталог. Кондиционер центральный каркасно-панельный. – Фирма «Вега» 2003. 84с.
13. Каталог балансировочных клапанов. – Фирма Danfoss. 2004. 88с.
14. Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. Ч.2. Вентиляция / Под ред. В.Н.Богословского.- М.: Стройиздат, 1976. 439 с.
15. Каганов Ш.И. Охрана труда при производстве санитарно-технических и вентиляционных работ. – М.: Стройиздат, 1989. 300 с.
16. Говоров В.П. и Стешенко А.Л. Производство санитарно-технических работ. – М.: Стройиздат, 1982. 400 с.
17. Дикман Л.Г. Организация жилищно-гражданского строительства. – М.: Стройиздат, 1990. 495 с. (Справочник строителя).
18. СТП 2.02-2002. «Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования». – М.: Госстрой Россия, 2002. 60 с.

## Характеристика отопительно-вентиляционных систем

Обозначение систем	Кол. систем	Наименование обслуживаемого помещения, (технологического оборудования)	Тип установки	Вентилятор					Электродвигатель			Воздуонагреватель			Примечание			
				Тип, исполнение по взрывозащите	N	Схема исполнения	Положение	L*, м³/ч	P*, Па	n, об/мин	Тип исполнения по взрывозащите	N, кВт	n, об/мин	N, кВт		Q, ккал/ч	температура	
																	от	до
П1	1	Обеденный зал	VS-55-R-HC/S											82450	-40	18	Воздуонагреватель водяной	
П2	1	Помещения кухни	VS-75-R-H/S											137790	-40	18	Воздуонагреватель водяной	
П3	1	Зал кулинария	CK 250C											8120	-40	18	Воздуонагреватель водяной	
П4	1	Конференц-зал	RK500x300B3											17320	-40	18	Воздуонагреватель водяной	
B1	1	Обеденный зал	VS-40-R-S/V															
B2	1	Помещения кухни	VS-75-R-S/V															
B3	1	Санузлы	CK 250C															
B4	1	Кладовые, подсобные помещения	CK 250C															
B5	1	Санузлы	CK 250C															
B6	1	Зал кулинарии	CK 315C															
B7	1	Конференц-зал	RK500x300B3															
B8	1	Санузлы	CK 200B															
У1-У4	4	Наружные двери	Frico AC205														Электрозавеса	
У5	1	Наружные двери	Frico AC203C														Электрозавеса	

## Общие указания.

Данный раздел проекта выполнен на основании архитектурно-строительных чертежей, действующих строительных норм и правил, а также в соответствии со СНиП 41-01-2003, СНиП 2.08.02-89\* - справочным пособием к СНиП 2.08.02-89\* "Проектирование предприятий общественного питания". Расчетные параметры наружного воздуха приняты в соответствии со СНиП 23-01-99 "Строительная климатология и составляют:  
 - температура воздуха в зимний период года: -40°С  
 - температура воздуха в летний период года: +22,5°С  
 - средняя температура отопительного периода: -7,2°С  
 - продолжительность отопительного периода: 234 суток

**Отопление.**  
 Отопление помещений предусматривается водяное местными нагревательными приборами. Параметры теплоносителя в системе отопления 95:70 С.  
 Отопление помещений кафе принято по существующей схеме без изменения диаметров трубопроводов и тепловой нагрузки.  
 При обследовании системы отопления в пределах помещений кафе и кулинарии выявлено, что по эстетическому виду отопительные приборы и трубопроводы требуют замены, что и выполнено в данном проекте.  
 В качестве нагревательных приборов приняты алюминиевые радиаторы Calidor Super, H = 350 и 500 мм.  
 На каждом приборе устанавливается термостатный вентиль позволяющий регулировать теплоотдачу радиатора, поддерживая таким образом заданную температуру в помещении.  
 Отопительные приборы на лестничной клетке смонтировать на отм. +2.200 от пола или в нишах.

автоматическими воздухоотводчиками, установленными на трубопроводах и приборах.  
 Трубопроводы системы отопления приняты из стальных оцинкованных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262 - 75\* и прокладываются с уклоном в сторону теплового узла.  
 Трубопроводы системы отопления окрашиваются эмалевой краской за 2 раза.  
 Магистральные трубопроводы покрываются антикоррозийным покрытием ЭП-969 за два раза согласно РД.153-34.0-20.518-2003 и теплоизолируются изоляцией энергофлекс.  
 Трубопроводы системы отопления в местах пересечения перекрытий, стен и перегородок прокладываются в гильзах с заделкой зазоров базальтовым шнуром БШ70-20 по ТУ5769-031-05328981-02. В местах пересечения стен и перекрытий трубопроводами образовавшиеся отверстия и зазоры заделывать однородными материалами на всю глубину ограждения. При монтаже края гильз расположить на одном уровне с поверхностями стен, перегородок и потолков, и на 30 мм выше уровня поверхности чистого пола.  
 После монтажа произвести гидравлическое испытание системы давлением 1,25 рабочего.

### Вентиляция.

В помещениях кафе предусматривается приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением. Воздухообмен определен из условия ассимиляции тепло - влаговыведений от технологического оборудования, согласно нормативной кратности воздухообмена, по санитарным нормам подачи наружного воздуха на одного человека в час, по нормам вытяжки от санитарных приборов.  
 Принятое приточно-вытяжное оборудование в помещениях представлено маркой VTS и OSTBERG.  
 В помещения подача воздуха осуществляется приточными установками П1-П4.  
 Приточная установка (П1) Обслуживающая зал кафе, предусматривается с охлаждением приточного воздуха в летний период времени.  
 Нагрев приточного воздуха осуществляется водяными калориферами.  
 Параметры теплоносителя в системах теплоснабжения калориферов приточных установок 150-70 С.  
 Приточный воздух распределяется по помещениям через приточные регулируемые решетки  
 Удаление воздуха принято вытяжными установками VTS и OSTBERG.  
 Выброс воздуха осуществляется на отм. 1м выше кровли здания.  
 Для удаления вытяжного воздуха используются существующие воздуховоды, проходящие от обеденного зала кафе, до технического этажа.  
 Вытяжной воздух удаляется через вытяжные решетки, установленные на воздуховодах, а так же через зонты от технологического оборудования.  
 Воздуховоды систем приняты прямоугольного сечения из тонколистовой оцинкованной стали по ГОСТ 14918-80, а также гибкие.  
 Воздуховоды систем приняты класса Н (нормальные).  
 При пересечении воздуховодами стен венткамер и перекрытий, предусматривается установка огнезадерживающих клапанов с пределом огнестойкости 1 час.  
 Приточные воздуховоды для забор наружного воздуха, а так же вытяжные от воздушного клапана до места выброса вытяжного воздуха теплоизолируются фольгированным изоляционным материалом "URSA" б=50мм.  
 Воздуховоды подачи воздуха приточной системы П1 теплоизолируются фольгированным самоклеющимся изоляционным материалом "Пенофол С10" б=10 мм.  
 Входные двери оборудуются электрическими воздушно-тепловыми завесами для предотвращения попадания потоков холодного воздуха.  
 Трубопроводы систем теплоснабжения воздушнонагревателей приточных установок приняты из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91 и прокладываются в изоляции с уклоном в сторону существующего теплового узла. Подключение трубопроводов теплоснабжения принято по существующей схеме от существующего теплового узла №1.  
 Трубопроводы покрываются антикоррозийным покрытием ЭП-969 за два раза согласно РД.153-34.0-20.518-2003 и теплоизолируются изоляцией энергофлекс б=20мм.

### Автоматизация.

Предусматривается автоматическое регулирование систем вентиляции:  
 - поддержание параметров приточного воздуха;  
 - защита воздушнонагревателей от замораживания;  
 - дистанционное и местное управление системами;  
 - отключение всех установок при пожаре;

### Шумоизоляция.

Для снижения уровня шума от работающих вентиляционных установок предусматривается:  
 - размещение вентиляционного оборудования в венткамере;  
 - установка шумоглушителей;  
 - подключение воздуховодов к вентиляторам с помощью гибких вставок;  
 - регулирование скорости вращения вентиляторов;  
 - применение нормативных скоростей движения воздуха в воздуховодах;

Монтаж системы отопления и вентиляции вести в соответствии с требованиями СНиП 3.05.01-85, СНиП 41-01-2003 и инструкций фирм изготовителей оборудования.

## Ведомость рабочих чертежей основного комплекта

Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные.	
2	План на отм. 0.00 м. Вентиляция.	
3	План на отм. 4.20. Вентиляция.	
4	План на отм. 0.00 м. Отопление.	
5	План на отм. 4.20. Отопление.	
6	Схемы систем П1-П4, В1-В8	
7	Схемы систем В2, В5, В7, П2	
8	Схема системы отопления Ст28-Ст35.	
9	Фрагмент плана на отм. 4.2 м. Фрагмент плана на отм. м. Установки систем П1-П4, В1, В2, В4, В6, В7	
10	Схема системы теплоснабжения установок П1-П4.	

## Основные показатели по чертежам отопления и вентиляции

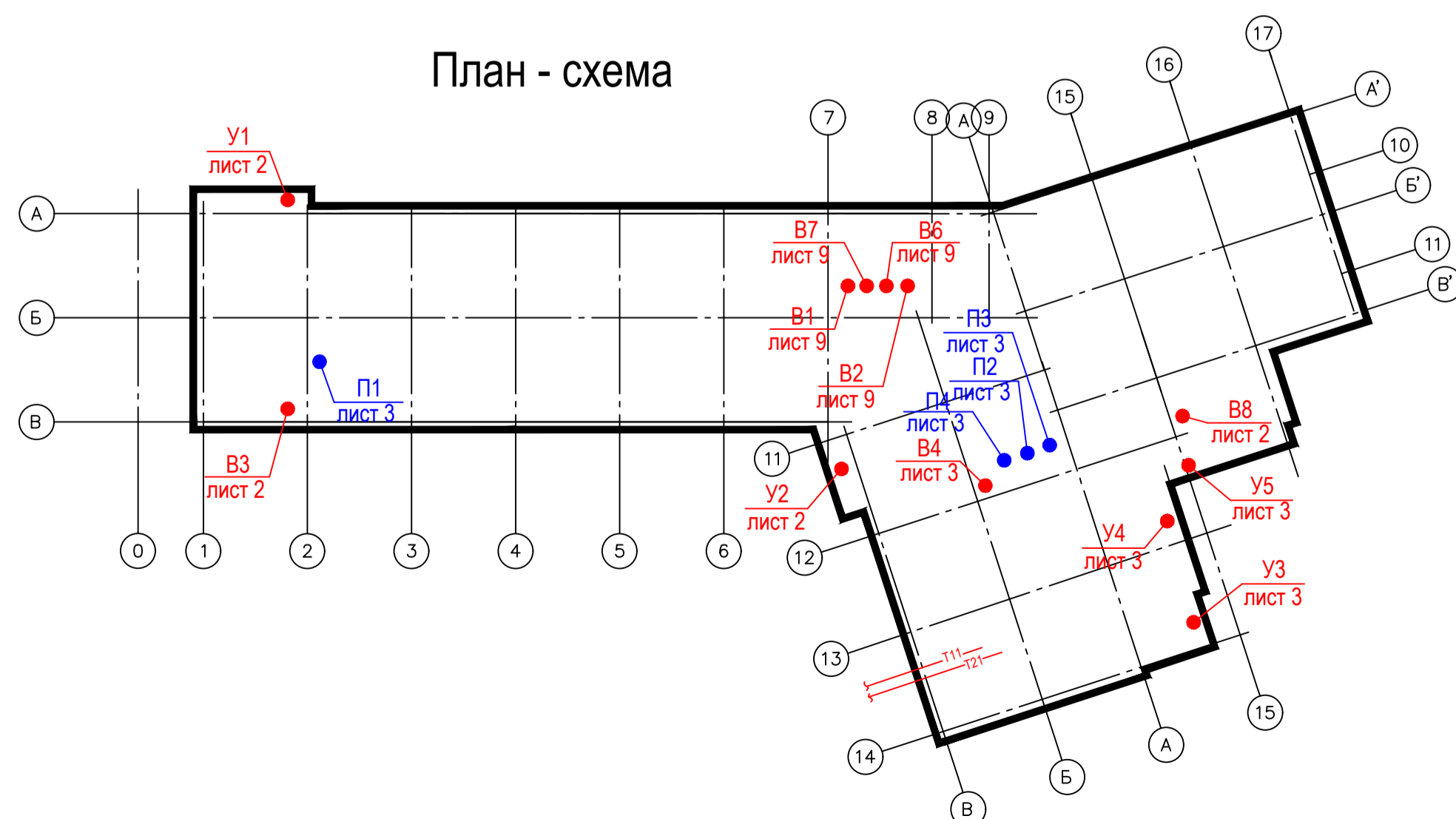
Наименование здания (сооружения), помещения	Объем, м³	Периоды года при tн, °С	Расход тепла, Вт (ккал/ч)			Расход холода, Вт (ккал/ч)	Установленная мощность электродвигателей, кВт
			на отопление	на вентиляцию	общий		
Кафе		- 40	48000 41380	285000 245680	333000 287060	- -	28.202

Мощность электрических воздушно-тепловых завес - 23 кВт.

## Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

Обозначение	Наименование	Примечание
	<u>Ссылочные документы</u>	
с. 4.904-69	Детали крепления санитарно-технических приборов и трубопроводов.	
с. 5.904-1	Детали крепления воздуховодов.	
с. 5.904-51	Зонты вентиляционных систем.	

## План - схема



## Условные обозначения.

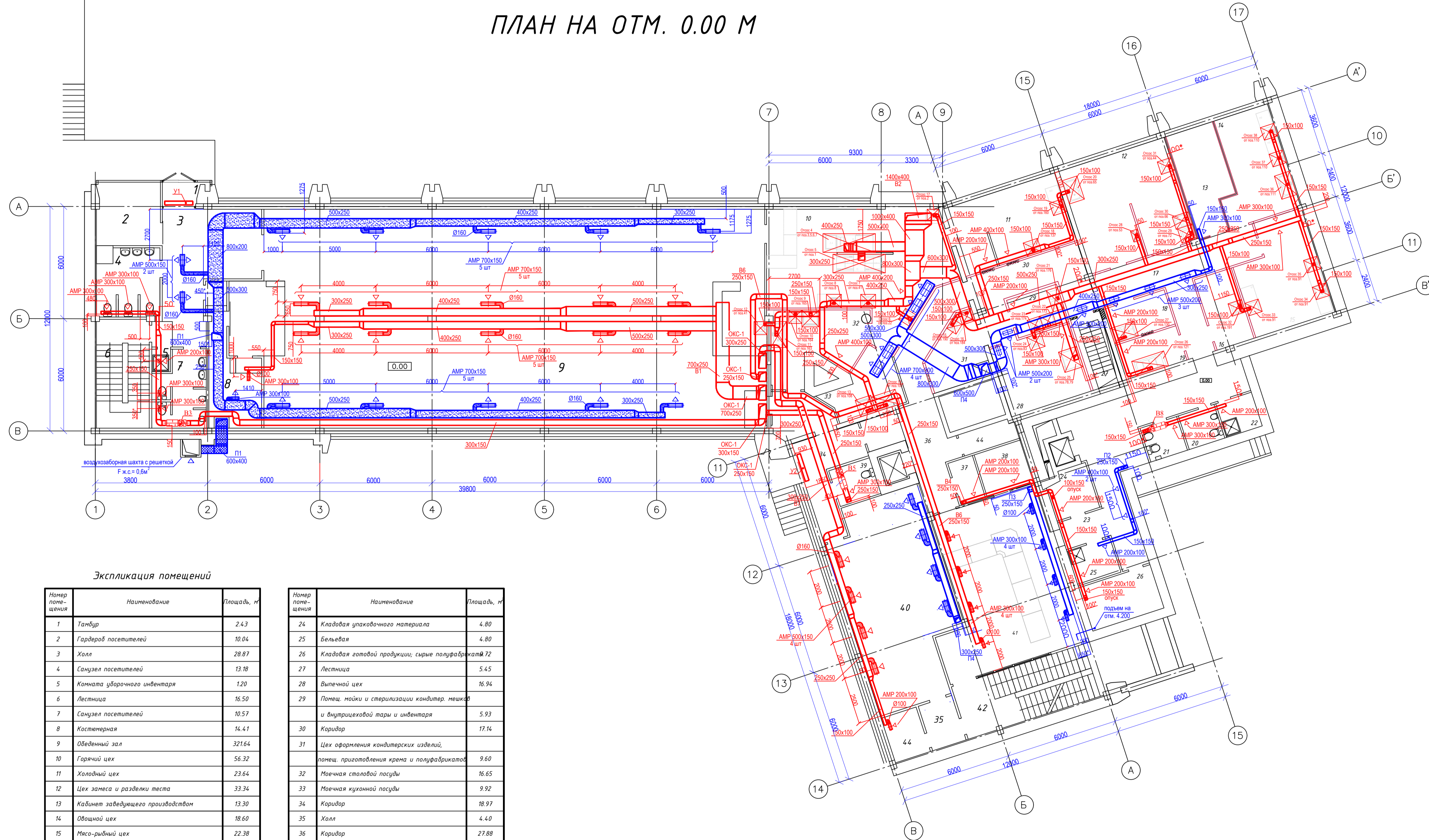
- приточный воздуховод в изоляции;
- вытяжной воздуховод в изоляции;
- приточная решетка;
- вытяжная решетка;
- трубопроводы систем отопления в изоляции;
- клапан огнезадерживающий;
- вытяжные установки марки "OSTBERG" (комплектно: вентилятор, шумоглушитель, гибкие соединения);

Имя, № листа, Подпись, дата, Взам. инв. №

БР-08.03.01.00.05.-2017 - ОВ					
Сибирский Федеральный Университет инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.		Коробейникова			
Руководит		Смоляников Г.В.			
Зав. каф.		Савин Г.В.			
Норм. кон.		Смоляников Г.В.			
Отопление и вентиляция кафе-столовой на 200 п.м. в Советском районе г.Красноярска			Стадия	Лист	Листов
Общие данные.			ДП	1	
Кафедра ИСЗиС 3Ф					



# ПЛАН НА ОТМ. 0.00 М



## Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²
1	Тамбур	2,43
2	Гардероб посетителей	10,04
3	Холл	28,87
4	Санузел посетителей	13,18
5	Канната уборочного инвентаря	1,20
6	Лестница	16,50
7	Санузел посетителей	10,57
8	Костюмерная	14,41
9	Обеденный зал	321,64
10	Горячий цех	56,32
11	Холодный цех	23,64
12	Цех замеса и разделки теста	33,34
13	Кабинет заведующего производством	13,30
14	Овощной цех	18,60
15	Мясо-рыбный цех	22,38
16	Помещение для раскройки и подготовки сырья	8,22
17	Коридор	22,62
18	Помещение для приготовления яичной массы	6,50
19	Помещение для мойки и подготовки яиц	6,46
20	Санузел персонала мужской	3,80
21	Санузел персонала женский	3,80
22	Канната уборочного инвентаря	3,90
23	Коридор	35,84

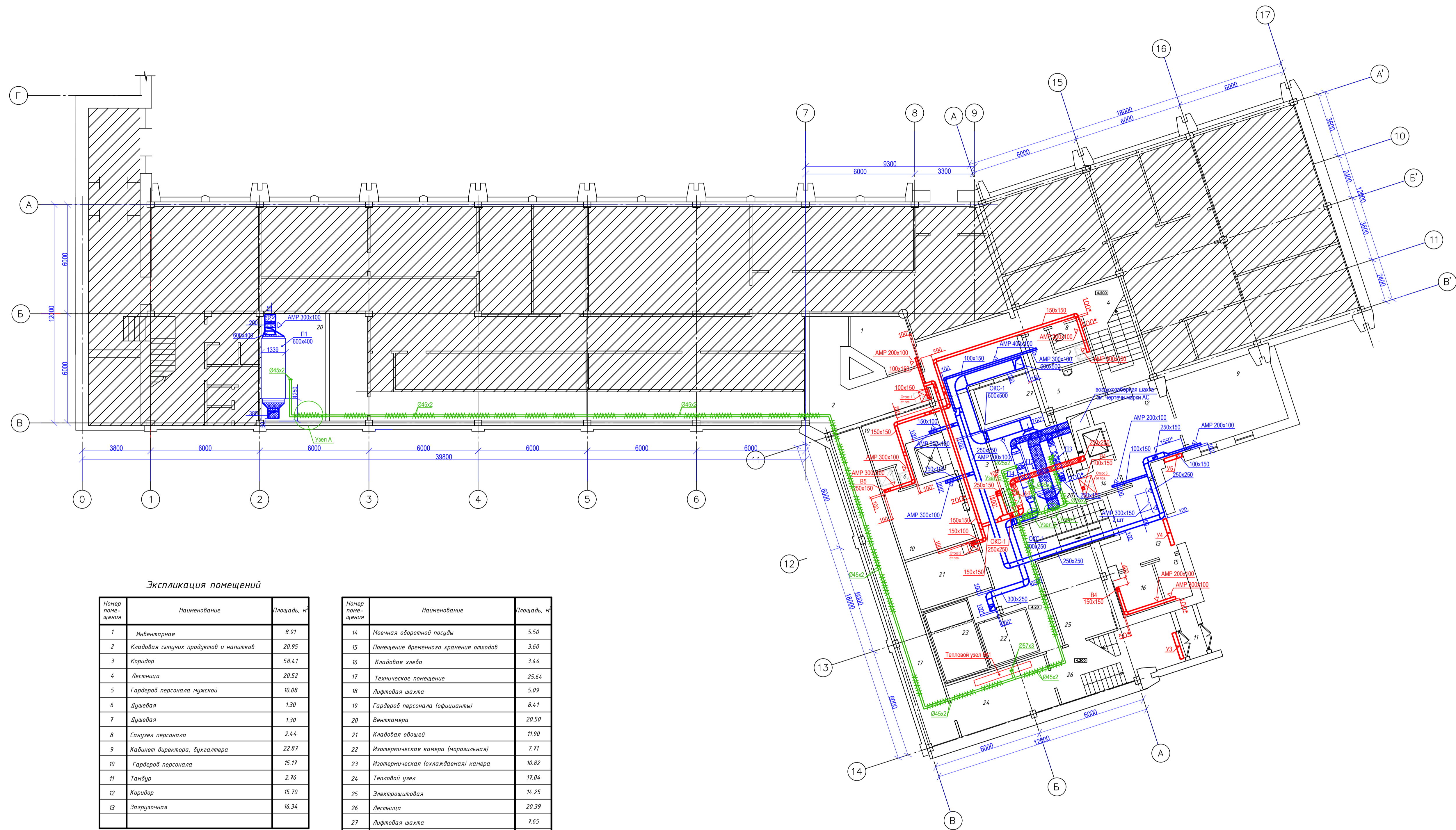
Номер помещения	Наименование	Площадь, м²
24	Кладовая упаковочного материала	4,80
25	Бельевая	4,80
26	Кладовая готовой продукции, сырье полуфабрикатов	72
27	Лестница	5,45
28	Выпечной цех	16,94
29	Помещ. мойки и стерилизации кондитер. посуды и внутрещиковой тары и инвентаря	5,93
30	Коридор	17,14
31	Цех оформления кондитерских изделий, помеш. приготовления крема и полуфабрикатов	9,60
32	Моечная столовой посуды	16,65
33	Моечная кухонной посуды	9,92
34	Коридор	18,97
35	Холл	4,40
36	Коридор	27,88
37	Сервизная	3,23
38	Кладовая готовой продукции, кондитер. изделий	6,28
39	Санузел посетителей	4,56
40	Конференц-зал	55,83
41	Зал кулinary	53,95
42	Лестница	30,80
43	Тамбур	2,81
44	Гардероб	3,84
Итого:		

Имя, № поз. Полная дата Взам. инв. №

БР-08.03.01.00.05.-2017 - ОВ					
Сибирский Федеральный Университет инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.		Коробейникова			
Руководит.		Смоляников ГВ			
Норм. конт.		Смоляников			
Зав. каф.		Сахан Г.В.			
Отопление и вентиляция кафе-столовой на 200 п.м. в Советском районе г. Красноярск			Стадия	Лист	Листов
План на отм. - 0.00 м. Вентиляция.			ДП	2	
			Кафедра ИСЗиС 3Ф		



# ПЛАН НА ОТМ. -4.200 М



Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Инвентарная	8.91
2	Кладовая сыпучих продуктов и напитков	20.95
3	Коридор	58.41
4	Лестница	20.52
5	Гардероб персонала мужской	10.08
6	Душевая	1.30
7	Душевая	1.30
8	Санузел персонала	2.44
9	Кабинет директора, бухгалтера	22.87
10	Гардероб персонала	15.17
11	Тамбур	2.76
12	Коридор	15.70
13	Загрузочная	16.34

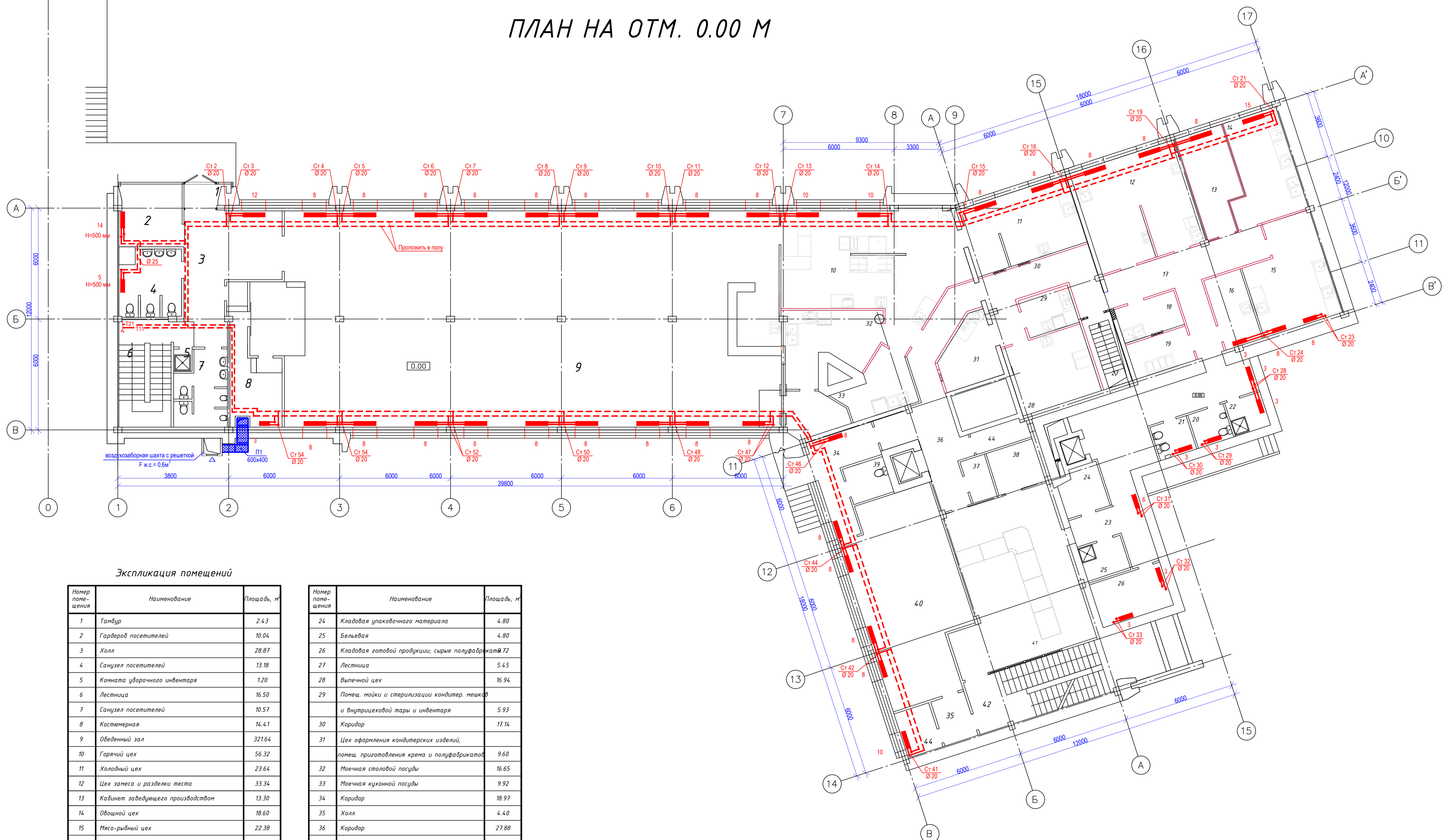
Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
14	Моечная оборотной посуды	5.50
15	Помещение временного хранения отходов	3.60
16	Кладовая хлеба	3.44
17	Техническое помещение	25.64
18	Лифтовая шахта	5.09
19	Гардероб персонала (официанты)	8.41
20	Венткамера	20.50
21	Кладовая овощей	11.90
22	Изомергическая камера (морозильная)	7.71
23	Изомергическая (охлаждающая) камера	10.82
24	Тепловой узел	17.04
25	Электрощитовая	14.25
26	Лестница	20.39
27	Лифтовая шахта	7.65
Итого:		356.88

Имя, № пола, Полная дата, Выходная №

БР-08.03.01.00.05.-2017 - ОВ					
Сибирский Федеральный Университет инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.		Коробейникова			
Руководит		Смоляников ГВ			
Норм. конт		Смоляников ГВ			
Зав. каф.		Сакан Г.В.			
Отопление и вентиляция кафе-столовой на 200 п.м. в Советском районе г.Красноярск				Стадия	Лист
План на отм.-4.200 м. Вентиляция.				ДП	3
				Кафедра ИСЗиС ЗФ	



# ПЛАН НА ОТМ. 0.00 М



## Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²
1	Тамбур	2.43
2	Гардероб посетителей	10.04
3	Холл	28.87
4	Санузел посетителей	13.18
5	Комната уборочного инвентаря	1.20
6	Лестница	16.50
7	Санузел посетителей	10.57
8	Костюмерная	14.41
9	Обеденный зал	321.64
10	Горячий цех	56.32
11	Холодный цех	23.64
12	Цех замеса и разделки теста	33.34
13	Кабинет заведующего производством	13.30
14	Овощной цех	18.60
15	Мясо-рыбный цех	22.38
16	Помещение для распаковки и подготовки сырья	8.22
17	Коридор	22.62
18	Помещение для приготовления яичной массы	6.50
19	Помещение для мойки и подготовки яиц	6.46
20	Санузел персонала мужской	3.80
21	Санузел персонала женский	3.80
22	Комната уборочного инвентаря	3.90
23	Коридор	35.84

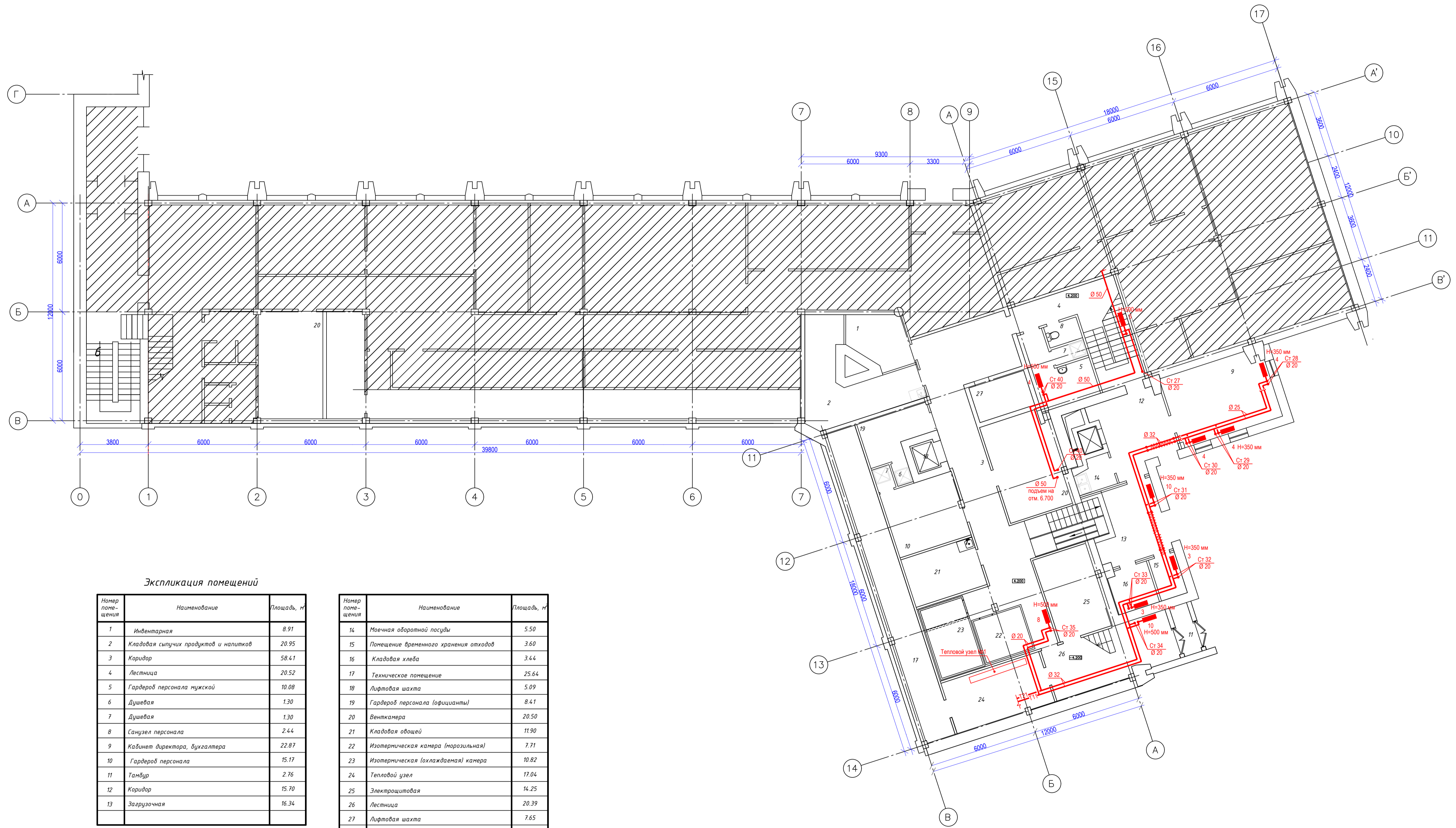
Номер помещения	Наименование	Площадь, м²
24	Кладовая упаковочного материала	4.80
25	Бельевая	4.80
26	Кладовая готовой продукции, сырье полуфабриката 72	
27	Лестница	5.45
28	Выпечной цех	16.94
29	Помещ. мойки и стерилизации кондитер. мешков и внутрицеховой тары и инвентаря	5.93
30	Коридор	17.14
31	Цех оформления кондитерских изделий, помещ. приготовления крема и полуфабриката	9.60
32	Моечная столовой посуды	16.65
33	Моечная кухонной посуды	9.92
34	Коридор	18.97
35	Холл	4.40
36	Коридор	27.88
37	Сервизная	3.23
38	Кладовая готовой продукции, кондитер. издел.	6.28
39	Санузел посетителей	4.56
40	Конференц-зал	55.83
41	Зал кулинарии	53.95
42	Лестница	30.80
43	Тамбур	2.81
44	Гардероб	3.84
Итого:		

Имя, № пола, Подпись, дата, Взам. инв. №

БР-08.03.01.00.05.-2017 - ОВ					
Сибирский Федеральный Университет инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.		Коробейникова			
Руководител.		Смоляников ГВ			
Норм. контр.		Смоляников ГВ			
Зав. каф.		Сакин Г.В			
Отопление и вентиляция кафе-столовой на 200 п.м. в Советском районе г.Красноярск				Стадия	Лист
План на отм. 0.00 м. Отопление.				ДП	4
				Кафедра ИСЗиС 3Ф	



# ПЛАН НА ОТМ. -4.20 М



Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²
1	Инвентарная	8.91
2	Кладовая сыпучих продуктов и напитков	20.95
3	Коридор	58.41
4	Лестница	20.52
5	Гардероб персонала мужской	10.08
6	Душевая	1.30
7	Душевая	1.30
8	Санузла персонала	2.44
9	Кабинет директора, бухгалтера	22.87
10	Гардероб персонала	15.17
11	Танбур	2.76
12	Коридор	15.70
13	Загрузочная	16.34

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²
14	Моечная оборотной посуды	5.50
15	Помещение временного хранения отходов	3.60
16	Кладовая хлеба	3.44
17	Техническое помещение	25.64
18	Лифтовая шахта	5.09
19	Гардероб персонала (официанты)	8.41
20	Венткамера	20.50
21	Кладовая обоевой	11.90
22	Изомермическая камера (морозильная)	7.71
23	Изомермическая (охлаждаемая) камера	10.82
24	Тепловой узел	17.04
25	Электрощитовая	14.25
26	Лестница	20.39
27	Лифтовая шахта	7.65
Итого:		356.88

Имя, № пола, Полость, дата, Взамес, инв. №

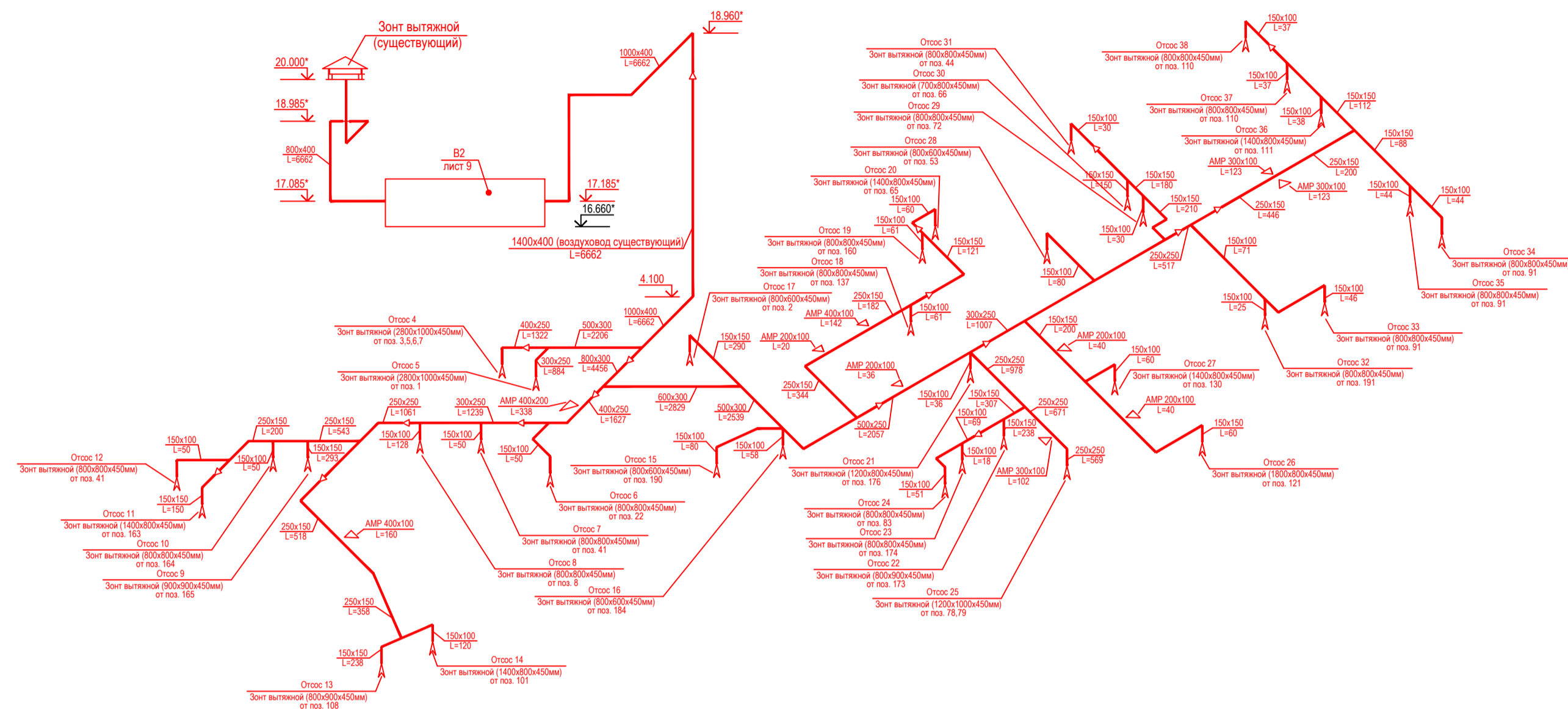
БР-08.03.01.00.05.-2017 - ОВ					
Сибирский Федеральный Университет инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.		Коробейникова			
Руководител		Смоляников ГВ			
Норм. контр.		Смоляников ГВ			
Зав. каф.		Саваш Г.В.			
Отопление и вентиляция кафе-столовой на 200 п.м. в Советском районе г.Красноярск				Стадия	Лист
План на отм. - 4.20 м. Отопление.				ДП	5
				Кафедра ИСЗиС ЗФ	



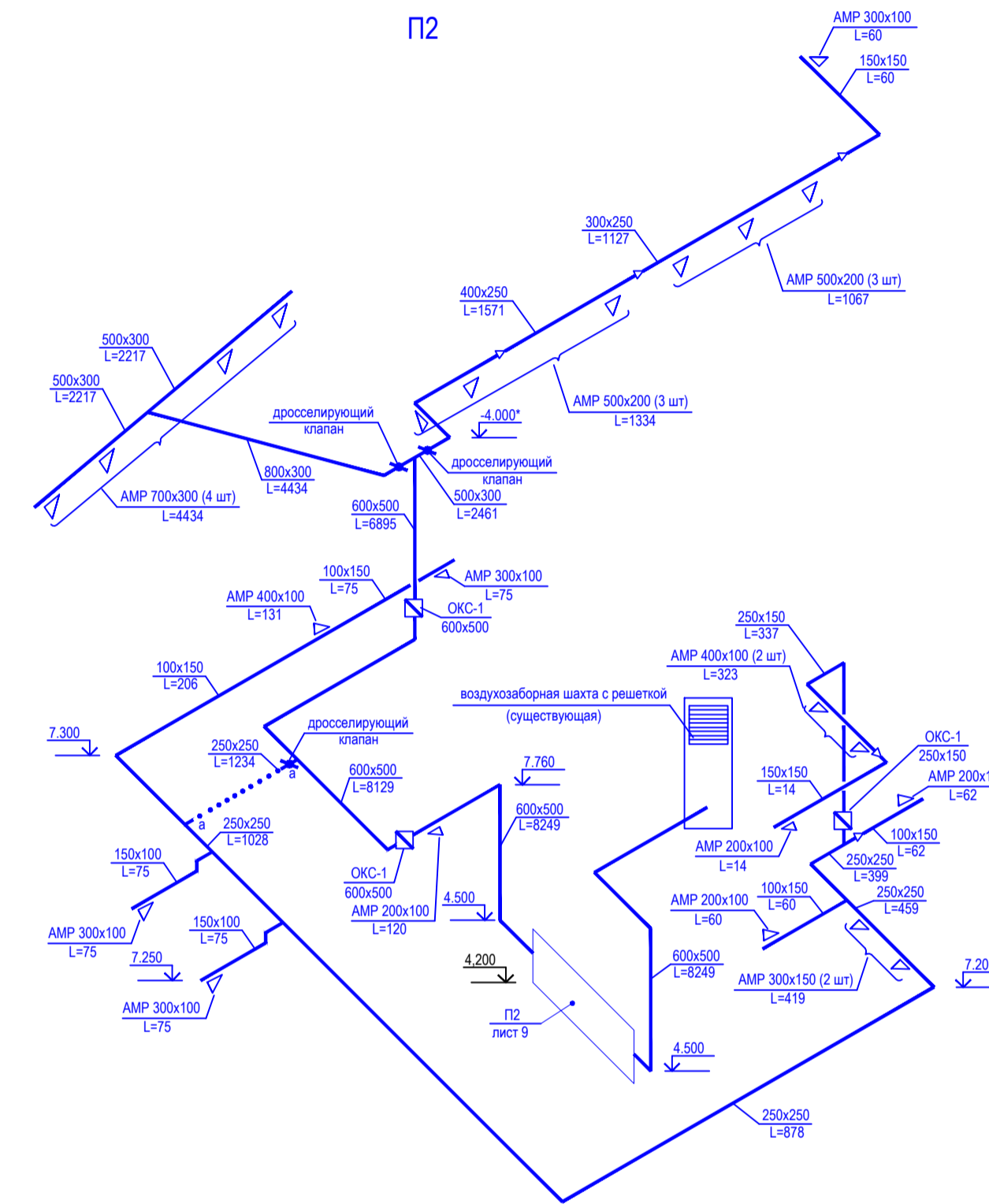


# B2, B3, B5, П2

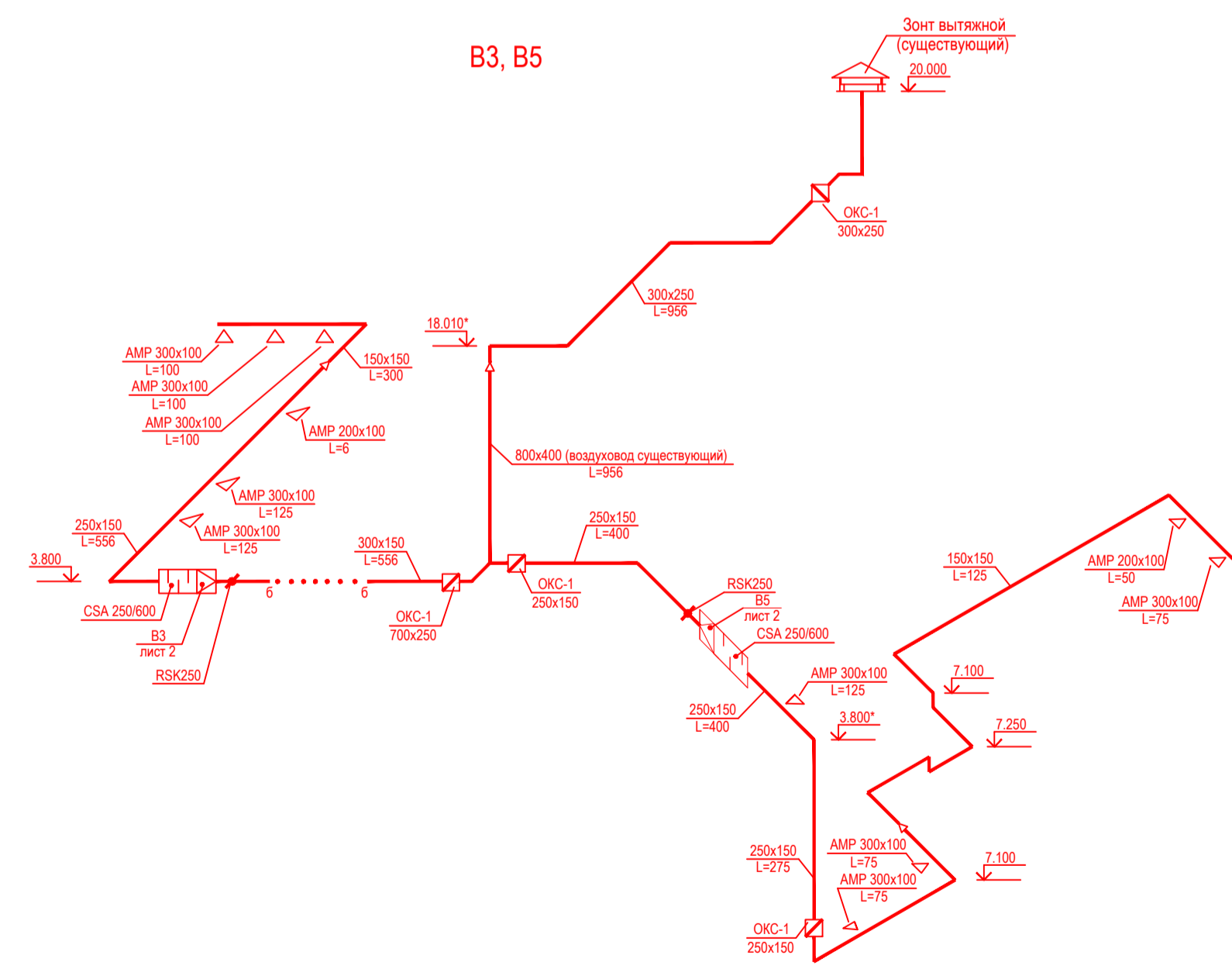
B2



П2



B3, B5

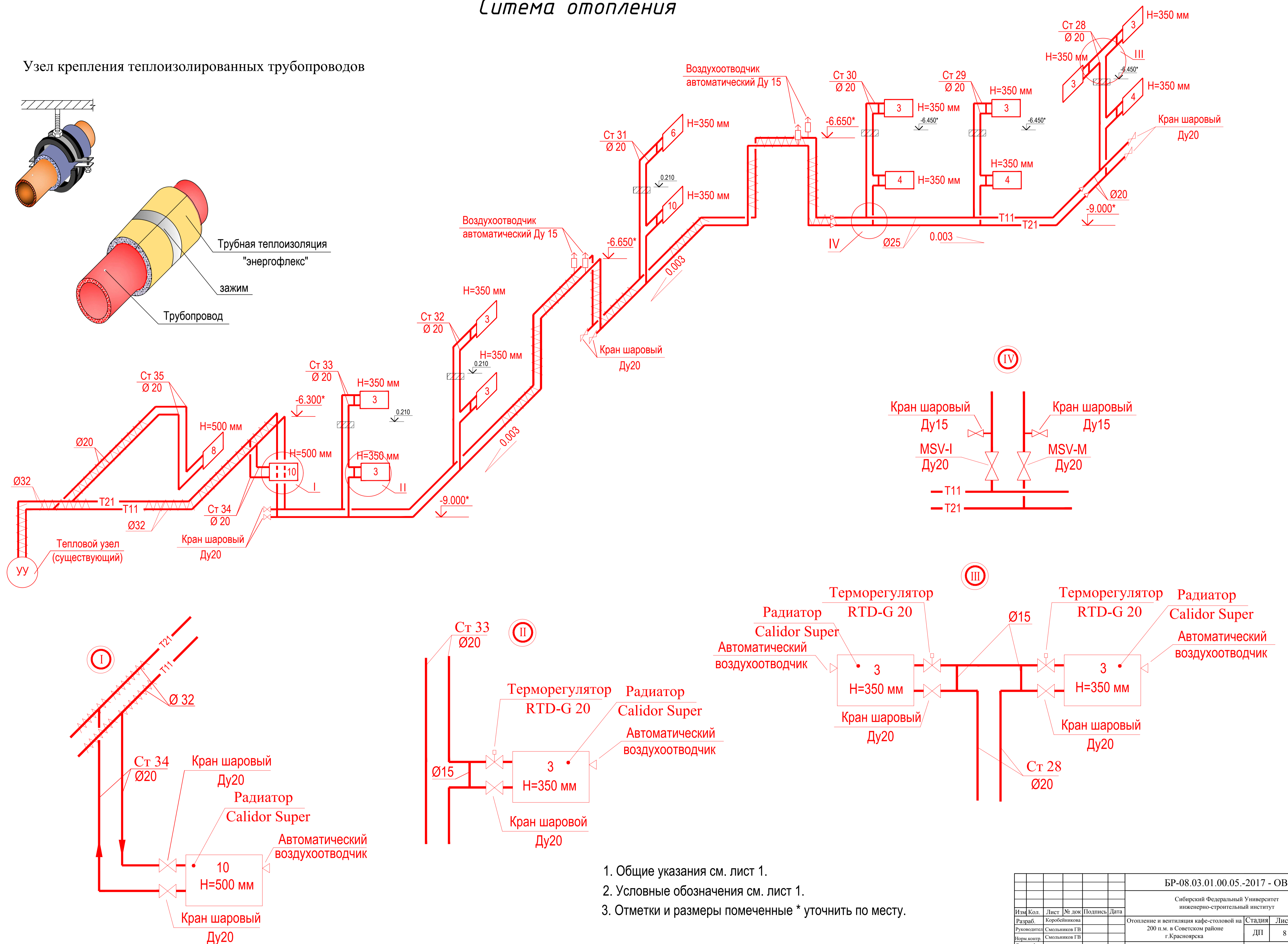
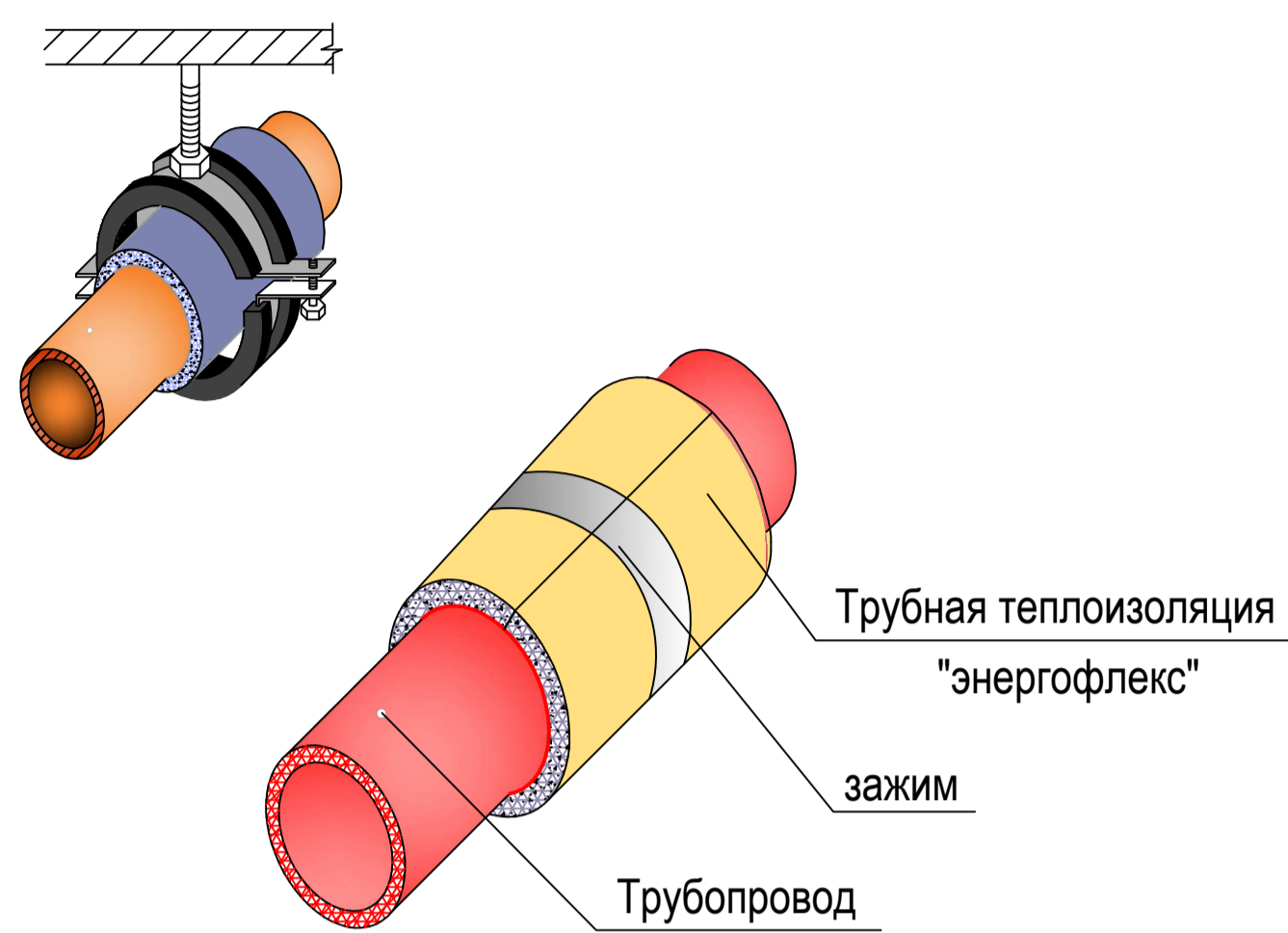


Имя, № позв. Подпись, дата Выход, инв. №

БР-08.03.01.00.05.-2017 - ОВ					
Сибирский Федеральный Университет инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.		Коробейникова			
Руковод.		Смоляников			
Норматив.		Смоляников			
Зав. каф.		Сакаш Г.В.			
Отопление и вентиляция кафе-столовой на 200 п.м. в Советском районе г.Красноярск			Стадия	Лист	Листов
Схемы В2, В5, В7, П2			ДП	7	
			Кафедра ИСЗиС ЗФ		

# Система отопления

Узел крепления теплоизолированных трубопроводов



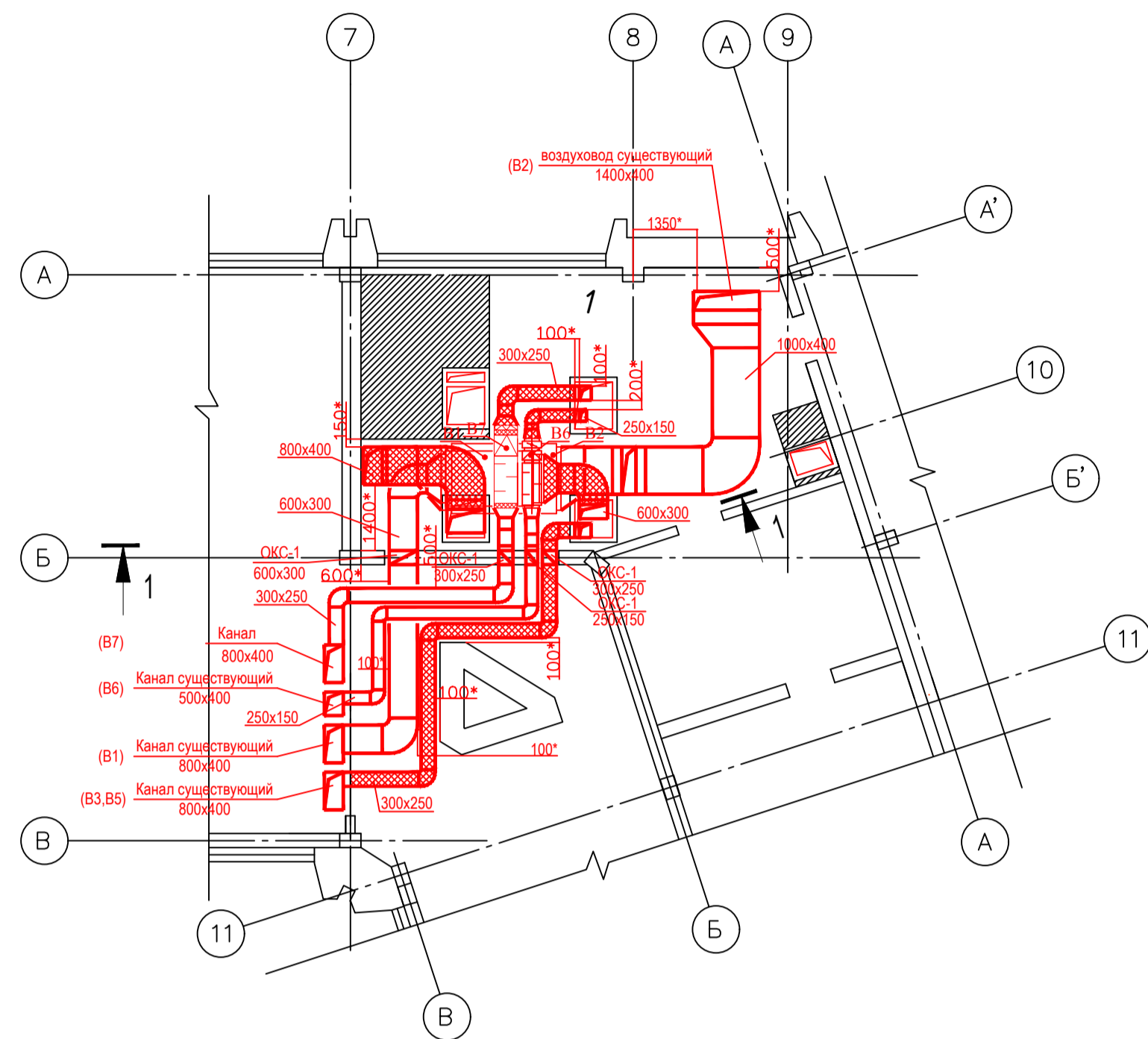
1. Общие указания см. лист 1.
2. Условные обозначения см. лист 1.
3. Отметки и размеры помеченные \* уточнить по месту.

БР-08.03.01.00.05.-2017 - ОВ					
Сибирский Федеральный Университет инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.		Коробейникова			
Руководител.		Смоляников Г.В.			
Норм. контр.		Смоляников Г.В.			
Зав. каф.		Саваш Г.В.			
Отопление и вентиляция кафе-столовой на 200 п.м. в Советском районе г.Красноярск				Стадия	Лист
Схема системы отопления				ДП	8
				Кафедра ИСЗиС 3Ф	

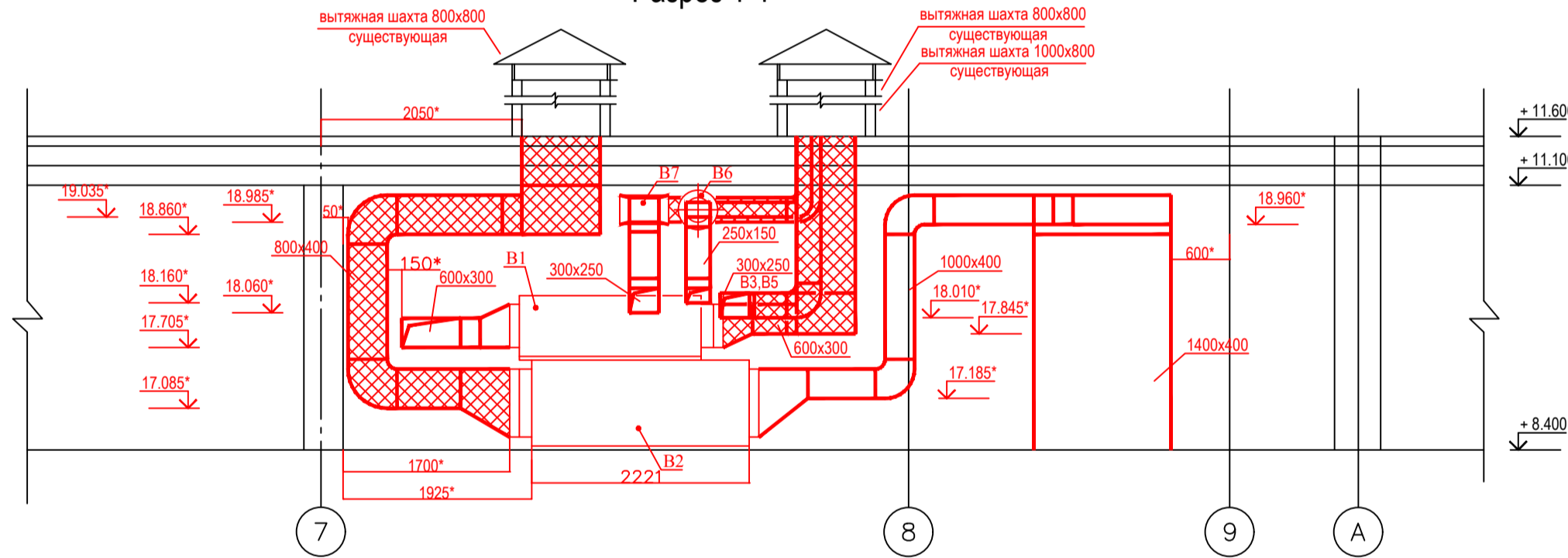
Имя, № листа, Подпись, дата, Выполнил, инв. №



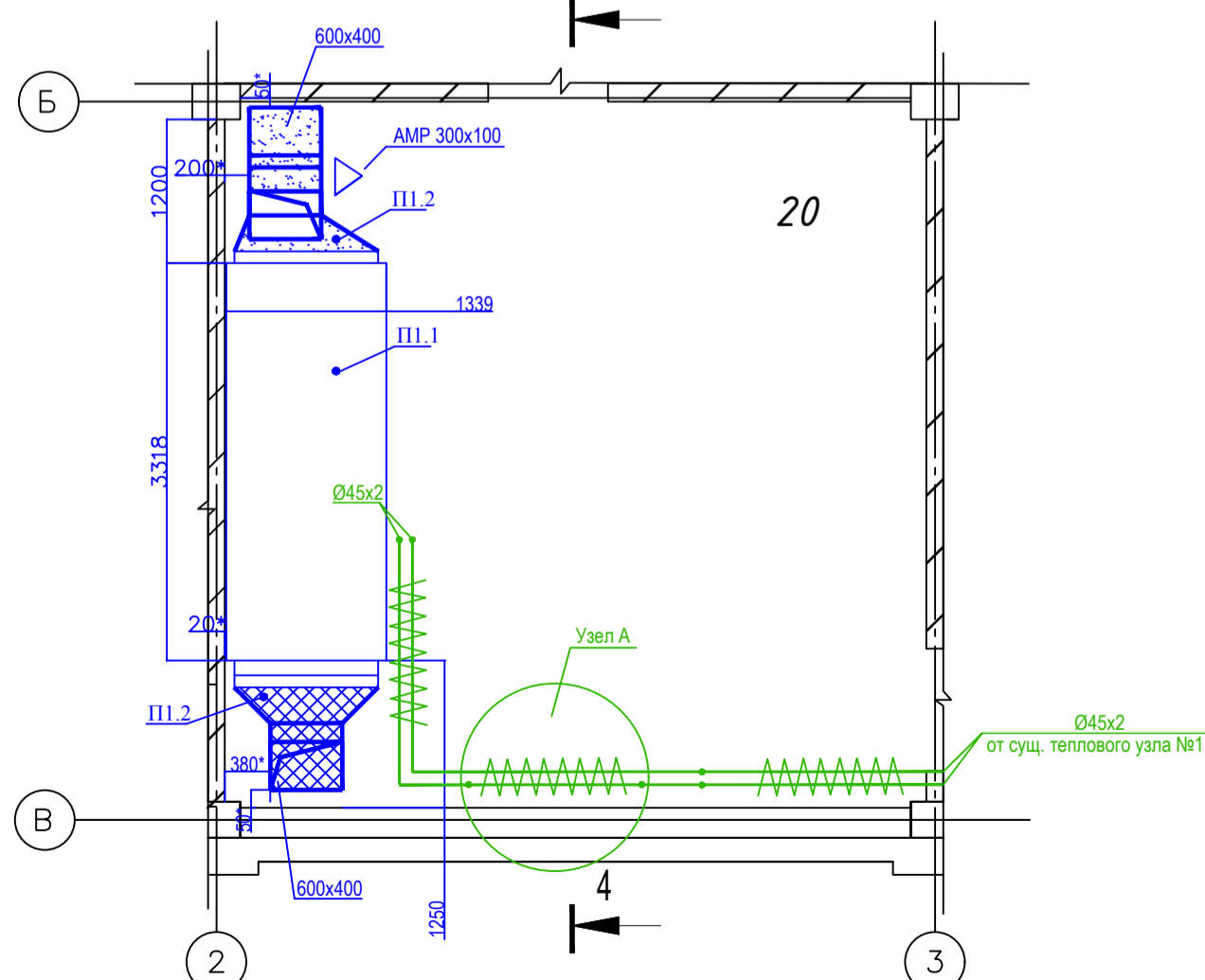
ФРАГМЕНТ ПЛАНА НА ОТМ. +4.200 М



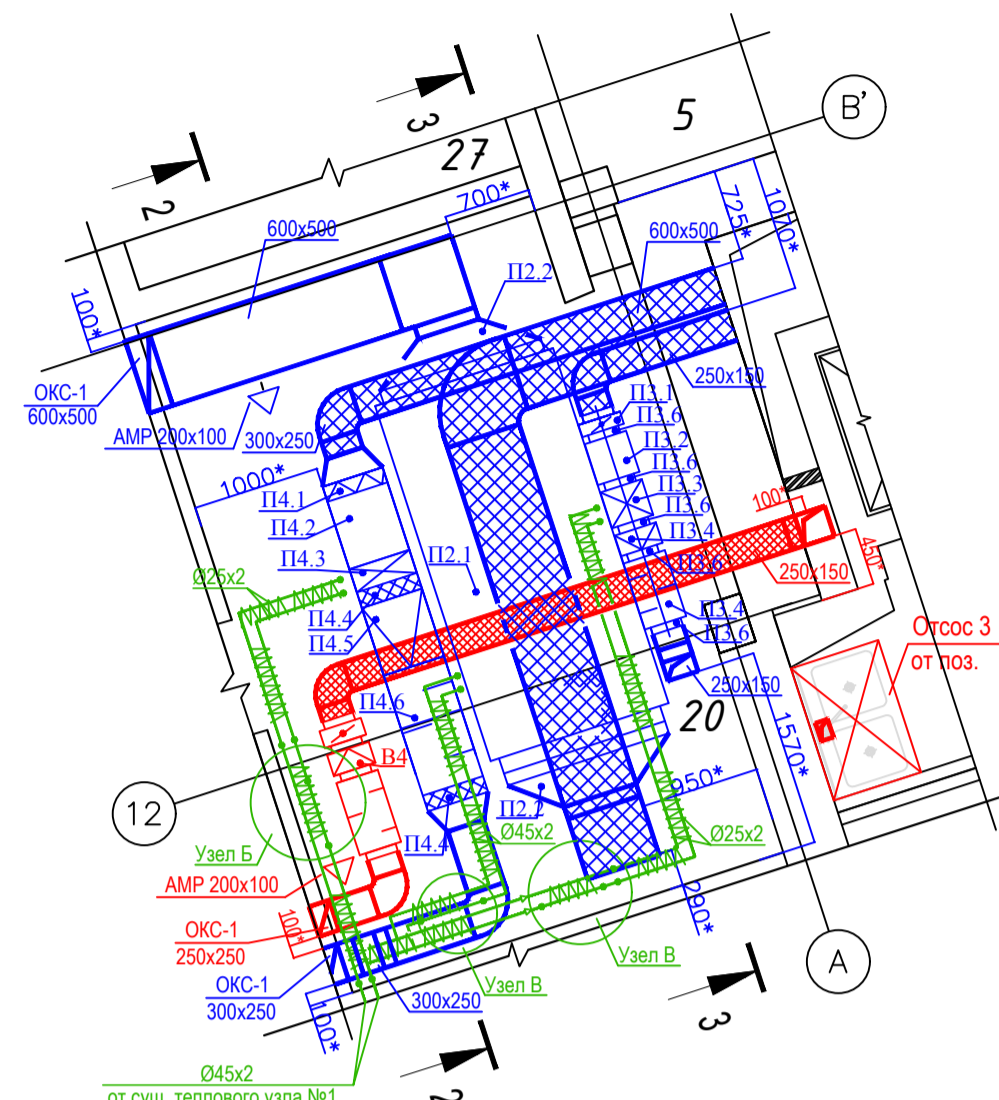
Разрез 1-1



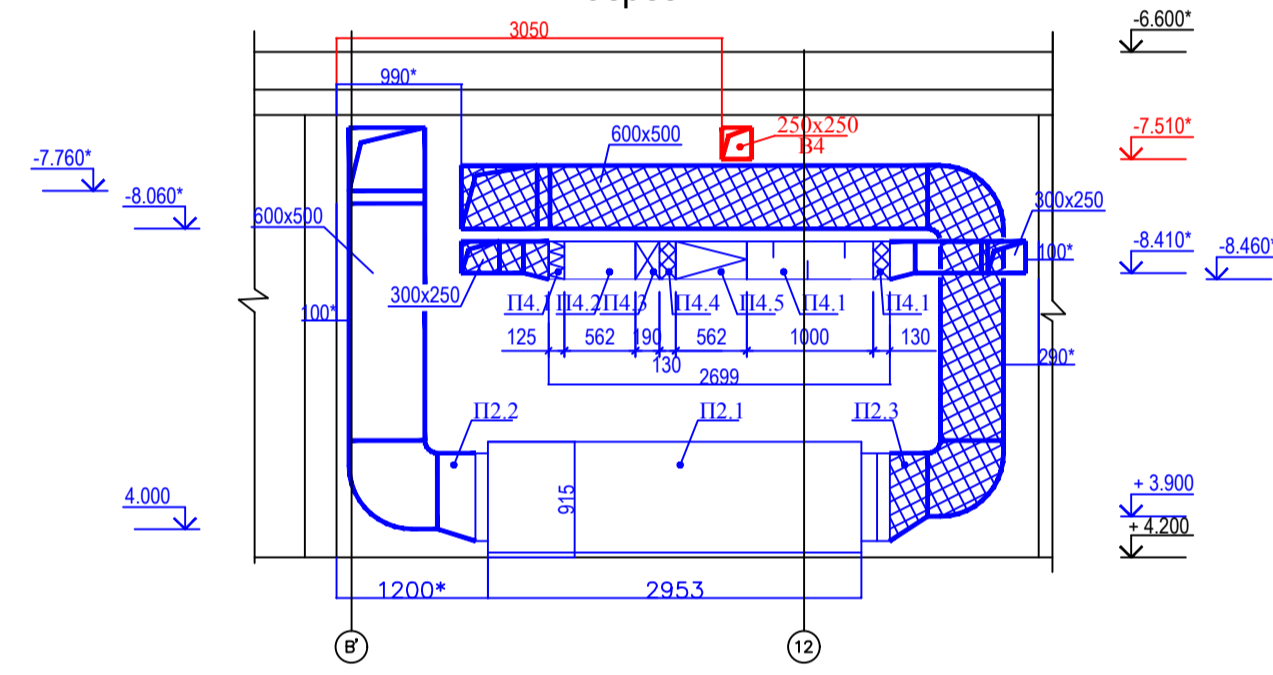
ФРАГМЕНТ ПЛАНА НА ОТМ. + 4.200 м



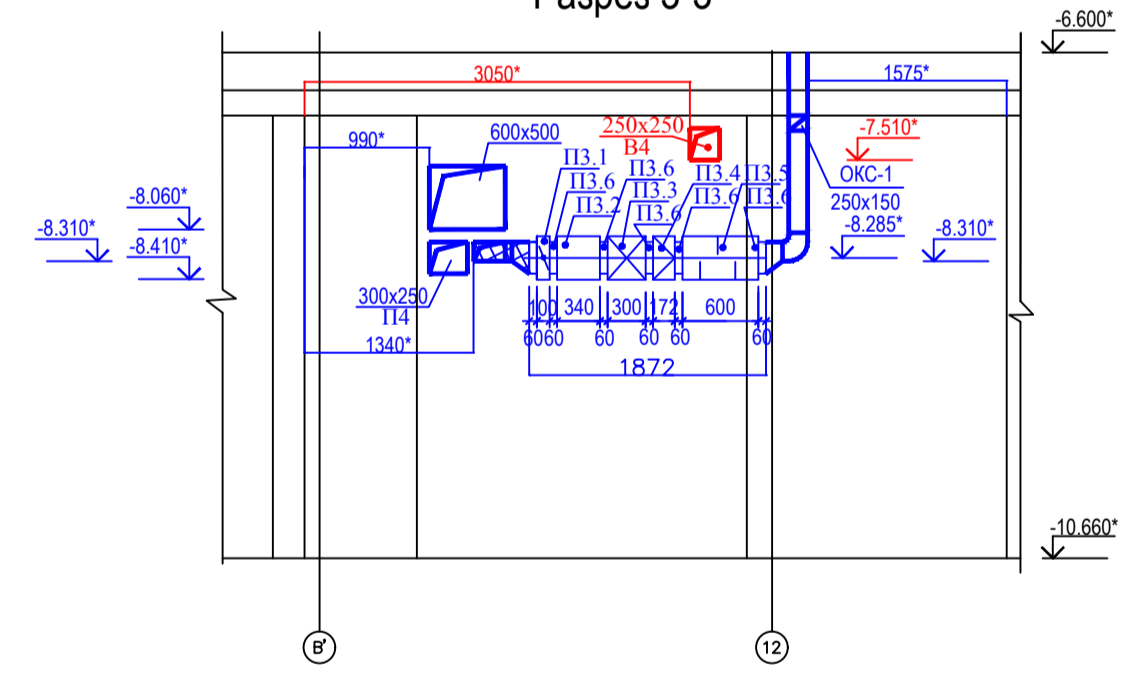
ФРАГМЕНТ ПЛАНА НА ОТМ. - 4.200 м



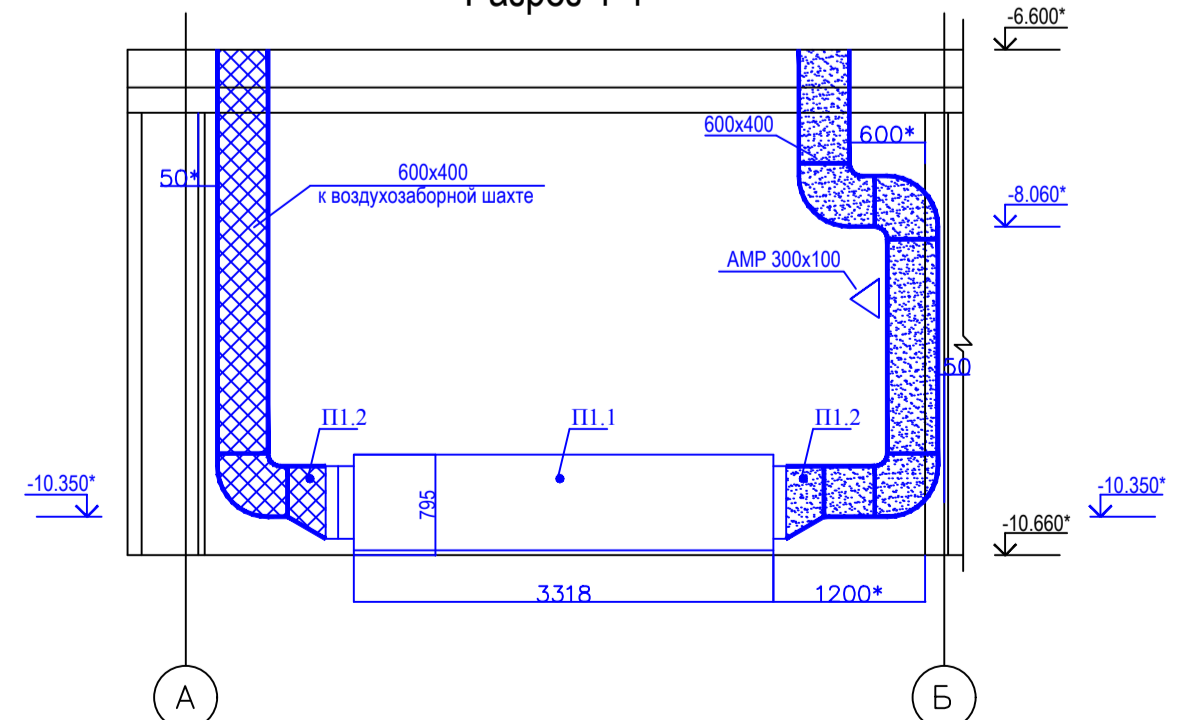
Разрез 2-2



Разрез 3-3



Разрез 4-4



Спецификация отопительно-вентиляционной установки

Марка поз.	Обозначение	Назначение	Кол.	Масса ед. кг	Примечание
		П1			
П1.1	VS-55-R-H/S	а) приточная установка (правая)	1	353	комплект
		комплектно:			
П1.2		б) переход из тонколистовой стали б=0,9мм, h=0,3 м. 1195x775 ГОСТ 14918-80 600x400 ГОСТ 14918-80	2		шт
		П2			
П2.1	VS-75-R-H/S	а) приточная установка (левая)	1	367	комплект
		комплектно:			
П2.2		б) переход из тонколистовой стали б=0,9мм, h=0,3 м. 1340x695 ГОСТ 14918-80 500x500 ГОСТ 14918-80	1		шт
П2.3		в) переход из тонколистовой стали б=0,9мм, h=0,3 м. 1340x695 ГОСТ 14918-80 600x500 ГОСТ 14918-80	1		шт
		П3			
		Приточная установка , комплектно:			
П3.1	КВК 250	а) воздушный клапан с эл. приводом	1		шт
П3.2	ФЛК 250	б) фильтр	1		шт
П3.3	РВАНС 250-2-2.5	в) Калорифер	1		шт
П3.4	СК 250 С	г) вентилятор N=0.185 кВт, n=2420 об/мин.	1		шт
П3.5	CSA 250/600	д) шумоглушитель	1		шт
П3.6	МХ 250	е) быстрьюемые хомуты	6		шт
		П4			
		Приточная установка (левая), комплектно:			
П4.1	АВК 500x300	а) воздушный клапан с эл. приводом	1		шт
П4.2	FLR 500x300	б) фильтр	1		шт
П4.3	РВАС 500x300-2-2.5	в) калорифер	1		шт
П4.4	DS 50*30	г) гибкие вставки	2		шт
П4.5	RK 500x300B3	д) вентилятор N=0.85 кВт, n=1280 об/мин.	1		шт
П4.6	RSA 500x300/1000	е) шумоглушитель	1		шт

Имя, № поз. Полная дата Выходной №

БР-08.03.01.00.05.-2017 - ОВ

Сибирский Федеральный Университет инженерно-строительный институт

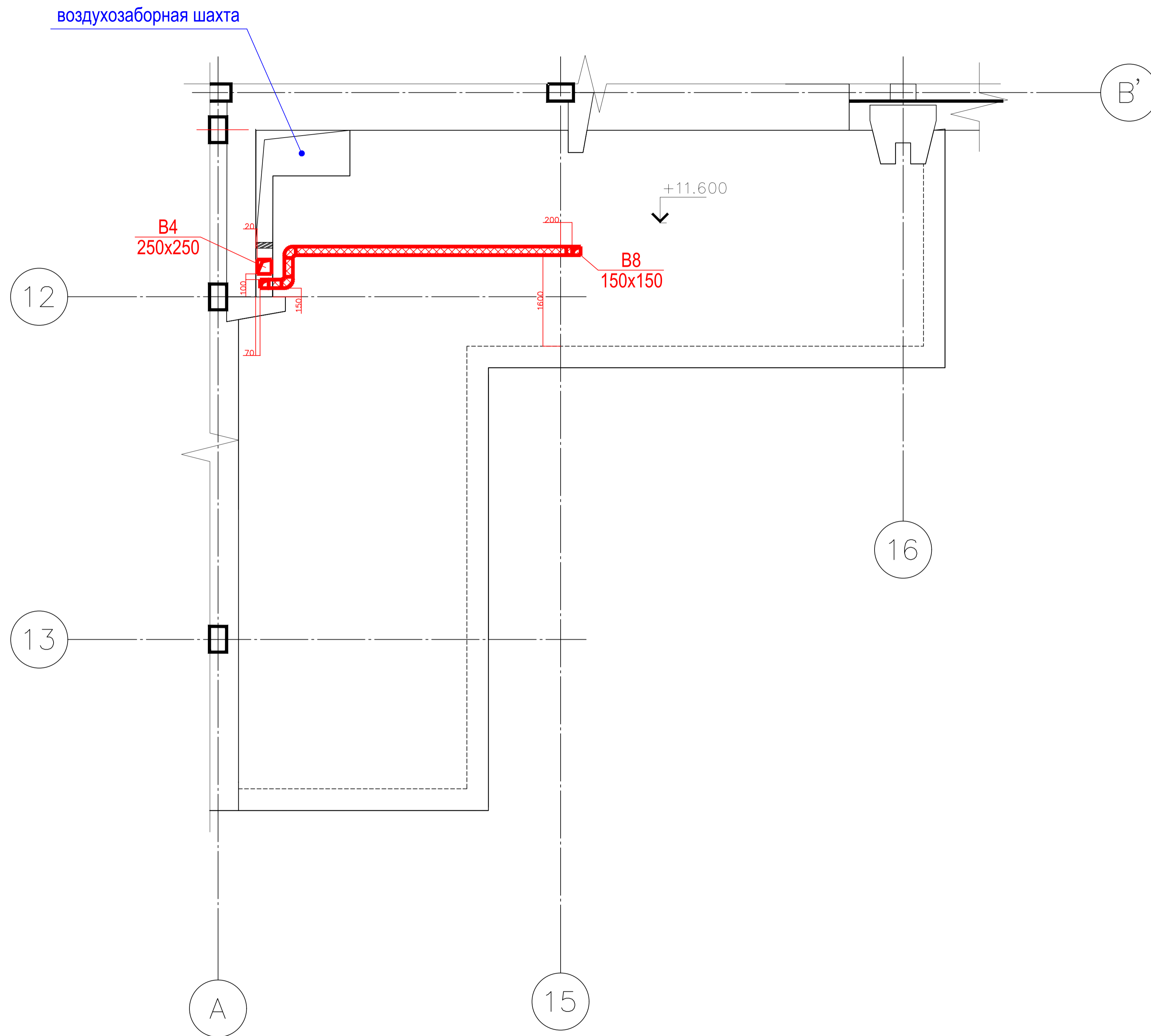
Отопление и вентиляция кафе-столовой на 200 п.м. в Советском районе г.Красноярск

Фрагмент плана на отм. - 4.2м. Установки систем П11-П14, В1, В2, В4, В6, В7.

Стадия Лист Листов

ДП 9 Кафедра ИСЗиС 3Ф

# ПЛАН КРОВЛИ НА ОТМ. +11.600

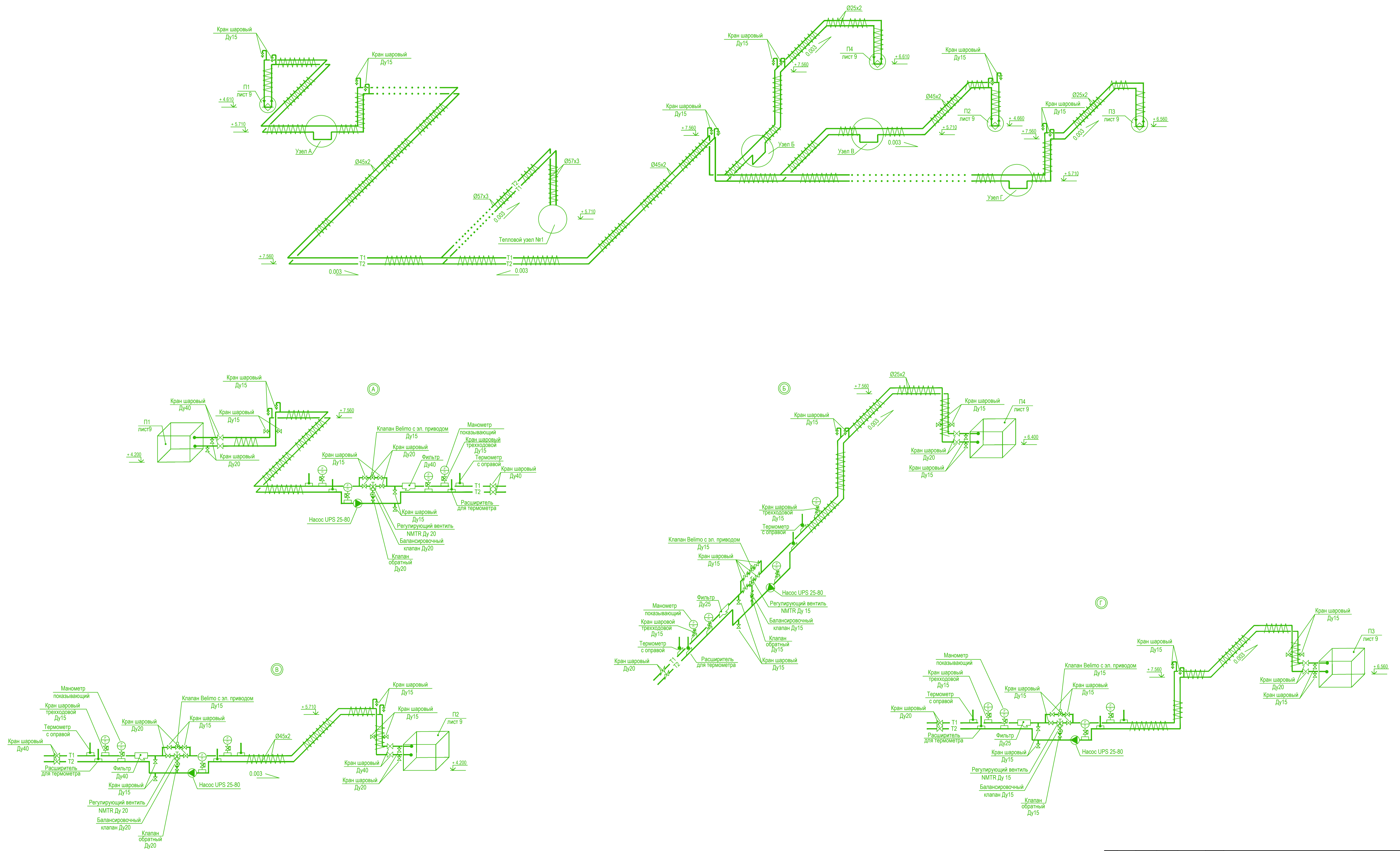


Имя, № позв. Подпись и дата Взам. инв. №

						Д				
						Сибирский Федеральный Университет инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Отопление и вентиляция г. Красноярск		Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Б					г. Красноярск		ДП	10	
Руководител.	Смоляников Г.В.									
Норм. контр.	Смоляников Г.В.									
Зав. каф.	Сакан Г.В.									
						План кровли.		Кафедра ИСЗиС 3Ф		



# Система теплоснабжения установок П1-П4



Имя, № листа, Полном. и дата, Взам. инв. №


БР-08.03.01.00.05.-2017 - ОВ					
Сибирский Федеральный Университет инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.	Коробейникова				
Руководител.	Смолинков ГВ				
Норм. контр.	Смолинков ГВ				
Зав. каф.	Сакин Г.В.				
		Отделение и вентиляция кафе-столовой на 200 п.м. в Советском районе г. Красноярск		Стадия	Лист
		Схема системы теплоснабжения установок П1-П4		ДП	10
				Кафедра ИСЗиС ЗФ	

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт  
институт  
"Инженерные системы зданий и сооружений"  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Г.В.Сакаш  
подпись      инициалы, фамилия  
«16» 06 2017г.


**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01.00.05 – "Теплогазоснабжение и вентиляция"

код – наименование направления

Отопление и вентиляция кафе-столовой «Улыбка»  
в Советском районе г. Красноярска

тема

Руководитель  16.06.17 к.т.н., доцент  
подпись, дата      должность, ученая степень

Г.В.Смольников  
инициалы, фамилия

Выпускник  16.06.17  
подпись, дата

Д.Д.Коробейникова  
инициалы, фамилия

Красноярск 2017